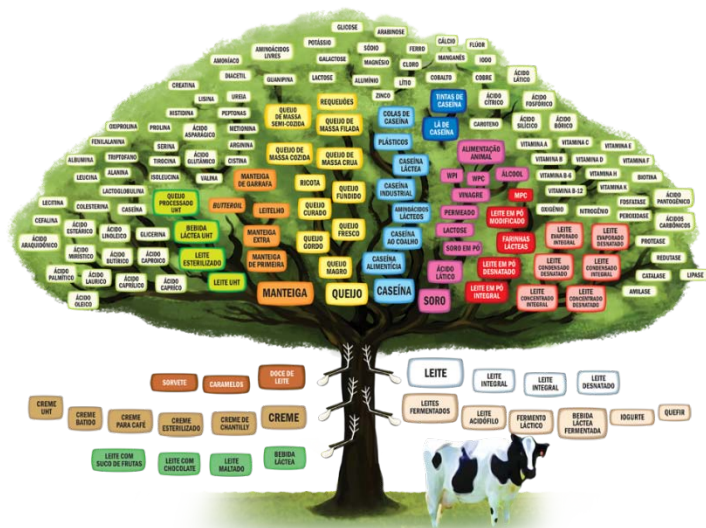




**www.arvoredoleite.org**

Esta é uma cópia digital de um documento que foi preservado para inúmeras gerações nas prateleiras da biblioteca *Otto Frensel* do **Instituto de Laticínios Cândido Tostes (ILCT)** da **Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG)**, antes de ter sido cuidadosamente digitalizada pela **Arvoredoleite.org** como parte de um projeto de parceria entre a Arvoredoleite.org e a Revista do **Instituto de Laticínios Cândido Tostes** para tornarem seus exemplares online. A Revista do ILCT é uma publicação técnico-científica criada em 1946, originalmente com o nome **FELCTIANO**. Em setembro de 1958, o seu nome foi alterado para o atual.

Este exemplar sobreviveu e é um dos nossos portais para o passado, o que representa uma riqueza de história, cultura e conhecimento. Marcas e anotações no volume original aparecerão neste arquivo, um lembrete da longa jornada desta REVISTA, desde a sua publicação, permanecendo por um longo tempo na biblioteca, e finalmente chegando até você.

### Diretrizes de uso

A **Arvoredoleite.org** se orgulha da parceria com a **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes** da **EPAMIG** para digitalizar estes materiais e torná-los amplamente acessíveis. No entanto, este trabalho é dispendioso, por isso, a fim de continuar a oferecer este recurso, tomamos medidas para evitar o abuso por partes comerciais.

Também pedimos que você:

- Faça uso não comercial dos arquivos. Projetamos a digitalização para uso por indivíduos e ou instituições e solicitamos que você use estes arquivos para fins profissionais e não comerciais.
- Mantenha a atribuição **Arvoredoleite.org** como marca d'água e a identificação do **ILCT/EPAMIG**. Esta atitude é essencial para informar as pessoas sobre este projeto e ajudá-las a encontrar materiais adicionais no site. Não removê-las.
- Mantenha-o legal. Seja qual for o seu uso, lembre-se que você é responsável por garantir que o que você está fazendo é legal. O fato do documento estar disponível eletronicamente sem restrições, não significa que pode ser usado de qualquer forma e/ou em qualquer lugar. Reiteramos que as penalidades sobre violação de propriedade intelectual podem ser bastante graves.

### Sobre a **Arvoredoleite.org**

A missão da **Arvoredoleite.org** é organizar as informações técnicas e torná-las acessíveis e úteis. Você pode pesquisar outros assuntos correlatos através da web em <http://arvoredoleite.org>.

# REVISTA do INSTITUTO DE LATICÍNIOS "CÂNDIDO TOSTES"

DAIRY JOURNAL Bimonthly  
Published By THE "Cândido  
TOSTES" DAIRY INSTITUTE

Nº 313 JUIZ DE FORA, MAR/ABR DE 2000 VOL.54

GOVERNO do ESTADO de MINAS GERAIS  
SISTEMA OPERACIONAL de AGRICULTURA  
EMPRESA de PESQUISA AGROPECUÁRIA de MINAS GERAIS  
CENTRO TECNOLÓGICO  
INSTITUTO de LATICÍNIOS "Cândido TOSTES"



## REVISTA DO INSTITUTO DE LATICÍNIOS "CÂNDIDO TOSTES"

DAIRY JOURNAL  
BIMONTHLY PUBLISHED BY THE  
"CÂNDIDO TOSTES" - DAIRY INSTITUTE

### ÍNDICE - CONTENT

- 1 Características físico-químicas do leite de búfalas de algumas granjas leiteiras do Maranhão. Physical-chemical characters of female buffalo milk in some dairy farm in Maranhão. Viramy Marques de Almeida; Raimundo Alves Barrêto Junior; Francisca Neide Costa ..... 3
- 2 Metabolismo dos lipídeos em ruminantes x qualidade do leite (uma revisão). Sandra Maria Pinto; Luiz Ronaldo de Abreu; Júlio César Teixeira; Joel Augusto Muniz; Celso José de Moura ..... 6
- 3 Aspectos tecnológicos da fabricação de iogurte e queijo utilizando leite com resíduos de antibióticos. Cristiane Gattini Sbampato; Luiz Ronaldo de Abreu; Alexandre Tourino Mendonça ..... 13
- 4 Avaliação das características físico-química de queijos ricota comercializados em Lavras - MG. Sandra Maria Pinto; Luiz Ronaldo de Abreu; Ivana Aparecida da Silveira; Eliana Pinheiro de Carvalho; Celso José de Moura ..... 20
- 5 Algumas considerações sobre a utilização da cromatografia na pesquisa em laticínios. Sandra Maria Pinto; Celso José de Moura; Luiz Ronaldo de Abreu; Patrícia Rodrigues Silveira ..... 23
- 6 Uso potencial de frações da gordura do leite na fabricação do pão de queijo (uma revisão). Antônio Romaniello Neto; Luiz Ronaldo de Abreu; Sandra Maria Pinto; Paulo Roberto Clemente; Fernando Antônio Resplande Magalhães ..... 30
- 7 Influência do leite proveniente de vacas mastíticas no rendimento de queijo minas frescal. Gilson Pinto Matioli; Sandra Maria Pinto; Luiz Ronaldo de Abreu; Leonardo Xavier; Luiz Antônio Miccoli Teixeira ..... 38
- 8 Avaliação físico-química de pão de queijo fabricado com gordura de leite fracionada. Antônio Romaniello Neto; Sandra Maria Pinto; Luiz Ronaldo de Abreu; Rosemary Gualberto F.A Pereira; Fernando Antônio Resplande Magalhães ..... 46

Rev. Inst. Latic. "Cândido Tostes" - Juiz de Fora - Vol. 54 (313); 1-50 - Mar/Abr de 2000

EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DE MINAS GERAIS

Centro Tecnológico  
Instituto de Laticínios "Cândido Tostes"  
Revista Bimestral

Ender

Tel.: 224-3116 - DDD: 32 / Fax: 224-3113 - DDD 32  
36.045-560 - Juiz de Fora - Minas Gerais - Brasil





Governo do Estado de Minas Gerais  
Itamar Franco

Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento  
Raul Décio de Belém Miguel

Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais  
Márcio Amaral - Presidente  
Marcos Reis Araújo - Diretor de Operações Técnicas  
Marcelo Franco - Diretor de Administração de Finanças

Centro Tecnológico - Instituto de Laticínios Cândido Tostes

#### Comitê Gerencial

Geraldo Alvim Dusi - Chefe do CT/ILCT  
Paulo Henrique Fonseca da Silva - Sec. Executivo Prog. Proc. Agroindustrial  
Regina Célia Mancini - Coord. do Programa Ensino Leite e Derivados  
José Lourenço Pereira Russi - Supervisor do Núcleo de Administração e Finanças  
Nelson Tenchini Macedo - Supervisor do Núcleo de Indústria e Comércio

Área de Difusão de Tecnologia  
Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes  
Luiza Carvalhaes Albuquerque  
Eduardo Hargreaves Surerus

Corpo Revisor  
Luiza Carvalhaes de Albuquerque  
Paulo Henrique Fonseca da Silva  
Maria Cristina Drumond e Castro

Jornalista Responsável  
Vania Lucia Alves Lacerda  
Reg. Prof. 4.729/MG

*Os trabalhos apresentados são de inteira responsabilidade de seus autores.*

Juiz de Fora, agosto de 2000

EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DE MINAS GERAIS  
- EPAMIG -

Revista do Instituto de Laticínios "Cândido Tostes", n. 1 - 1946 - Juiz de Fora. Instituto de Laticínios "Cândido Tostes", 1946.

v. ilust. 23 cm

n. 1-19 (1946-48), 27 cm, com nome de Felctiano, n. 20-73 (1948-57), 23 cm, com o nome de Felctiano.

A partir de setembro de 1958, com o nome de Revista do Instituto de Laticínios "Cândido Tostes".

1. Zootecnia - Brasil - Periódicos. 2. Laticínios - Brasil - Periódicos  
1. Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, Juiz de Fora, MG, ed.

ISSN 0100-3674

CDU 636/637(81)(50)

## CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DO LEITE DE BÚFALAS DE ALGUMAS GRANJAS LEITEIRAS DO MARANHÃO

Physical-chemical characters of female buffalo milk in some dairy farm in Maranhão

Viramy Marques de Almeida<sup>1</sup>  
Raimundo Alves Barrêto Junior<sup>2</sup>  
Francisca Neide Costa<sup>3</sup>

### RESUMO

Com o objetivo de estudar a composição físico-química do leite de búfalas, foram analisadas 49 amostras de leite em três propriedades localizadas nos municípios de Santa Rita e Anajatuba, estado do Maranhão, conforme metodologias descritas pelo Ministério da Agricultura (1993) e Behmer (1985). Os resultados obtidos evidenciaram 16,63% de extrato seco total, 10,26% de extrato seco desengordurado, 6,36% de gordura e 19,5°D de acidez. Esses resultados são semelhantes aos obtidos em outras regiões do país, entretanto sugere-se maiores estudos para que se possa padronizar valores para o estado do Maranhão.

Palavras-Chaves: Físico-químico; leite; búfalas.

### INTRODUÇÃO

Os bubalinos, *Bubalus bubalis* L. 1758, tiveram sua origem na Ásia e foram domesticados no terceiro milênio a. C., na China; introduzidos na Europa, Extremo Oriente e África durante a Idade Média, chegando ao Brasil entre 1870 e 1890 através da Ilha de Marajó, no Estado do Pará (Pereira et al., 1995).

No Brasil, a bubalinocultura vem crescendo principalmente nas regiões Sudeste, Sul e Centro Oeste, além de algumas áreas do Nordeste. Segundo dados do IBGE (1996), o Maranhão é o terceiro maior produtor brasileiro, com um rebanho de 75.446 cabeças, sendo que 68% desse contingente encontra-se na Baixada Ocidental onde a criação de bubalinos representa uma das principais atividades econômica dessa região, pois suas características climáticas favorecem a adaptabilidade dessa espécie.

Nos últimos anos, o interesse pela criação de búfalos tem aumentado e este fato deve-se ao conhecimento das vantagens dos bubalinos sobre os bovinos no que diz respeito a produção de carne e leite (Furtado, 1980).

O leite de búfalas é semelhante ao leite de vacas, possuindo a mesma composição e propriedades físico-químicas. Entretanto, o leite de

búfalas possui um elevado teor de gordura e de sólidos totais, o que favorece a diversificação da produção de derivados, em virtude do elevado rendimento dos produtos finais, apresentando com isso uma importância comercial significativa (Hühn et al., 1982).

As análises físico-químicas do leite fornecem o valor nutritivo, teor de gordura, estado de conservação e provável fraude em seus componentes (Behmer, 1985).

Considerando que no Brasil existem poucos trabalhos sobre a composição físico-química do leite de búfalas e a necessidade de se estabelecer padrões coerentes com a composição do leite desta espécie é que objetivou-se estudar as principais características físico-químicas deste produto, com o intuito de fornecer dados para o estabelecimento de normas e padrões regionais específicos para o leite de búfalas.

### MATERIAL E MÉTODOS

As amostras de leite foram colhidas em três propriedades rurais, localizadas nos municípios de Santa Rita (A e B) e Anajatuba (C), do estado do Maranhão. Os sistemas de ordenha das propriedades eram manuais e realizados uma vez ao dia. O rebanho da propriedade A era constituído de

- 1 Pós-Graduada do Curso de Especialização em Insp. Sant. e Ind. dos Alimentos de Origem Animal-UEMA
  - 2 Prof. do Depto. das Clínicas do Curso de Med. Veterinária da Universidade Estadual do Maranhão/UEMA
  - 3 Prof. do Depto. de Patologia do Curso de Med. Veterinária/UEMA
- \* Contatos: e-mail: cravo@fcav.unesp.br Fone: 0xx16 3226756 ou 3222500 R-267, 268.

aproximadamente 150 fêmeas lactantes das raças Murrah, Mediterrâneo e Mestiços, sendo as mesmas mantidas em sistema de criação semi-intensivo, alimentadas com cana, cevada, capim elefante (*Pennisetum purpureum*) e suplementação mineral à vontade.

As propriedades B e C possuíam rebanhos com animais de procedências diversas, na grande maioria mestiços das raças Murrah e Mediterrâneo, mantidos basicamente em pastagens nativa compostos de 100 e 50 fêmeas em lactação, respectivamente.

Ao final da ordenha, e após a homogeneização do leite contido nos latões, eram colhidos em frascos esterilizados cerca de 2.000 mL de leite e transportados em caixas isotérmicas contendo gelo para o laboratório de análises físico-químicas dos laticínios Bufitos e Olipaula S/A, onde eram processadas.

No laboratório, as amostras foram submetidas às provas de acidez titulável pelo método Dornic, determinação do teor de gordura através do butirômetro de Gerber, densidade pelo Lactodensímetro, de acordo com a metodologia descrita pelo Ministério da Agricultura (1993). A determinação do extrato seco total foi realizada pela fórmula reduzida sugerida por Behmer (1985) e o extrato seco desengordurado através da diferença entre extrato seco total e gordura.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tabela 1 - Valores médios das características físico-químicas do leite de búfalas observados em três propriedades localizadas nos municípios de Santa Rita e Anajatuba (MA).

| Determinações                   | Média  |
|---------------------------------|--------|
| Acidez (°D)                     | 19,5   |
| Densidade (g/ml)                | 1,0350 |
| Gordura (%)                     | 6,36   |
| Extrato seco total (%)          | 16,63  |
| Extrato seco desengordurado (%) | 10,26  |

Pelos dados apresentados na Tabela 1 verifica-se que o leite de búfalas das três propriedades apresenta um valor médio da acidez 19,5°D, densidade de 1,0350 g/mL, gordura 6,36%, extrato seco total 16,63% e extrato seco desengordurado 10,25 %. De acordo com a literatura pesquisada a acidez alta do leite desta espécie é devido ao leite de búfalas possuir elevada quantidade de caseína e esta proteína ser titulada como ácido no processo de acidimetria Dornic.

Quando se compara estes valores aos encontrados por outros pesquisadores observam-se diferenças significativas.

Para elucidar este fato podem ser citados os trabalhos realizados por Furtado (1980) e Nader Filho et al. (1983), os quais encontraram valores médios de densidade do leite de búfalas variando de 1,0327 a 1,0352 g/mL. Comparando a densidade do leite de búfalas à densidade do leite de vacas, Hühn et al. (1982), verificaram que os leites evidenciam valores para densidade bem próximos, sendo que a superioridade para o leite de búfalas foi de 1,0%.

Observa-se que o teor de gordura de 6,36% foi mais próximo daquele encontrado por Furtado (1980), Hühn et al. (1982), Nader Filho et al. (1983, 1984 e 1986) e Verruma & Salgado (1994), observando-se o mesmo para os teores de Estratos Seco Total e Desengordurado.

Os resultados médios da composição físico-química do leite de búfalas observados nos municípios de Santa Rita e Anajatuba - MA podem ser comparados ao do leite de vaca encontrados por Hühn et al. (1982), como pode ser observado na tabela a seguir.

Tabela 2 - Valores médios das características físico-químicas do leite de vacas.

| Determinações                   | Vacas  |
|---------------------------------|--------|
| Acidez (°D)                     | 16,40  |
| Densidade (g/l)                 | 1,0321 |
| Gordura (%)                     | 3,80   |
| Extrato seco total (%)          | 12,42  |
| Extrato seco desengordurado (%) | 8,50   |

Hühn et al. (1982)

Comparando os valores encontrados no leite de búfalas aos encontrados no leite de vaca observa-se que para a gordura, o leite de búfalas apresentou teores mais elevados, estando de acordo com dados obtidos por Hühn et al. (1982) e Verruma & Salgado (1994).

Quanto aos sólidos totais, o resultado para o leite de búfalas foi alto devido, principalmente, ao elevado teor de gordura existente no mesmo, conforme resultados obtidos por Vieira & Neves (1980) e Verruma & Salgado (1994). Em termos econômicos esta diferença observada é muito importante para as indústrias de laticínios, em virtude dos sólidos totais influenciarem no rendimentos dos derivados do leite, como foi observado por Furtado (1980) no estudo da fabricação do queijo azul e por Hühn, et al. (1996) no aproveitamento do leite de búfalas para a elaboração de derivados.

## CONCLUSÃO

De acordo com os resultados apresentados neste trabalho, pode-se verificar a elevada

composição média das características físico-químicas do leite de búfalas demonstrando, portanto, um alimento altamente nutritivo e uma importante matéria prima para a fabricação de vários subprodutos;

O leite de búfalas, em relação ao leite de vacas, apresenta um maior teor de extrato seco total, extrato seco desengordurado e gordura, sendo um produto importante nos programas que visam a diminuição da carência proteica de origem animal que afeta consideravelmente uma grande parte da população maranhense.

Para o aperfeiçoamento do sistema de controle de recepção do leite de búfalas torna-se necessário o desenvolvimento de outros trabalhos, em diferentes municípios do Estado, para que se possa ter mais subsídios no estabelecimento de padrões apropriados para o leite desta espécie.

## SUMMARY

In order to study the physical-chemical composition of buffalo milk, 49 milk samples were analysed in three property from Santa Rita and Anajatuba cities - MA, according to the methodology described by Agricultural Ministry (1993) and BEHMER (1985). The obtained results showed 16.63% of total dry extract, 10.26% of degrease dry extract, 6.36% of grease and 19.5°D of acidity. These results are similar to the works obtained in other regions of the country, however it is suggested additional studies to be possible to establish standards to Maranhão State.

Key-words: physical-chemical; milk; buffalo.

## BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- BRASIL. Ministério da Agricultura, Abastecimento e Reforma Agrária. *Normas Técnica de Funcionamento dos Laboratórios*. Brasília. 1993. 79 p.
- BRASIL. Ministério do Planejamento e Orçamento. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Anuário Estatístico Brasileiro*. Rio de Janeiro. v. 56. p.1-32. 1996.
- BEHMER, M. L. A. *Tecnologia do leite: produção, industrialização e análises*. 15. Nobel, 1985. 321p.
- FURTADO, L. O. M. Composição centesimal do leite de búfalas na Zona da Mata Mineira. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*. Juiz de Fora, v.35, n.211, p. 43-47. 1980.

\_\_\_\_\_. Leite de búfalas: Estudo da fabricação do queijo azul. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*. Juiz de Fora, v.35, n. 207, p. 23-28. 1980.

\_\_\_\_\_. O teor de proteínas no leite de búfalas e sua acidez titulável. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*. Juiz de Fora, v.35, n.212, p. 27-31. 1980.

HÜHN, S., et al. Aproveitamento do leite de búfalas em produtos derivados. In: Simpósio do Trópico Úmido, 1. Belém. *Anais*. Brasília: EMBRAPA / DDT, 1996. v. 5, p. 265-269.

\_\_\_\_\_. Estudo comparativo da composição química do leite de zebuínos e bubalinos. Belém: EMBRAPA / CPATU. 1982. 15 p. (circular técnico, 36).

NADER FILHO, A., et al. Características físico-químicas do leite bovino, bubalino e do produto da mistura do leite de ambas as espécies. *Arq. Veterinária*. Jaboticabal, v.2, n.1, p. 95-106. 1986.

\_\_\_\_\_. Estudo da determinação do ponto crioscópico do leite de búfalas. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*. Juiz de Fora, v.38, n. 228, p. 21-23. 1983.

\_\_\_\_\_. Estudo da variação do ponto crioscópico do leite de búfalas. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*. Juiz de Fora, v.39, n. 234, p. 21-23. 1983.

\_\_\_\_\_. Influência do teor de proteínas totais na acidez titulável e pH do leite de búfalas. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*. Juiz de Fora v. 39, n.231, p.25-28, 1984.

PEREIRA, R. G. A., et al. Búfalo: a máquina de produzir carne, leite e trabalho. *Lavoura Arrozreira*. Porto Alegre, v. 48, n. 422, p. 22-24, 1995.

VERRUMA, M. R., SALGADO, J. M. Análise química do leite de búfalas em comparação do leite de vaca. *Sci. Agric. Piracicaba*, n. 5, v.1, p. 131-137. 1994.

VIEIRA, S. D. A., NEVES, B. S. Padronização do teor de gordura e do extrato seco desengordurado do leite de búfalas com leite reconstituído. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*. Juiz de Fora, v.35, n.208, p.27-32, 1980.

## METABOLISMO DOS LIPÍDEOS EM RUMINANTES X QUALIDADE DO LEITE (uma revisão)

Sandra Maria Pinto<sup>1</sup>  
Luiz Ronaldo de Abreu<sup>2</sup>  
Júlio César Teixeira<sup>1</sup>  
Joel Augusto Muniz<sup>3</sup>  
Celso José de Moura<sup>1</sup>

### 1. IMPORTÂNCIA DOS LIPÍDEOS NO LEITE E PRODUTOS LÁCTEOS

Os lipídeos do leite dos ruminantes são caracterizados pela presença de elevadas concentrações de ácidos graxos de cadeia curta ( $C_4$  -  $C_{12}$ ), muito dos quais pertencem a categoria de cadeias ramificadas e com número ímpar de carbono. Estes ácidos graxos são compostos que conferem aroma a muitos produtos lácteos, especialmente em queijos, onde contribuem significativamente para o "flavor" desse produto. Conferem também grande parte do aroma distinto fornecido pela gordura do leite nos produtos lácteos e em alimentos onde a gordura do leite é usada como ingrediente funcional.

Phillips et al. (1995), verificaram a influência da gordura nas propriedades sensoriais, viscosidade e cor em leite com baixo teor de gordura, mostrando que a adição de gordura no leite afeta sua cor e viscosidade e que quanto mais aumenta o conteúdo de gordura a viscosidade é elevada na mesma proporção. Alterações no conteúdo de gordura do leite influenciaram os atributos sensoriais do leite, como aroma e sabor.

Atualmente tem-se desenvolvido práticas para diminuir a gordura de produtos lácteos, e estas práticas resultam em diminuição do flavor desses produtos sendo este efeito atribuído a baixas concentrações de ácidos graxos voláteis livres, especialmente em queijos. Diversos estudos tem sido desenvolvidos com o intuito de aumentar a concentração de ácidos graxos aromáticos em produtos lácteos de baixo teor de gordura.

#### 1.1 Ácidos graxos presentes na gordura do leite

A gordura do leite possui altas concentrações de ácidos graxos saturados (Quadro 1), sendo que a principal fração lipídica do leite bovino é constituída por triacilgliceróis (98%) e

portanto tem sido extensivamente investigada com relação aos tipos e quantidades de ácidos graxos presentes e em relação à distribuição estereoespecífica no esqueleto de glicerol. Gresti et al. (1993) afirmam que os triacilgliceróis do leite bovino contém 13 ácidos graxos saturados principais, de cadeia curta ( $C_4:0$  a  $C_{10:0}$ ), de cadeia média ( $C_{12:0}$ ) e cadeia longa ( $C_{14:0}$  a  $C_{18:0}$ ) e ácidos graxos de cadeia longa e insaturada ( $C_{14:1}$ ,  $C_{16:1}$ ,  $C_{18:1}$  e  $C_{18:2}$ ). Estes ácidos graxos constituem cerca de 95% do total dos ácidos graxos do leite, sendo que os 5% restantes, consistem de ácidos graxos de cadeia com número ímpar de carbono.

No quadro 1 encontram-se a distribuição dos ácidos graxos presentes na gordura do leite e a quantidade de cada um em gramas por cada 100 g de gordura, sendo uma média obtida de 50 laticínios em 10 regiões dos Estados Unidos nos meses de Fevereiro, Maio, Agosto e Novembro de 1993.

Quadro 1. Composição média do perfil dos ácidos graxos da gordura do leite de 50 laticínios dos Estados Unidos.

| Ácido graxo | (g/100 g) |
|-------------|-----------|
| $C_4:0$     | 3,32      |
| $C_6:0$     | 2,34      |
| $C_8:0$     | 1,19      |
| $C_{10:0}$  | 2,81      |
| $C_{12:0}$  | 3,39      |
| $C_{14:0}$  | 11,41     |
| $C_{14:1}$  | 2,63      |
| $C_{16:0}$  | 29,53     |
| $C_{16:1}$  | 3,38      |
| $C_{18:0}$  | 9,84      |
| $C_{18:1}$  | 27,39     |
| $C_{18:2}$  | 2,78      |

Fonte: Palmquist e Beaulieu, (1993)

Observa-se que a gordura do leite é composta em sua maioria por ácidos graxos de cadeia saturada (63,83%), os quais tem sido associados à presença de colesterol e com consequentes prejuízos à saúde humana.

### 2. INFLUÊNCIA DA SUPLEMENTAÇÃO LIPÍDICA NA QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA DO LEITE

#### 2.1. Composição química do leite

É de conhecimento geral que dentre os vários fatores que afetam a produção e a composição química do leite, a alimentação do gado leiteiro se apresenta como uma das mais importantes, sendo que o conteúdo total de gordura e proteínas são objetivos frequentemente buscados. A necessidade da qualidade de nutrientes para produção de leite é bastante conhecida, porém a formulação ótima de dietas para suprir estes nutrientes de forma corretamente balanceada ainda não é muito bem definida, sendo que formulações específicas para maximizar a produção de gordura e proteína no leite tem recebido igualmente a mesma atenção (Elliott et al., 1995). Normalmente a suplementação com gordura em rações de vacas leiteiras visa aumentar a produção leiteira, porém a absorção de energia pode limitar a produção de ambos, gordura e proteína do leite, especialmente durante o início da lactação, antes da vaca atingir o pico de consumo de matéria seca. É sabido que o uso de gorduras suplementares tem aumentado a produção e a porcentagem de gordura do leite, mas, frequentemente, tem diminuído a porcentagem de proteína em 0.1 a 0,15 unidades percentuais (Palmquist e Jenkins, 1980). O mecanismo desse decréscimo não está ainda bem elucidado. Algumas teorias baseiam-se no fato de que, quando há substituição dos carboidratos disponíveis no rumen pelo lipídeo, esse terá efeito tóxico sobre os microrganismos do rumen, causando redução no crescimento microbiano, e efeito sobre o transporte de aminoácidos na glândula mamária. Os ácidos graxos podem direta ou indiretamente alterar o transporte de aminoácidos na glândula mamária; assim, o conteúdo de proteína do leite pode diminuir por causa da deficiência de um ou mais aminoácidos e/ou, quando um aminoácido não está presente num sítio de síntese protéica. Por isso a capacidade de uma célula mamária produzir uma determinada quantidade de proteína do leite pode ser subutilizada devido à ausência de um único aminoácido, acarretando consequentemente uma depressão na concentração protéica do leite. DePeters e Cant (1992), sustentam esta teoria, afirmando que dietas ricas em lipídeos diminuem as concentrações de

aminoácidos no fluxo de plasma e sangue por volume de leite produzido na glândula mamária.

Fatores alimentares que afetam o teor de gordura, tem sido estudados intensivamente sob o ponto de vista de se evitar a redução de rendimento ou produtividade, e simultaneamente pagamentos reduzidos de leite aos produtores. A fermentação ruminal gera os precursores necessários para síntese de uma parte da gordura do leite, portanto certas características da dieta que alteram a fermentação ruminal, podem por sua vez, afetar o teor de gordura do leite. O tipo de gordura fornecida é um fator a ser considerado, pois a resposta em função da porcentagem de gordura do leite é variável. Gorduras dietéticas saturadas tendem a aumentar a porcentagem de gordura do leite, enquanto quantidades semelhantes de gorduras dietéticas insaturadas causam até 1% de decréscimo nesses teores. As gorduras insaturadas são mais tóxicas aos microrganismos do rumen e acredita-se que as saturadas sejam inertes nesse ambiente, devido ao seu alto ponto de fusão e consequentemente baixa solubilidade no fluido ruminal, porém este fornecimento não deve ultrapassar de 8% da dieta (Campos, 1994).

#### 2.2. Perfil dos ácidos graxos no leite

Baer (1991), mostra que a composição dos ácidos graxos da gordura do leite pode ser influenciada por diversos fatores incluindo a alimentação, mostrando que é possível produzir gordura do leite com menor teor de ácidos graxos saturados e alto de ácidos graxos insaturados, podendo trazer benefícios para o consumidor, fornecendo uma opção destes ácidos graxos em produtos lácteos.

Num estudo com infusões abomasais de óleo de canola e ácidos graxos de girassol alto em ácido oleico, LaCount et al. (1994) verificaram que os teores de ácidos graxos saturados na gordura do leite diminuíram e os teores de ácidos graxos insaturados aumentaram à medida que essa infusão aumentou, porém estas mudanças revertem-se quando a quantidade de ácido graxo infundido diminuiu. Os autores verificaram também que o aumento da concentração de  $C_{18:1}$  no leite foram atribuídos principalmente ao aumento do suprimento exógeno de  $C_{18:1}$ .

Grummer e Socha (1989) citam que as proporções de ácidos graxos sintetizados *de novo* diminuí linearmente com dietas suplementadas com gordura e que as modificações dos ácidos graxos do leite de  $C_{16}$  e  $C_{18}$  com dietas suplementadas com gordura dependem dos níveis destes nas dietas.

Tice, Eastridge e Firkins (1994) mostraram um aumento dos ácidos graxos insaturados e uma

<sup>1</sup> Aluna de Doutorado/DCA/UFLA.

<sup>2</sup> Professor Adjunto/DCA/UFLA.

<sup>3</sup> Professor Titular/DZO/UFLA, DEX/UFLA.



diminuição dos ácidos graxos saturados quando adicionaram lipídeos através da suplementação com soja crua e tostada. A mesma resposta foi observada por Kim et al. (1993) que utilizaram soja extrusada e sais de ácidos graxos de cadeia longa, mostrando ainda uma diminuição nos ácidos graxos de cadeia curta quando adicionaram lipídeos nas rações, tanto sob a forma de soja extrusada quando sob a forma protegida (sais de ácidos graxos de cadeia longa).

Abreu, Palmquist e Lindsay (1997) desenvolveram um estudo com suplementação de ácidos graxos de cadeias ramificadas para vacas leiteiras com o objetivo de aumentar os níveis de ácidos graxos de cadeias ramificadas de importância de "flavors" na gordura do leite. Estes autores observaram que outros ácidos graxos que não estavam incluídos no suplemento também foram aumentados por este tratamento, mostrando que era possível modificar o teor de ácidos graxos com flavor na gordura do leite. Afirmam ainda que os métodos que aumentam os níveis de propionato e/ou valerato no sangue fornecido a glândula mamária elevam as concentrações de ácidos graxos de cadeia ramificada e de cadeia ímpar, muitos dos quais exibem características potentes de flavor.

Portanto, é possível modificar a composição química do leite através da dieta como também modificar os tipos de ácidos graxos presentes na gordura do leite, tornando-o mais saudável ao consumidor e melhorando a qualidade dos produtos lácteos, em termos de aroma e sabor, sem diminuir a porcentagem de gordura desse leite.

### 3. METABOLISMO DOS LIPÍDEOS EM RUMINANTES

#### 3.1. Aspectos gerais

A oxidação microbiana do alimento no rúmen não é completa, pois o oxigênio não está disponível como receptor final de elétrons, sendo os ácidos graxos voláteis, metano dióxido de carbono, amônia e material celular, os produtos finais formados. Os ácidos graxos voláteis são utilizados pelos ruminantes como principal fonte de energia e os microrganismos como importantes fontes de aminoácidos para síntese protéica; ao contrário, a amônia, metano e calor representam consideráveis perdas de nitrogênio e energia pelo animal (Russel, 1988).

As proporções relativas dos principais ácidos graxos voláteis formados no rúmen de animais recebendo principalmente forragens estão entre 60-70% de acetato, 18-22% de propionato, 13-16% de butirato, 2-4% de valerato e traços de formiato. Os ácidos graxos de cadeia ramificada

estão também presentes, mas em pequenas concentrações (Church, 1993).

Os principais microrganismos celulolíticos do rúmen são: *Ruminococcus flavefcien*s, *Ruminococcus albus*, *Butyrivibrio fibrilolvens* e *Fibrobacter succinogenes* (Hungate, 1966). Esses microrganismos possuem requerimentos nutricionais por ácidos graxos de cadeia ramificada e ácido pentanóico (valérico) ou são estimulados pelos mesmos (Byers, 1989). Se não forem fornecidos esses ácidos através da alimentação, eles são formados pela deaminação e descarboxilação de aminoácidos como lisina, leucina, isoleucina, prolina e arginina (Abreu, 1993).

#### 3.2. Metabolismo dos lipídeos no rúmen

Os lipídeos, imediatamente após a ingestão são submetidos à ação dos microrganismos do rúmen. Primeiramente, ocorre uma hidrólise das ligações ésteres, via enzimas bacterianas de natureza extracelular, as quais possuem atividade lipolítica, galactolipolítica e fosfolipolítica (Jenkins, 1993). *Anaerovibrio lipolytica*, parece ser o principal microrganismo envolvido no processo hidrolítico dos lipídeos (Hungate, 1966). Quanto aos fungos e protozoários, a capacidade destes de hidrolisar lipídeos ainda é duvidosa e os dados de literatura são conflitantes.

Logo após a hidrólise, os ácidos graxos insaturados sofrem um processo bioquímico de saturação o que reduz sua maior reatividade, mantendo com mais eficiência a integridade das membranas lipoprotéicas, sendo este processo denominado de biohidrogenação (Jenkins, 1993). O passo inicial na biohidrogenação do ácido linoléico é a atuação de uma isomerase que converte a dupla ligação cis 12 em trans 11; logo após, mediante a ação de redutases específicas, ocorrerá a hidrogenação das ligações cis 9 e trans 11, resultando em ácido esteárico, esse processo não é 100% eficiente, o que leva ao aparecimento de ácidos graxos com duplas ligações trans na gordura do leite de ruminantes (Van Soest, 1982).

#### 3.3. Metabolismo de ácidos graxos voláteis na parede do rúmen, fígado e tecido adiposo

Devido a sua grande superfície e adequado suprimento sanguíneo, a parede do rúmen é bem adaptada para absorção tanto dos ácidos graxos voláteis, como de outros compostos solúveis em água, como a amônia e lactato, os quais são extensivamente absorvidos no rúmen. Cerca de 75 a 80% do total de ácidos graxos voláteis

produzidos são absorvidos nesse ambiente (Christie, 1981).

Os ácidos graxos de cadeia longa passam para o intestino onde são incorporados em lipoproteínas na parede intestinal e secretados no sistema linfático como quilomícron. Em contraste, a maioria dos ácidos graxos voláteis absorvidos do rúmen são transportados pela veia porta; somente pequena quantidade ocorre no sistema linfático.

Alguns ácidos graxos são metabolizados durante sua passagem pelo rúmen. O butirato é o mais metabolizado, sendo que 70 a 90% desse é convertido em  $\beta$ -hidroxibutirato (BHB) via  $\beta$ -hidroxi- $\beta$ -metilbutiril-CoA e acetoacetato. Igualmente, parece que uma proporção de propionato não passa pelo epitélio do rúmen sem sofrer modificações, mas é metabolizado pela fixação de  $\text{CO}_2$  e consequente formação de succinato, o que leva à formação de lactato. Em contraste, pouco ou nenhum metabolismo de acetato ocorre no epitélio do rúmen. (Church, 1993).

A maioria do propionato (80-90%) que chega ao fígado de ruminantes é metabolizado a succinato através do ciclo de Krebs, para posterior formação da glicose. O propionato que não sofre metabolismo hepático, ou aquele produzido em outros tecidos, pode servir como "primer" no processo de síntese de ácidos graxos ou para produção de metilmalonil. Isso se torna evidente pela ocorrência nos tecidos e leite de ruminantes de considerável quantidade de ácidos graxos de cadeia com número ímpar de carbono e de cadeia ramificada (Church, 1993).

O tecido adiposo possui capacidade de sintetizar ácidos graxos cerca de três vezes mais que o fígado. Gorduras localizadas no tecido adiposo de ruminantes ocorrem quase que exclusivamente na forma de triacilglicerol, com predominância de  $\text{C}_{16}$  e  $\text{C}_{18}$ . Em contraste com os não ruminantes, o tecido adiposo de ruminantes possui pouco  $\text{C}_{18:1}$  ou  $\text{C}_{18:2}$  (Christie, 1981).

#### 3.4. Metabolismo dos lipídeos no intestino delgado

Ao contrário dos ácidos graxos voláteis, os ácidos graxos de cadeia longa não são absorvidos à nível ruminal, passando consequentemente para o intestino. Os lipídeos que chegam ao intestino delgado dos ruminantes são marcadamente diferentes e em maior concentração em relação aos lipídeos dietético, devido à síntese e modificação microbiana que ocorre no rúmen (Doreau e Ferlay, 1994). À nível de abomaso, os ácidos graxos são protonados nesse meio ácido e possivelmente, as formas insolúveis associadas a íons metálicos serão dissociadas. Devida à restrita ação tamponante realizada pela secreção pancreática a qual possui

baixa concentração de bicarbonato, a digesta que passa pelo abomaso mantém-se bastante ácida e essa característica permanece por toda metade anterior do Intestino delgado.

A digestão dos lipídeos no intestino delgado ocorre em um meio bifásico, onde os ácidos graxos adsorvidos às partículas insolúveis são transferidos para uma fase de micelas. Esta transferência ocorre gradualmente, à medida que a digesta passa pelo intestino delgado; aproximadamente 5% no duodeno, 20% no jejuno superior, 25% no jejuno médio e terminal e 50% no íleo. Mediante a ação da lipase pancreática e do sistema colipase, os triacilgliceróis são convertidos a um "pool" de ácidos graxos e 2-monoacilgliceróis. Os ácidos graxos absorvidos pelas células intestinais serão reesterificados, armazenados nos enterócitos como mono, di ou triacilgliceróis, colesterol e fosfolipídeos que serão incorporados aos quilomícrons e então transportados pelo sistema linfático até os tecidos periféricos (Bauchart, 1993).

À medida que a concentração de lipídeos na ração aumenta de 1 para 8% na MS a digestibilidade verdadeira parece diminuir. Isto pode ser explicado por um limite biológico de secreção de sais biliares, bem como das enzimas pancreáticas (Palmquist, 1991). A digestibilidade verdadeira pós-ruminal dos lipídeos de origem bacteriana e dietética é de 95,0 e 100,0%, assumido pelo sistema Cornell (CNCPS). Van Soest (1982) relata que a digestibilidade verdadeira pós-ruminal dos lipídeos é aproximadamente 100%.

#### 3.5. Metabolismo dos lipídeos no intestino grosso

A quantidade de ácidos graxos que passa pelo íleo terminal pode não ser igual àquela fecal. A energia fermentável no ceco faz com que ocorra uma síntese de lipídeos microbianos nesta porção intestinal, e esta tem sido a explicação para fluxos fecais de ácidos graxos maiores do que os fluxos ileais, especialmente quando a digestibilidade da matéria orgânica cecal for significativa (Doreau e Ferlay, 1994). Em função da suplementação lipídica, Palmquist e Beaulieu (1993) afirmam que uma possível alteração da fermentação ruminal pode alterar a partição da digestão, fazendo com que a digestão cecal tenha maior significado.

#### 3.6. Síntese da gordura na glândula mamária

##### 3.6.1 Ácidos graxos de cadeia curta, ramificada e de cadeia com número ímpar de carbonos

Praticamente, não existe síntese de ácidos graxos a partir da glicose na glândula mamária de

ruminantes, sendo que o animal utiliza metabólitos simples para a síntese, como acetato e  $\beta$ -hidroxi-butirato (BHB). Tal síntese ocorre dentro dos lóbulos-alvéolos da glândula. Em ambos os casos, acetato e BHB, o alongamento da cadeia continua até que o palmitato é liberado do processo de síntese pelo componente aciltransferase (tioesterase I).

Todos os ácidos graxos de cadeia curta ( $C_2$  a  $C_{10}$ ) e metade dos de cadeia média ( $C_{12}$  a  $C_{17}$ ) da gordura do leite são sintetizados nas células epiteliais da glândula mamária a partir do acetato e BHB. A outra metade dos ácidos graxos de cadeia média e quase a totalidade dos de cadeia longa ( $C_{18}$  e mais longos) são derivados do plasma sanguíneo que por sua vez tem origem na dieta ou são mobilizados dos tecidos armazenadores de gordura.

A síntese dos ácidos graxos em mamíferos ocorre por alongamento da cadeia iniciada pelo grupo acetil do acetil-CoA por sucessivas condensações com o grupo malonil do malonil-CoA. Além do acetato (formador do acetil-CoA), o BHB o qual é originado do butirato produzido no rúmen, contribui significativamente para a formação de ácidos graxos no tecido mamário de ruminantes, através da formação de butiril-CoA, que por sua vez age como unidade "primer" de 4 carbonos (Palmquist et al., 1993).

A presença de grandes quantidades de ácidos graxos de cadeia ramificada e de cadeia com número ímpar de carbono no leite dos ruminantes, mostra que esses ácidos graxos são os mais característicos desse leite e podem ser sintetizados na glândula mamária ou originados do sangue como produto de lipídeos das bactérias do rúmen (Abreu, 1993).

A biossíntese dos ácidos graxos de cadeia ramificada é feita pelo uso de metilmalonil-CoA, que é o produto da carboxilação do propionil-CoA no lugar de uma ou mais moléculas do malonil-CoA. Já os ácidos graxos de cadeia com número ímpar de carbono são sintetizados quando propionil-CoA age como aceptor do malonil-CoA sendo a cadeia alongada por subseqüentes condensações com malonil-CoA.

Uma outra característica importante do leite de ruminantes é sua considerável quantidade de ácidos graxos de cadeia curta,  $C_4$  e  $C_6$  que juntos representam de 4,9 a 6,8% respectivamente, do total de ácidos graxos (Christie, 1981). Além disso existe significante quantidade de ácidos graxos com 8 a 12 carbonos na cadeia.

### 3.6.2 Biossíntese de glicerídeos na glândula mamária

Cerca de 97 a 98% da gordura do leite é composto por triacilglicerol, 0,5% ou menos de diacilgliceróis e cerca de 1% de fosfolipídeos (Christie, 1971). Os triacilgliceróis são formados

dentro do epitélio secretor do tecido mamário a partir de precursores que são sintetizados de novo ou absorvidos do plasma circulante ou de ambos (Kinsella, 1971). As principais frações do sangue que contribuem com ácidos graxos para a formação da gordura são os quilomícron circulante e lipoproteínas de baixa densidade, porém pequenas quantidades de ácidos graxos não esterificados do plasma sanguíneo são também utilizados.

Os triacilgliceróis do leite de ruminantes contém cerca de 20 a 30 mol% de ácidos graxos de cadeia curta e média. A glândula mamária de ruminantes tem grande capacidade de esterificar butiril-CoA e hexanoil-CoA na posição sn-3 do glicerol, levando à formação de triacilgliceróis ricos nesses ácidos graxos de cadeia curta. Isso pode refletir no acoplamento direto da síntese desses ésteres com formação de triacilgliceróis o que não acontece em não ruminantes (Kinsella, 1971).

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, L.R. *Factors affecting the biosynthesis of branched-chain fatty acids in milk fat*. Madison: University of Wisconsin, 1993, 163 p. (Doctorate thesis in Food Science).

ABREU, L.R.; PALMQUIST, D.L.; LINDSAY, R.C. Influence of feeding branched and n-chain fatty acids on volatile minor fatty acids of milk fat. *Journal of Dairy Science*, Champaign, 1997. (no prelo).

BAER, R.J. Alteration of the fatty acid content of milk fat. *Journal of Food Protection*, Ames, v.54, n.5, p.383-386, May 1991.

BAUCHART, D. Lipid absorption and transport in ruminants. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v.76, n.12, p.3864-3881, Dez. 1993.

BYERS, F.M.; SCHELLING, G.T. Lipids in ruminant nutrition. In: CHURCH, D.C. *The ruminant animal: digestive physiology and nutrition*. New Jersey: A Reston Book, 1989. p.298-312.

CAMPOS, V. Leite, composição depende de nutrição e de manejo. *Balde Branco*, São Paulo, n.352, p.20-24, fev. 1994.

CHRISTIE, W.W. *The effects of diet and other factors on the lipid composition of ruminant tissues and milk*. In *lipids metabolism in ruminant animals*. New York: Pergamon, 1981. 193 p.

CHURCH, C.D. Fermentación ruminal. In: \_\_\_\_ *El ruminante: fisiología digestiva y nutrición*. Zaragoza: Acirbia, 1993. Cap.8, p.159-189.

DePETERS, E.J.; CANT, J.P. Nutritional factors influencing the nitrogen composition of bovine milk: a review. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v.75, n.8, p.2043-2070, Aug. 1992.

DOREAU, B.; FERLAY, A. Digestion and utilization of fatty acids by ruminants. *Animal Feed Science and Technology*, Amsterdam, v.45, n.3, p.379-396, Mar. 1994.

ELLIOTT, J.P.; DRACKLEY, J.K.; WEIGEL, D.J. Digestibility and effects of hydrogenated palm fatty acid distillate in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v.79, n.6, p.1031-1039, June 1996.

ELLIOTT, J.P.; DRACKLEY, J.K.; FAHEY, G.C.JR.; SHANKS, R.D. Utilization of supplemental fat by dairy cows fed diets varying in content of nonstructural carbohydrates. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v.78, n.7, p.1512-1525, July 1995.

GRESTI, J.; BUGAUT, M.; MANIONGUI, C.; BEZARD, J. Composition of molecular species of triacylglycerols in bovine milk fat. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v.76, n.7, p.1850-1869, July 1993.

GRUMMER, R.R.; LUCK, M.L.; BARMORE, J.A. Rumen fermentation and lactation performance of cows fed roasted soybean and tallow. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v.76, n.9, p.2674-2681, Sept. 1993.

GRUMMER, R.R.; SOCHA, M.T. Milk fatty acid composition and plasma energy metabolite concentrations in lactating cows fed medium-chain triglyceride. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v.72, n.8, p.1996-2001, Aug. 1989.

HARRISON, J.H.; KINCAID, R.L.; McNAMARA, J.P. Effect of fat from whole cottonseeds and calcium salts of long-chain fatty acids on performance of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v.78, n.1, p.181-193, Jan. 1995.

HUNGATE, R.E. *The rumen and its microbes*. London: Academic Press, 1966. 533p.

JENKINS, T.C. Lipid metabolism in the rumen. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v.76, n.12, p.3851-3863, Dec. 1993.

KIM, Y.K.; SCHINCOETHE, D.J.; CASPER, D.P.; LUDENS, F.C. Supplemental dietary fat from extrudes soybeans and calcium soaps of fatty acids for lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v.76, n.1, p.197-204, Jan. 1993.

KINSELLA, J.E. Position of endogenous radioactive fatty acids in mammary triglycerides. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v.54, n.7, p.1014-1017, July 1971.

LaCOUNT, D.W.; DRACKLEY, J.K.; LAESCH, S.O.; CLARK, J.H. Secretion of oleic acid in milk fat in response to abomasal infusions of canola or high oleic sunflower fatty acids. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v.77, n.5, p.1372-1385, May 1994.

PALMQUIST, D.L.; JENKINS, T.C. Fat in lactation rations: review. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v.63, n.1, p.1-14, Jan. 1980.

PALMQUIST, D.L. Influence of source and amount of dietary fat on digestibility in lactating cows. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v.74, n.4, p.1354-1360, Apr. 1991.

PALMQUIST, D.L.; BEAULIEU, D. ADSA Foundation Symposium: Milk fat synthesis and modification. feed and animal factors influencing milk fat composition. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v.76, n.6, p.1753-1771, June 1993.

PEIXOTO, F.A.M.; SILVA, J.F.C.da; FILHO, S.de C.V.; CASTRO, A.C.G.; ROSADO, M. Utilização do complexo ácido graxo-cálcio na dieta de vacas em lactação, alimentadas com cana-de-açúcar. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.23, n.4, p.173-179, Feb. 1994.

PHILLIPS, L.G.; MCGIFF, M.L.; BARBANO, D.M.; LAWLESS, H.T. The influence of fat on the sensory properties, viscosity, and color of lowfat milk. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v.78, n.6, p.1258, June 1995.

RUSSEL, J.B. *Energy Yielding and consuming reactions*. Aberdeen: Elsevier, 1988, 185p.

SCHMIDT, G.H. *Biology of lactation*. San Francisco: Freeman and Company, 1971. 317p.

SHAUFF, D.J.; ELLIOTT, J.P.; CLARK, J.H.; DRACKLEY, J.K. Effects of feeding lactating



dairy cows diets containing whole soybeans and tallow. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v.75, n.7, p.1923-1935, July 1992.

TICE, E.M.; EASTRIDGE, M.L.; FIRKINS, J.L. Raw soybeans and roasted soybeans of different particle sizes. 2. Fatty acid utilization by lactating cows. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v.77, n.1, p.166-180, Jan. 1994.

VAN SOEST, P.J. *Nutritional ecology of the ruminant*. Ithaca: Corvallis O e B Books, 1982. 372p.

WU, Z., HUBER, J.T., CHAN, S.C. Effect of Source and Amount of Supplemental Fat on lactation and Digestion in Cows. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v.77, n.6, p.1644-1651, June 1994.



A EPAMIG - Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, através do "Instituto de Laticínios Cândido Tostes", lançou em julho, por ocasião do XIII e XIV Congressos Nacionais de Laticínios, dois livros sobre diversas variedades de queijos de vaca e cabra e a tecnologia de fabricação dos mais afamados queijos do mundo; além de um glossário com mais de 100 variedades de queijos e anexos estatísticos sobre o setor.

#### Informações

Área de Difusão de Tecnologia

CEPE/ILCT/EPAMIG - Rua Tenente Freitas, 116 - 36045-560 - Juiz de Fora - MG

Fone: (32) 224-3116 Fax: (32) 224-3113

## ASPECTOS TECNOLÓGICOS DA FABRICAÇÃO DE IOGURTE E QUEIJO UTILIZANDO LEITE COM RESÍDUOS DE ANTIBIÓTICOS

Cristiane Gattini Sbampato<sup>1</sup>  
Luiz Ronaldo de Abreu<sup>2</sup>  
Alexandre Tourino Mendonça<sup>3</sup>

### RESUMO

Atualmente um grande número de drogas veterinárias é utilizado no tratamento e profilaxia de um amplo espectro de doenças em animais. Este é o caso dos animais utilizados na exploração leiteira onde são empregadas drogas antimicrobianas, anti-inflamatórias e anti-parasitárias, dentre outras, muitas vezes em níveis acima dos tolerados. O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da presença de resíduos de 3 antibióticos (penicilina, estreptomicina e tetraciclina) de grande utilização terapêutica na prática veterinária nos testes de controle de qualidade do leite e nos aspectos tecnológicos da fabricação de iogurte e queijo. Ao leite isento de resíduos adicionou-se 3 concentrações de cada antibiótico penicilina (100UI/ml de leite, 200UI/mL e 400UI/mL), estreptomicina (1 UI/mL, 2UI/mL e 4UI/mL) e tetraciclina (1 µg/mL, 2µg/mL e 4µg/mL); que segundo a literatura consultada são concentrações próximas às eliminadas pelo leite dos animais após aplicação terapêutica. As amostras de leite fraudado mais a testemunha (sem adição de antibióticos) foram submetidas aos testes de fosfatase, peroxidase e redutase e encaminhadas à fabricação de queijo Minas Frescal e iogurte. No iogurte avaliou-se a influência dos resíduos durante a fermentação e no queijo foram realizadas análises de tempo de coagulação, característica da massa e aspecto do soro. Nas concentrações utilizadas os antibióticos não modificaram os resultados dos testes de peroxidase e fosfatase. O teste de redutase foi alterado pela presença dos antibióticos indicando uma qualidade bacteriológica superior. As concentrações dos 3 antibióticos utilizados inibiram a atividade do fermento durante a incubação na fabricação de iogurte, chegando a impedir a fermentação. Em relação ao ponto de coagulação do queijo, observou-se que as concentrações de penicilina não interferiram no tempo de coagulação. A presença de estreptomicina e tetraciclina causou um atraso na coagulação sendo que este foi proporcional à concentração utilizada, porém nenhuma concentração foi suficiente para impedir a coagulação; para que estes antibióticos inibam a coagulação do queijo seriam necessárias doses muito elevadas.

### INTRODUÇÃO

Atualmente um grande número de drogas veterinárias é utilizado no tratamento e profilaxia de um amplo espectro de doenças em animais. Este é o caso dos animais utilizados na exploração leiteira nos quais são empregadas drogas antimicrobianas, anti-parasitárias e anti-inflamatórias, dentre outras, muitas vezes em níveis acima dos tolerados (IDFS, 1991).

Segundo Vilela (1984), a presença de resíduos de antibióticos no leite, é consequência de tratamentos terapêuticos aplicados no animal em lactação, principalmente no combate às doenças infecciosas da glândula mamária. A presença de pequenas quantidades dessas substâncias no leite acarreta sérios prejuízos ao consumidor. Para a indústria, torna-se difícil o aproveitamento da matéria-prima com resíduos de antibióticos porque essas substâncias atuam diminuindo ou inibindo a atividade das bactérias responsáveis pelas diversas fermentações desejadas nos diferentes produtos lácteos.

Resíduos de antibióticos em leite devem ser evitados por várias razões, dentre elas: alguns resíduos podem causar reações em consumidores sensíveis e essas podem ser extremamente sérias; podem levar à obtenção de organismos resistentes; alguns resíduos são capazes de interferir nas culturas utilizadas em produtos lácteos processados e queijos e são indicativo de que o leite pode ter sido obtido de animais com infecções sérias (Brady e Katz, 1988).

Fagundes e Molin (1988) declaram que os antibióticos podem estar presentes no leite devido à introdução voluntária e/ou fraudulenta pelo produtor, visando melhorar a qualidade bacteriológica do leite cru, porém o fato que mais contribui para o aparecimento no leite é a terapêutica anti-infecciosa. O fator mais agravante é a não observação do prazo de carência destes produtos acarretando um grande prejuízo à saúde pública e à tecnologia.

Os antibióticos entram na cadeia alimentar pelas seguintes fontes de contaminação: pelo uso intramamário, pela via sanguínea após aplicação

1 Eng. Agrônoma, M.S., doutoranda em Ciência dos Alimentos/UFLA.  
2 Professor Adjunto do Departamento de Ciência dos Alimentos/UFLA.  
3 Zootecnista, M.S.

parenteral, pelas vias intra uterina, subcutânea, intramuscular, intradérmica e intravenosa (IDFS, 1991) e (Hawronskyj *et al.* 1993)

Santos (1985) relata que os antibióticos são amplamente utilizados no tratamento de mamites, podendo aparecer no leite por mais de 72 horas e até mesmo 144 horas após sua aplicação, dependendo da via de inoculação e do tipo específico de antibiótico.

Estudos realizados por Fagundes (1981), comprovam que em vacas mamíferas, com PPD (dehidroestreptomicina + penicilina procaina), permanece no leite 117 horas quando aplicada via intramuscular e 126 horas quando aplicada por via intramamária. A clortetraciclina, quando inoculada por via intramuscular, permanece 96 horas e por via intramamária perdura por 141 horas no leite.

Os antibióticos utilizados na terapêutica da mamite podem ser detectados no leite até 141 horas após aplicação. Quanto à termoresistência, verifica-se que a penicilina e tetraciclina resistem a 100°C após três horas e que a penicilina, estreptomicina e neomicina resistem ao congelamento por 12 semanas, sem perda de ação residual (Fagundes e Molin, 1988).

Santos (1985) relata que as consequências da aplicação indiscriminada de antibióticos, são observadas pelos prejuízos na indústria de laticínios, onde ocorre a inutilização de grandes quantidades de leite fermentado e interferência na qualidade dos queijos devido à inibição dos fermentos lácticos.

A presença de antibióticos no leite, mesmo em quantidades diminutas, acarreta problemas na fabricação de queijos, por produzir uma coagulação inadequada e cura imprópria, decréscimo da produção de ácido e *flavor* menos acentuado durante a fabricação de manteiga e produtos similares, diminuição do crescimento das bactérias do fermento láctico e dificuldades de produção de leite fermentado, estes fatores levam à obtenção de produtos inferiores, causando prejuízos à indústria e aos consumidores que podem sofrer alergias ou intoxicações (IDFS, 1991).

Segundo Sokolow *et al.* (1980), o transtorno tecnológico ocasionado por resíduos de antibióticos no leite está na diminuição da capacidade de acidificação, o que influencia negativamente a produção de iogurte, considerando que a cultura láctica utilizada é uma das mais sensíveis à ação da maioria dos antibióticos.

Em queijos os resíduos de antibióticos influenciam a ação do fermento, resultando em produtos com estrutura esponjosa e sabor ligeiramente amargo. Mesmo que os fermentos para fabricação de queijos possuam menor sensibilidade a antibióticos, podem aparecer irregularidade da acidificação,

principalmente em queijos duros que utilizam *S. thermophilus* (Sokolow *et al.* 1980).

Os principais problemas que ocorrem em queijos oriundos de leites com antibióticos incluem uma má dessoragem da coalhada, fermentação indesejável, com produção de gás e uma maturação irregular; isto acontece devido à interferência dos antibióticos sobre os fermentos utilizados para a fabricação de queijos. A influência negativa da penicilina já se manifesta a 10U.I./mL e inibe totalmente o fermento a 500U.I./mL. No queijo tipo Camembert, com 0.5-1.0U.I./mL, obtém-se um produto impregnado de gás. Para o queijo Cottage, pequenas concentrações de tetraciclina interagem com a caseína e cálcio, impedindo a coagulação (Fagundes e Molin, 1988).

A qualidade do leite aumentará sua importância com a conscientização da segurança do alimento e com a preocupação com a saúde e com a influência na tecnologia e qualidade final de seus derivados. (Gleeson, 1991).

Faça ao exposto, o presente trabalho teve como objetivos:

- Avaliar os efeitos da presença de resíduos de três antibióticos (penicilina, estreptomicina e tetraciclina) de grande utilização terapêutica na prática veterinária nos testes de controle de qualidade do leite e nos aspectos tecnológicos nos processos de fabricação de iogurte e queijo.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O leite foi coletado de uma propriedade na Cidade de Lavras, cujo rebanho é sabidamente isento de resíduos de antibióticos e encaminhado adequadamente ao Laboratório de Laticínios - UFLA para realização das análises.

Após devidamente coletadas as amostras foram submetidas à análises físico-químicas segundo métodos descritos por Brasil (1981) e AOAC (1995). A confirmação da ausência de resíduos de antibióticos foi realizada através de "Delvo Test". Ao leite isento de resíduos adicionou-se três concentrações de cada antibiótico conforme tabela I; que segundo a literatura consultada são concentrações próximas às eliminadas pelo leite dos animais após aplicação terapêutica.

### 2.1. Procedimento Experimental

As concentrações de antibióticos especificadas na tabela I foram inoculadas em 10 litros de leite que foram preparados para fabricação de iogurte e queijo. Deste total foi retirado uma alíquota para procedimento das análises físico-químicas e de controle de qualidade que foram realizadas no laboratório Laticínios do Departamento de Ciência dos Alimentos da UFLA.

Tabela 1 - Apresentação das concentrações de antibióticos a serem inoculadas no leite que será analisado.

| Antibiótico    | Concentração 1     | Concentração 2       | Concentração 3       |
|----------------|--------------------|----------------------|----------------------|
| Penicilina     | 100 UI/ml de leite | 200 (UI/ml de leite) | 400 (UI/ml de leite) |
| Estreptomicina | 1 UI/ml de leite   | 2 UI/ml de leite     | 4 UI/ml de leite     |
| Tetraciclina   | 1 µg/ml de leite   | 2 µg/ml de leite     | 4 µg/ml de leite     |
| Testemunha     | 0                  | 0                    | 0                    |

### 2.2. Análises físico-químicas

**pH:** as medidas de pH foram obtidas, utilizando-se um potenciômetro HANNA (modelo HI 8314), devidamente calibrado.

**Acidez, titulável:** Determinada em 10mL de leite, utilizando-se o método de titulação com hidróxido de sódio N/9 (solução Dornic), em presença de solução indicadora (fenolftaleína), como descrito por Brasil (1981)

**Sólidos totais e desengordurado:** os teores de extrato seco total (EST) das amostras de leite foram determinados pelo método de secagem em estufa da marca FANEM, modelo 315 SE à 105°C, como descrito pela A.O.A.C. (1995)

**Gordura:** os teores de gordura das amostras foram determinados pelo método butirômetro de Gerber-Van Gulik, descrito por Brasil (1981). Para esta análise foi utilizada uma centrífuga do tipo Gerber da marca FANEM.

**Densidade:** Determinada através de leitura direta, utilizando-se um termolactodensímetro segundo Quevenne, o efeito da temperatura foi corrigido segundo o método descrito A.O.A.C. (1995)

**Peroxidase, fosfatase alcalina e redutase:** as análises de peroxidase, fosfatase e redutase serão realizadas segundo técnicas descritas por Brasil (1981)

### 2.3. Fabricação dos queijos

Os processos de fabricação dos queijos foram os mesmos para cada tratamento. A técnica de fabricação foi a descrita por Furtado e Lourenço Neto (1994). Foram realizadas quatro fabricações em períodos distintos.

- Durante a fabricação dos queijos foram observados os seguintes itens:
  - tempo de coagulação: através de cronometragem

- Características do coágulo formado por análise visual:

A interpretação foi feita observando o seguinte critério pré estabelecido:

- +++ coagulação homogênea, massa compacta
- ++ coagulação deficiente, com exudação de soro
- + coagulação parcialmente digerida, com resquícios de coágulo
- ausência de coagulação

### 2.4. Fabricação de Iogurte

Os processos de fabricação dos iogurtes foram idênticos para cada tratamento. A técnica de fabricação foi a descrita por Rodrigues (1995). Foram realizadas quatro fabricações em períodos distintos.

• Durante a fabricação dos iogurtes foram observados os seguintes itens:

- avaliação cronométrica do tempo de fermentação
- pH
- avaliação visual da consistência do coágulo do iogurte:

A interpretação foi feita observando o seguinte critério pré estabelecido:

- ++++ Fermentação homogênea, massa compacta, sem exudação de soro
- +++ Fermentação homogênea com leve exudação de soro
- ++ Fermentação homogênea com abundante exudação de soro
- + Fermentação parcialmente digerida, com resquícios de coágulo
- Fermentação totalmente digerida

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1. Controle de qualidade

#### 3.1.1 Composição físico-química do leite

A composição físico-química do leite descrita na tabela 2, indica que este se encontra dentro dos padrões estabelecidos pelo ministério da agricultura - RISOA, indicando que o mesmo é apropriado para consumo e fabricação de produtos lácteos.



**Tabela 2 - Resultados da composição média\* do leite.**

| Leite                  |        |
|------------------------|--------|
| pH                     | 6,7    |
| Acidez                 | 16º D  |
| Sólidos totais         | 12.93% |
| Sólidos desengordurado | 9.03%  |
| Gordura                | 3.9%   |
| Densidade              | 1.031  |

\* Média obtida de quatro observações

**3.1.2 Fosfatase alcalina e peroxidase**

Alguns autores, dentre eles Fagundes e Molin (1988) e Barros e Perches (1981), afirmam que a presença de certos antibióticos em concentrações elevadas modificam os resultados dos testes de peroxidase e fosfatase alcalina. Entretanto os resultados observados na tabela 3, indicam que nas concentrações utilizadas no presente trabalho, os antibióticos não modificaram os resultados dos testes de peroxidase e fosfatase.

**Tabela 3 - Efeito da presença de resíduos de antibióticos nos testes de peroxidase e fosfatase.**

|                                      | Peroxidase | Fosfatase |
|--------------------------------------|------------|-----------|
| Testemunha                           | +          | -         |
| Penicilina* ( $P_1 - P_2 - P_3$ )    | +          | -         |
| Tetraciclina ( $T_1 - T_2 - T_3$ )   | +          | -         |
| Estreptomicina ( $E_1 - E_2 - E_3$ ) | +          | -         |

\*1.2. e 3 referem-se às concentrações utilizadas

Os resultados encontrados estão de acordo com Aurvalle (1981), esse autor concluiu que a presença de resíduos de tetraciclina em concentrações iguais ou inferiores à 0.05mg/mL não altera os resultados dos testes de peroxidase e fosfatase, isto é, as duas enzimas obtiveram resultados conforme previsto no RISPOA.

**Tabela 4 - Efeito da presença de resíduos de antibióticos no teste de redutase.**

|                  | Tempo(min) |     |     |     |     |     |
|------------------|------------|-----|-----|-----|-----|-----|
|                  | 90         | 150 | 210 | 270 | 330 | 390 |
| Testemunha       | -          | -   | -   | +   |     |     |
| $P_1$ (100UI/ml) | -          | -   | -   | -   | -   | +   |
| $P_2$ (200UI/ml) | -          | -   | -   | -   | -   | +   |
| $P_3$ (400UI/ml) | -          | -   | -   | -   | -   | +   |
| $T_1$ (1µg/ml)   | -          | -   | -   | -   | +   |     |
| $T_2$ (2µg/ml)   | -          | -   | -   | -   | +   |     |
| $T_3$ (4µg/ml)   | -          | -   | -   | -   | -   | +   |
| $E_1$ (1UI/ml)   | -          | -   | -   | -   | +   |     |
| $E_2$ (2UI/ml)   | -          | -   | -   | -   | +   |     |
| $E_3$ (4UI/ml)   | -          | -   | -   | -   | +   |     |

+ reduziu

Fagundes e Molin (1988), utilizando amostras de leite cru e pasteurizado, avaliaram a interferência da presença de resíduos de antibióticos nos testes de peroxidase e fosfatase e concluíram que a presença de tetraciclina em concentrações iguais ou superiores à 0.25mg/mL interfere no teste de peroxidase tanto no leite cru com no pasteurizado; no leite pasteurizado concentrações acima de 0.25mg/mL inibem a peroxidase fazendo com que um leite pasteurizado corretamente conduzisse à pensar que o mesmo sofreu calor excessivo, o mesmo ocorre com leite cru na concentração de 0.5mg/mL. Em relação ao teste de fosfatase os autores observaram interferência apenas no leite cru, no qual a fosfatase foi negativa em concentrações iguais ou superiores à 0.25mg/mL.

Esses mesmos autores concluíram que em concentrações de até 0.5mg/mL resíduos de penicilina e estreptomicina não interferem sobre as enzimas peroxidase e fosfatase, em leite cru e pasteurizado.

Resultados semelhantes foram encontrados por Barros e Perches (1981), esses autores relatam que a presença de resíduos de tetraciclina altera os resultados do teste de peroxidase, porém as concentrações necessárias são muito elevadas e normalmente não seriam encontradas no leite, pois 0.05mg/mL equivale à 5g/100L.

**3.1.3 Redutase**

Os resultados descritos na tabela 4, indicam que a presença de resíduos dos antibióticos utilizados alterou o resultado do teste de redutase.

A presença dos três antibióticos utilizados ocasionou atraso na redução do azul de metileno; a penicilina causou maior atraso e as concentrações utilizadas se comportaram de maneira semelhante, o mesmo ocorrendo com a estreptomicina; no caso da tetraciclina a concentração três se comportou de maneira diferente provocando atraso superior.

Fagundes e Molin (1988) e Albuquerque, Melo e Martins (1996), observaram que concentrações iguais ou superiores à 5µg/mL de tetraciclina, atrasam o tempo de redução do azul de metileno e que a presença de penicilina em concentrações acima de 5UI/mL produz falsa melhora na qualidade bacteriológica do leite.

De acordo com os resultados, pode-se observar que o uso de antibióticos deve ser uma preocupação constante, pois em pequenas concentrações induzem à conclusões errôneas sobre a qualidade do leite.

**3.2. Fabricação dos queijos**

Os tempos gastos para a coagulação do leite, encontram-se na tabela 5. Dos antibióticos utilizados, a penicilina não teve influência no tempo de coagulação, enquanto que a estreptomicina e a tetraciclina prolongaram esse tempo. No caso da estreptomicina o aumento no tempo de coagulação foi proporcional às doses utilizadas enquanto que para a tetraciclina as concentrações um e dois se comportaram de maneira semelhante e a concentração três causou um tempo de coagulação mais longo. O prolongamento no tempo de coagulação do queijo causado pela presença de alguns antibióticos é devido à menor atuação do fermento e consequente redução na acidificação.

Com relação à penicilina, Fagundes e Molin (1988) relatam que concentrações acima de 500 UI/mL retardam o ponto de coagulação, sendo que o atraso é proporcional ao aumento da concentração, porém o valor máximo utilizado (5000 UI/mL) não foi suficiente para anular a concentração. Segundo Mohl (1976), pequenas concentrações de estreptomicina atrasam a

coagulação dos queijos, porém para impedi-la seriam necessárias concentrações muito elevadas.

As concentrações utilizadas de penicilina, estreptomicina e tetraciclina não impediram a coagulação dos queijos; os resultados descritos na tabela 6 indicam que concentrações de 400 UI/mL de penicilina; 2 UI/mL e 4 UI/mL de estreptomicina e 2µg/mL e 4µg/mL de tetraciclina, causaram prejuízos ao aspecto do coágulo causando coagulação deficiente e leve sinérese.

Esses resultados demonstram que deve-se ter cautela no uso dessas drogas e na seleção do leite a ser utilizado pela indústria para a fabricação de queijos, a fim de evitar o comprometimento da produção e consequentemente da qualidade do produto.

**3.3. Fabricação de Iogurte**

Iogurte é o produto obtido através da fermentação láctica, pela ação de dois microrganismos, *Lactobacillus bulgaricus* e *Streptococcus thermophilus*. É caracterizado por um gel suave, viscoso e homogêneo e possui sabor característico. (Kosikowsk, 1978) e (Rodrigues, 1995).

Segundo Oliveira (1993), a incubação do iogurte é feita entre 42º C e 45º C durante 3 a 5 horas, resultando em coágulo firme com pH de 4.4 a 4.7. A acidez no iogurte é variável, pH de 3.9 a 4.6 são comuns; entretanto o pH ideal está entre 4.4 e 4.7, nesta faixa o "flavor" é ótimo e a proporção entre os dois microrganismos está equilibrada ou seja 1:1. Souza, 1991.

Pela análise dos resultados apresentados na tabela 6, observa-se que o processo de fermentação láctica e o comportamento da acidez, foram influenciados pela presença dos antibióticos

**Tabela 5 - Tempo médio\* de coagulação dos queijos.**

| Tempo (min) | Testemunha | Tratamento |       |       |                |       |       |              |       |       |
|-------------|------------|------------|-------|-------|----------------|-------|-------|--------------|-------|-------|
|             |            | Penicilina |       |       | Estreptomicina |       |       | Tetraciclina |       |       |
|             |            | $P_1$      | $P_2$ | $P_3$ | $E_1$          | $E_2$ | $E_3$ | $T_1$        | $T_2$ | $T_3$ |
| 40          | X          | X          | X     | X     |                |       |       |              |       |       |
| 50          |            |            |       |       | X              |       |       | X            | X     |       |
| 55          |            |            |       |       |                | X     |       |              |       | X     |
| 60          |            |            |       |       |                |       | X     |              |       |       |

\*média obtida de quatro observações

**Tabela 6 - Avaliação da coagulação do leite pasteurizado e acrescido de penicilina, estreptomicina e tetraciclina.**

| Parâmetros | Testemunha | Tratamento |       |       |                |       |       |              |       |       |
|------------|------------|------------|-------|-------|----------------|-------|-------|--------------|-------|-------|
|            |            | Penicilina |       |       | Estreptomicina |       |       | Tetraciclina |       |       |
|            |            | $P_1$      | $P_2$ | $P_3$ | $E_1$          | $E_2$ | $E_3$ | $T_1$        | $T_2$ | $T_3$ |
| coágulo    | +++        | +++        | +++   | ++    | +++            | ++    | ++    | +++          | ++    | ++    |



Tabela 7 - Avaliação da fermentação láctica\* do leite pasteurizado e acrescido de penicilina, estreptomicina e tetraciclina.

| Parâmetros | Testemunha | Tratamento     |                |                |                |                |                |                |                |                |
|------------|------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|            |            | Penicilina     |                |                | Estreptomicina |                |                | Tetraciclina   |                |                |
|            |            | P <sub>1</sub> | P <sub>2</sub> | P <sub>3</sub> | E <sub>1</sub> | E <sub>2</sub> | E <sub>3</sub> | T <sub>1</sub> | T <sub>2</sub> | T <sub>3</sub> |
| coágulo    | +++        | +++            | +++            | ++             | +++            | ++             | ++             | +++            | ++             | ++             |
| pH**       | 4,53       | 4,88           | 5,03           | 5,12           | 4,90           | 5,01           | 5,08           | 4,71           | 4,99           | 5,10           |

\* Fermentação durante quatro horas

\*\* Média obtida de quatro observações

utilizados. Ao final de quatro horas de fermentação, o tratamento testemunha, sem adição de antibióticos, atingiu o pH de 4.55 apresentando coágulo homogêneo, compacto e sem exudação de soro. As concentrações utilizadas de penicilina e estreptomicina prejudicaram a fermentação. A presença de tetraciclina na concentração de 1 µg/mL, possibilitou a fermentação, porém o coágulo formado apresentou-se parcialmente digerido e com grande exudação de soro.

Os resultados encontrados estão de acordo com os obtidos por Aurvalle, (1981) e Fagundes e Molin, (1988), os quais citam que culturas lácticas utilizadas para a fabricação de iogurte são muito sensíveis aos antibióticos e que pequenas quantidades são suficientes para acarretar dificuldades técnicas de produção. Segundo Buswell et al (1989), pequenas concentrações de penicilina, estreptomicina, tetraciclina e amoxilina, retardam a acidificação, promovem exudação abundante de soro e podem até inibir as culturas lácticas, impedindo a fermentação.

Silva e Fagundes (1991), avaliando a fermentação láctica de leite de cabra acrescido de kanamicina, observaram após quatro horas de fermentação que, concentrações de 0.01 mg/mL e 0.02 mg/mL possibilitaram a fermentação, porém o coágulo formado apresentava-se parcialmente digerido e com grande exudação de soro e que em concentrações superiores a 0.05 mg/mL ocorreu total digestão do coágulo.

Segundo Rodrigues (1995) e Sbampato et al (1998), ao final da fermentação, o coágulo deve apresentar pH entre 4.5 e 4.7, o gel deve ser liso, brilhante e sem desprendimento de soro ou gases; o que foi encontrado no tratamento testemunha deste experimento. Todas as concentrações dos antibióticos utilizados neste trabalho, influenciaram a queda do pH e consequentemente o comportamento da acidez; resultados semelhantes foram encontrados por Aurvalle (1981) e Silva e Fagundes (1991).

que a cultura láctica utilizada é uma das mais sensíveis

à ação dos antibióticos, a triagem do leite à ser utilizado no seu processamento deve ser a mais rigorosa possível, para se evitar prejuízos para a indústria e saúde dos consumidores.

### CONCLUSÕES

- O teste de redutase foi alterado pela presença dos antibióticos indicando erroneamente uma qualidade bacteriológica superior.
- A presença de resíduos de tetraciclina e estreptomicina causou atraso na coagulação do queijo sendo que este foi proporcional à concentração utilizada, porém nenhuma concentração foi suficiente para impedir a coagulação.
- Concentrações de 400 UI/mL de penicilina; 2 UI/mL e 4 UI/mL de estreptomicina e 2µg/mL e 4µg/mL de tetraciclina, interferiram na formação do coágulo, causando coagulação deficiente e leve sinérese, o que compromete a produção.
- A consistência e homogeneidade do coágulo de iogurte formado foram afetados pela presença dos antibióticos, caracterizando a sensibilidade das culturas lácticas a estes antibióticos.
- A queda do pH e consequente desenvolvimento da acidez do iogurte foram afetada pela presença dos resíduos de antibióticos

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBUQUERQUE, L.M.B.; MELO, V. M. M.; MARTINS, S.C.S. Investigações sobre a presença de resíduos de antibióticos em leite comercializado em Fortaleza-CE *Higiene Alimentar*, v.19, n.41, p.29-32, 1996
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official methods of analysis. 12 ed, Washington, 1995. 1094p.

AURVALLE, A.E. Presença de antibióticos no leite. *Revista a hora veterinária*, Porto Alegre, n.3, p.20-27. Ago/set. 1981.

BARROS, V.R.M.; PERCHES, E.M.C. Pesquisa de inibidores no leite tipo "B" distribuído ao consumo da grande São Paulo. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, Juiz de Foras, v.36, n.216, p.39-42. 1981.

BRADY, M. S.; KATZ, S.E. Antibiotic/Antimicrobial Residues in milk *Journal of Food Protection* v.51, n.1, p.8-11, 1988.

BRASIL. Leis, decretos, etc. Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal. RISPOA. Aprovado pelo Decreto 30691, de 28/03/52, alterado pelo Decreto 1255, de 25/06/62. Brasília, 1980.

BRASIL. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Laboratório Nacional de Referência Animal. *Métodos analíticos oficiais para controle de produtos de origem animal e seus ingredientes*. II. Métodos físicos e químicos. Brasília, 1981, p.ir.

BURT, R. & WELLSTEED, S. Food safety legislation in the dairy industry. *Journal Society Dairy Technology*. v.44, n.3, p.80-86, 1991.

BUSWELL, J.F.; KNIGHT, C.H.; BARBER, D.M.I. Antibiotic persistence and tolerance in the lactating goat following intramammary therapy. *Veterinary Record*. V.125, p.301-303. 1989

FAGUNDES, C.M. Persistência de antibióticos no leite bovino e em condições experimentais. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, Juiz de Foras, v.36, n.216, p.27-30. 1981

FAGUNDES, C.M.; MOLIN, L. Interferência de resíduos de antibióticos no controle de qualidade do leite e derivados. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, V.13, n.155, p.24-30. 1988

FURTADO, M.M.; LOURENÇO NETO, J.P. de M. *Tecnologia de queijos: Manual técnico para a produção industrial de queijos*. I.ed., São Paulo: Dipemar, 1994. 118p.

GLEESON, P.A. Challenges for dairy farmers in the 1990. *Journal Society Dairy Technology* v.44, n.3, p.86-89, 1991.

HAWRONSKY, J.M.; ADAMS, M.R.; KYRIAKIDES, A.L. Rapid detection of antibiotics in raw milk by ATP bioluminescence *Journal of Dairy Technology*. v.46, n.1, p.31-33. 1993

IDFS: INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION SPECIAL. Monograph on residues and contaminants in milk products. IDF, Bélgica, 189p. 1991.

KOSIKOWSKI, F. *Cheese and fermented milk foods*. 2.ed. Edwards: Ann. Arbor 1977. 711p.

MOHL, H. Antibiotics and milk: a contribution to the evaluation and solution of a problem. *Dissertation Abstracts International*. V.37, N.1, 107P. 1976.

OLIVEIRA, J.S. Produção e conservação de iogurte. *Leite e derivados*. n.10, p.34-38. 1993.

RODRIGUES, F.C. *Guia prático para elaboração de iogurte e bebida láctea*. Instituto de laticínios Cândido Tostes, Juiz de Fora. 1995. 50 p.

SANTOS, E.C. dos Presença de inibidores no leite fresco e suas consequências *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, Juiz de Foras, v.40, n.240, p.3-16, Jul/Ago 1985.

SBAMPATO, C.G.; ABREU, L.R. de; MENDONÇA, A.T. Fabricação de iogurte e bebidas lácteas. Lavras: UFLA, 1998. 32p. Boletim Técnico.

SILVA, W.P.; FAGUNDES, C.M. Avaliação da fermentação láctica do leite de cabra acrescido do antibiótico kanamicina. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, Juiz de Foras, v.46, n.276/278, p.22-25. 1991.

SOKOLOV, W.A.A.; TÉPLY, M. & MEYER, A. *Fabricacion de Productos Lacteos*. Ed. Acibia, Zaragoza, 343 p., 1980.

SOUSA, G. Fatores de qualidade do iogurte. *Coleção do ITAL*, Campinas, v.21, n.1, p.20-27. 1991

VILELA, S.C. Detecção de resíduos inibidores no leite - método de acidificação do iogurte indicador. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v.10, n.1156, p.59-60 Julho 1984

WORLD HEALTH ORGANIZATION. The role of research and information systems in decision-making for the development of human for resources for health. *Technical Report Series* (802), Genebra, Suíça, 1990.

## AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICA DE QUEIJOS RICOTA COMERCIALIZADOS EM LAVRAS - MG

Sandra Maria Pinto<sup>1</sup>  
 Luiz Ronaldo de Abreu<sup>2</sup>  
 Ivana Aparecida da Silveira<sup>1</sup>  
 Eliana Pinheiro de Carvalho<sup>2</sup>  
 Celso José de Moura<sup>1</sup>

### RESUMO

A ricota é um produto considerado leve e dietético, por ser um dos "queijos" mais pobres em gordura e isento de sal na sua fórmula. É portanto um produto indicado pelos médicos aos pacientes que necessitam de uma dieta mais balanceada e mais "light". Com o objetivo de verificar a qualidade físico-química das ricotas comercializadas na região de Lavras, foram adquiridas diferentes marcas no comércio local (em um total de 5) e levadas ao Laboratório de Laticínios do Departamento de Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras para posterior análises. Os resultados encontrados, no entanto, não foram satisfatórios para todas as marcas analisadas, mostrando que os teores de gordura encontrados (variando de 39% a 56% de Gordura no Extrato Seco) foram muito maiores que os indicados nos rótulos (variando de 5% a 18% de Gordura no Extrato Seco), além do prazo de validade ser muito longo para um queijo que é considerado de vida curta. A principal causa deste problema, é adição de leite integral ao soro com o objetivo de aumentar o rendimento e consistência. A solução viável para este problema seria a substituição do leite integral pelo leite desnatado, aumentando assim o rendimento da ricota sem elevar o teor de gordura, e o consumidor estaria ingerindo um queijo muito mais saudável, não prejudicando assim a sua saúde.

### INTRODUÇÃO

A ricota tem sua origem na Itália, onde normalmente é fabricada por meio de uma precipitação dupla a fim de retirar todas as proteínas do leite. No Brasil é produzida usando-se soro como matéria-prima e, por isso, é também conhecida por Queijo Albumina, pois esta, juntamente com a  $\beta$ -lactoglobulina, são as proteínas do soro presentes em grande quantidade na Ricota e não são coaguladas pelo coalho, ambas são proteínas facilmente desnaturadas e precipitadas pelo calor, sob influência de acidificação, o que constitui o princípio básico da fabricação da ricota (Furtado et al., 1994).

Segundo o DIPOA, Art. - 610 - "Ricota fresca" é o produto obtido da albumina de soro de queijos, adicionado de leite até 20% (vinte por cento) do seu volume, tratado convenientemente e tendo o máximo de 3 (três) dias de fabricação. Deve apresentar: formato cilíndrico, peso variando de 300 g a 1 Kg, crosta rugosa, não formada ou pouco nítida; consistência mole, não pastosa e friável; textura fechada ou com algumas olhaduras mecânicas; cor branca ou branco-creme; odor e sabor próprios. O princípio de sua fabricação é baseado na precipitação das proteínas do soro por meio de calor associado à acidificação (internet).

Embora alguns autores, como Weatherup, W., 1986 e Modler, H.W., 1988, citam que o método básico desenvolvido para a fabricação da ricota consiste na mistura de 80% de soro e 20% de leite integral, e posterior precipitação a 87°C com ácido cítrico ou ácido acético glacial, esta adição de leite integral aumenta demasiadamente o teor de gordura da ricota, principalmente se o leite tiver um alto teor de gordura.

A Ricota pode ser comercializada fresca, condimentada ou até mesmo defumada, sendo esta última prensada antes de ir ao defumador. É um produto de alto valor protéico e baixo valor calórico, o que auxilia na dieta de pessoas em regime alimentar. Além disso, é comercializada geralmente sem sal o que permite o consumo por pessoas portadoras de hipertensão arterial. Também trata-se de um produto bastante utilizado em culinária. Pelo seu baixo teor de gordura e alta digestibilidade, é considerada um produto leve e dietético. O rendimento da sua fabricação situa-se em torno de 4 a 5% em relação ao volume de soro trabalhado, e trata-se de um produto de pouca durabilidade.

Pode-se ainda ser encontrada no mercado, uma ricota "culinária", na qual, no processo de fabricação utiliza-se creme de leite para torná-la mais cremosa, mas neste caso, tipo de ricota deverá ser indicada no rótulo.

Segundo Furtado et. al, 1994, a composição da ricota deve ser a seguinte: 70 a 73% de umidade, 4 a 5% de gordura, pH de 4,9 a 5,3.

A preocupação com a qualidade dos produtos alimentícios vêm crescendo a cada dia, e baseado no fato de que o consumidor adquire produtos como a ricota a fim auxiliar no controle de distúrbios orgânicos com uma dieta mais saudável, sem gordura ou sal, ou mesmo somente como parte de uma dieta para controlar o peso, este trabalho teve como objetivo analisar as diversas marcas de ricota comercializada na região de Lavras-MG, a fim de verificar se estão atendendo as necessidades dos consumidores, que como já citados não são consumidores que adquirem o produto somente por apreciarem mas na maioria por necessidade e precaução a certas doenças.

### MATERIAL E MÉTODOS

#### 1. Coleta das amostras

As marcas de Ricota encontradas no comércio local (em um total de 5), foram e devidamente acondicionadas e transportadas até o laboratório para posterior análises.

As análises foram realizadas no Laboratório de Laticínios do Departamento de Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras localizada no município de Lavras, no sul do Estado de Minas Gerais.

#### 2. Análises químicas

Após amostragem de cada peça foram realizadas as seguintes análises:

- a) pH: O pH das amostras foi medido utilizando o pHmetro da marca Hanna 8314, previamente calibrado e provido de eletrodo adequado para análise de queijo.
- b) Extrato Seco Total: O Extrato Seco Total foi determinado pelo método gravimétrico por meio de estufa de secagem, segundo técnica descrita pela A.O.A.C. (1995).

c) **Análise de gordura:** Os teores de gordura das amostras foram determinados pelo método de Gerber descrito por BRASIL, 1981. Utilizou-se para esta análise uma centrífuga do tipo Gerber da marca FANEM e butirômetro para queijo.

d) **Gordura no Extrato Seco Total (GES):** A gordura no Extrato Seco Total foi calculada a partir dos dados obtidos na análise de gordura e de Extrato Seco Total, a partir da seguinte fórmula:

$$G.E.S = \frac{\% \text{ gordura}}{\text{Extrato Seco}} \times 100$$

e) **Nitrogênio Total (NT):** As determinações do nitrogênio total foram feitas a partir do método Micro Kjeldahl, descrito pela A.O.A.C., 1995. E a proteína total foi obtida a partir da multiplicação dos valores médios de porcentagem de nitrogênio total pelo fator 6,38.

f) **Nitrogênio solúvel em pH 4,6:** Foi determinado pelo método Micro-Kjeldahl, segundo técnica descrita pela A.O.A.C. (1995).

g) **Cloretos:** Utilizou-se o método de titulação com tiocianato de potássio a 0,1N, segundo a técnica descrita pela A.O.A.C. (1995).

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a aquisição das amostras, foram anotadas as informações contidas no rótulo de cada amostra, cujos dados encontram-se no quadro 1:

Segundo o artigo 610 do R.I.I.S.POA (DIPOA) a ricota fresca deve ter no máximo três dias de fabricação. Todas as marcas analisadas estabelecem prazo de validade de 30 dias. Para que essa extensão no prazo de validade seja conseguido faz-se necessário modificações nas técnicas de elaboração o que leva a alterações na composição do queijo. Essas alterações, muitas

Quadro 1 - Dados indicados nos rótulos das ricotas adquiridas no mercado de Lavras.

| Amostra* | Fab.     | Val.     | G.E.S.    | PT%   | Energia (Kcal) |
|----------|----------|----------|-----------|-------|----------------|
| 1        | 19/12/99 | 19/02/00 | 18%       | -     | 128            |
| 2        | 26/12/99 | 24/02/00 | 5%        | 14%   | 80             |
| 3        | 04/01/99 | 03/02/00 | 15% (máx) | 10,5% | 198,8          |
| 4        | 28/12/99 | 13/02/00 | 5%        | -     | -              |
| 5        | 18/12/99 | 02/02/00 | 15%       | -     | -              |

\* Registro no SIF e IMA



vezes fazem com que o queijo não atenda às necessidades do consumidor, principalmente em relação ao valor calórico, uma vez que muitos consumidores adquirem ricota, com o objetivo de consumir um produto de baixa caloria.

Os dados referentes às análises físico-químicas encontram-se na tabela 1.

Existe uma discrepância entre os resultados obtidos e aqueles constantes nos rótulos, principalmente com relação à "gordura no extrato seco".

Observa-se que na amostra 1, a porcentagem de gordura no extrato seco analisada (49%) foi quase três vezes superior àquela indicada no rótulo (18%); e muito acima da composição esperada para um queijo considerado com baixo teor de gordura (4-5%).

Na amostra 2, o mesmo ocorreu para Gordura no Extrato Seco, rotulada como sendo 5% e na análise foi obtido um valor de 54%, ou seja 10 vezes mais que a indicada. Neste rótulo estava indicado também o teor de proteína total como sendo de 14% e encontrado um valor de 12,89%, essa ligeira diminuição foi provavelmente em função do elevado teor de gordura, que consequentemente diluiu o teor de proteína.

Já na amostra nº 3; o teor de gordura foi um pouco mais do dobro do indicado no rótulo (15% no máximo), sendo o resultado obtido de 39%, e o teor de proteína total indicado era de 10,5% sendo encontrado 12,31%.

A amostra de nº 4, houve uma grande discrepância entre o teor de gordura constante no rótulo e aquele analisado. Enquanto no rótulo estava indicando 5% de Gordura no Extrato Seco, a análise constatou um teor de 56%, ou seja 10 vezes mais do que o indicado.

E finalmente a amostra nº 5, mostrou ter 3 vezes mais gordura do que anunciado no rótulo que era de 15% e na verdade foi de 49%.

Verifica-se portanto, que em todas as amostras analisadas, nenhuma delas estavam condizentes com os dados especificados no rótulo, apenas o pH (4,9-5,3) e os teores de sal, encontravam-se dentro das faixas estabelecidas. O teor de gordura no entanto merece uma atenção especial devido principalmente ao consumidor que

adquire esse produto na intenção de consumir menos calorias.

## CONCLUSÃO

De posse destes resultados, conclui-se ser preocupante a situação da ricota industrializada na região, e como já foi descrito a importância deste produto principalmente para pessoas com problemas de colesterol que o consomem por indicação médica, este consumidor está ingerindo uma quantidade muito maior de gordura do que espera, podendo ser prejudicial para saúde, além de sacrificarem numa dieta que obviamente não trará os resultados esperados.

Uma solução para este tipo de problema, seria a utilização de leite desnatado em substituição ao leite integral, pois assim estaria aumentando o rendimento e consistência do queijo sem aumentar o seu teor de gordura, e esta gordura poderia ser utilizada no próprio laticínios para fabricação de outros produtos como manteiga, requeijão, etc.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

www.agridata.mg.gov.br/pesquisas/tecnologia/queijo/patericota.htm

Furtado, M.M.; Lourenço Neto, J.P.M. de. *Tecnologia de Queijos* - Manual técnico para a produção industrial de queijos. Valinhos, 1994. 118 p.

Modler, H.W. Development of a continuous process for the production of Ricotta cheese. *Journal of Dairy Science*: v.71, n.8, p.2003-2009. Canada, 1988.

Weatherup, W. The effect of processing variables on the yield and quality of Ricotta cheese. *Dairy Industries International*; v.51, n.8, p.41-45.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA - Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de produtos de origem animal - RISPOA

**Tabela 1** - Resultados das análises das cinco marcas diferentes de ricota, quanto ao pH e aos teores de Gordura (G), Extrato Seco Total (E.S.T), Gordura no Extrato Seco (G.E.S), Proteína Total (PT), Nitrogênio Solúvel (NS) e Cloretos (Cl)

| Amostra | PH   | G (%) | E.S.T.(%) | G.E.S. (%) | PT (%) | NS (%) | Cl (%) |
|---------|------|-------|-----------|------------|--------|--------|--------|
| 1       | 5,13 | 19,5  | 40,0      | 49,0       | 13,52  | 1,34   | 1,05   |
| 2       | 5,03 | 18,5  | 34,0      | 54,0       | 12,89  | 0,89   | 0,64   |
| 3       | 5,68 | 12,0  | 31,0      | 39,0       | 12,31  | 0,89   | 0,35   |
| 4       | 5,06 | 19,0  | 34,0      | 56,0       | 13,65  | 1,15   | 0,64   |
|         |      | 20,0  | 41,0      | 49,0       | 13,91  | 1,34   | 0,23   |

## ALGUMAS CONSIDERAÇÕES SOBRE A UTILIZAÇÃO DA CROMATOGRAFIA NA PESQUISA EM LATICÍNIOS

Sandra Maria Pinto<sup>1</sup>  
Celso José de Moura<sup>1</sup>  
Luiz Ronaldo de Abreu<sup>2</sup>  
Patrícia Rodrigues Silveira<sup>1</sup>

### 1. INTRODUÇÃO

A abertura do mercado torna cada vez mais acirrada a competição em todos os segmentos da economia. Produtos que outrora tinham como concorrentes apenas as indústrias locais e/ou no máximo algumas nacionais a partir desse fato tem como concorrentes todo o mundo. Essa competição leva as indústrias a buscar constantes melhorias de qualidade, segurança ao consumidor e eficiência em seus processos buscando redução de custo para garantir sua competitividade. Para que isso seja alcançado a definição de padrões técnicos para seus produtos e formas de auditá-los tornaram imperantes para sobrevivência e crescimento das empresas.

O setor de Laticínios não foge a esta regra. Desde a abertura do mercado brasileiro vemos a cada dia novas marcas de produtos originados de várias partes do mundo sendo comercializados nas mesmas prateleiras onde antes só encontrávamos produtos nacionais e muitas vezes locais. E boa parte desses produtos importados, por várias razões, oferecem maiores qualidades e preços mais atrativos em relação aos produtos nacionais.

A definição de padrões técnicos para os produtos lácteos depende de variáveis como a matéria prima, a tecnologia empregada nos processos, os ingredientes e etc. A avaliação dessas variáveis dependem de métodos analíticos eficientes. Devido às características dos componentes do leite este é atacado facilmente por microrganismos deterioradores além de conter enzimas e substratos que poderão desencadear reações que depreciam a qualidade dos produtos em suas características de sabor, aroma e cor e etc. Esses fatos mostram a necessidade de métodos analíticos eficientes e que deem resultados rápidos para que possam ser tomadas as medidas corretivas antes que o produto vá para o mercado.

O uso das técnicas cromatográficas tem sido utilizada em diversos alimentos para determinar os compostos presentes nas amostras destes alimentos. Em iogurte a cromatografia tem-se

distinguido principalmente para determinar os compostos voláteis que conferem o chamado "flavor" (aroma e sabor) ao produto. O "flavor" de um determinado produto é o principal responsável pela aceitabilidade deste no mercado, o iogurte possui propriedades organolépticas como sabor e aroma agradáveis que aumentam seu consumo, principalmente pelas crianças. Gonzalez, S. et al., 1994, afirmam que crianças consomem iogurte pelo seu "flavor" mais do que qualquer outro fator. Rasié e Kurmann, 1978, atentam para o fato de que muitos alimentos processados possuem um alto valor nutritivo, porém possuem sabor e aroma desagradáveis e não são bem aceitos, já o iogurte além de possuir um "flavor" agradável, é um alimento altamente nutritivo. Técnicas cromatográficas além de determinar compostos aromáticos, é utilizada para determinar os compostos orgânicos que são particularmente importantes nas propriedades finais do processamento de alimentos, por serem conservantes naturais e por conferir características sensoriais ao produto. Alguns ácidos orgânicos são tidos como possíveis fatores de cura e prevenção de certas doenças; o ácido láctico tem sido relatado como inibidor de certas bactérias patogênicas em iogurte. O ácido orótico é um fator de crescimento para lactobacilos e foi identificado como um possível componente do leite que pode reduzir a incidência de colesterolemia em humanos. Os outros ácidos orgânicos presentes no iogurte como cítrico, pirúvico, úrico, fórmico, acético, propiônico, butírico, hipúrico entre outros têm sua importância particular e extremamente importantes no contexto geral da qualidade do iogurte.

### APLICAÇÕES DA CROMATOGRAFIA EM QUEIJO

Para a indústria de queijos é interessante o conhecimento da composição do leite em todos os seus componentes para que se possa obter o máximo em qualidade e produtividade com este leite. Dos componentes do leite as proteínas têm um

<sup>1</sup> Aluno (a) do curso de pós-graduação em Ciência dos Alimentos/UFLA.

<sup>2</sup> Professor Adjunto do Departamento de Ciência dos Alimentos/UFLA.

papel fundamental tanto econômica como tecnologicamente, pois estas apresentam funções estruturais e na composição do flavor dos queijos. Nem sempre conhecer o valor de proteínas total do leite significa que este leite proporcionará um produto de boa qualidade e com o custo de produção desejado. Importante é que se conheça as frações protéicas presentes, as vezes um alto teor em proteína medido apenas pelo teor de nitrogênio pode conter peptídeos e aminoácidos derivados das proteínas já hidrolisadas o que não é interessante tecnologicamente. Não menos importante são as reações que ocorrem com a gordura do leite, componente importante nas características dos queijos tanto no aspecto do sabor quanto da textura e flavor.

Após a fabricação, durante o período de cura e no mercado, há ainda o interesse do industrial em acompanhar a evolução das modificações que ocorrem nos queijos para se garantir a qualidade deste na mesa do consumidor. O queijo é um produto lácteo que sofre maturação na qual ocorrem vários processos e reações físico-químicas e bioquímicas que determinam suas características físicas (consistência, textura, cor, aroma, etc) e a formação e definição de seu flavor pela liberação de compostos voláteis e outros componentes do sabor característicos do queijo. Esses processos podem e devem ser acompanhados para a padronização e manutenção da qualidade dos queijos. Uma técnica analítica que pode ser empregada para o estudo dos processos que ocorrem durante a maturação de queijos pode ser a cromatografia, dado as suas características e eficiência, possibilitando um acompanhamento e compreensão do que ocorre com o produtos.

### Cromatografia e proteólise em queijos

A hidrólise das proteínas do leite é parte normal do processo de fabricação da maioria dos queijos. Essa proteólise tem início na formação da coalhada pelo uso de uma enzima que promove a quebra da fração protéica  $\kappa$ -caseína e a partir daí a formação da coalhada. E durante o processo de cura dos queijos a proteólise é contínua e mais acentuada, porém promovida por enzimas microbianas em sua maioria, naturais do leite e em menor parte por resíduos da enzima usada na coagulação do leite.

A proteólise durante a cura do queijo promove alterações na estrutura do queijo, textura, consistência e a liberação de outros compostos no queijo que irão compor o sabor e aroma característico desse queijo. O nível a que se chega a proteólise deve ser constantemente monitorado para se evitar a perda de produtos e ou a qualidade. A cromatografia pode ser uma ferramenta a ser acompanhada.

A proteólise libera peptídeos podendo chegar a liberar aminoácidos, dependendo do grau a que esta chega. Kuma e Kham (1992) determinaram a concentração de aminoácidos livres em queijo Mussarela usando a cromatografia em papel e correlacionaram os resultados encontrados com testes sensoriais. A conclusão a que estes autores chegaram é que os aminoácidos livres encontrados foram responsáveis pelos altos escores atribuídos, pelos provadores, aos queijos com maiores concentrações desses aminoácidos. Rampille et al. (1997) aplicaram análise de HPLC de fase reversa para determinar peptídeos de médio a baixo peso molecular, na busca de um método para avaliar o grau de maturação de queijos (extensão de proteólise) e acompanhamento do processo de cura. Para isso foi feita a extração da fração solúvel a pH 4,6 dos queijos italianos Crescenza, Pecorino, Toscano e Grana Padano. No sistema empregado os componentes hidrofílicos foram eluídos em uma fração mais rápida enquanto os hidrofóbicos foram retardados. Essa técnica permite a determinação dos principais componentes da proteólise nos picos de eluição. Também Rampille e Rosemberg (1995) utilizaram a mesma técnica para isolar produtos de proteólise em queijos Cheddar de alto e baixo teor de gordura. Concluindo que o método apresenta resultados excelentes a várias e detalhadas informações sobre e durante a cura dos queijos. Outro resultado encontrado por esses autores é que a relação de aminoácidos hidrofóbicos/hidrofílicos caíram ao longo da maturação do queijos.

Para estudar as mudanças proteolíticas ocorridas durante a cura de queijos Parmesão, Mayer, Rockenbauer e Mlcak (1998), utilizaram urea-PAGE para caseínas e análise de HPLC para aminoácidos livres e método de Kjeldahl para nitrogênio solúvel. A conclusão a que estes autores chegaram é que a determinação dos aminoácidos livres por HPLC e as caseínas livres não fornecem informações suficientes para avaliação da atividade endopeptidolítica em queijos Parmesão típico.

Chianese et al. (1993) utilizaram a cromatografia de troca iônica, SDS PAGE e gel isoeletrico de poliácridamida para verificar proteólise em soro em pó originado dos queijos grana e provolone. Foram encontradas várias frações parcialmente desnaturadas devido ao alto tratamento térmico aplicado ao soro para secagem. Algumas dessas frações são  $\alpha$ -lactalbumina e  $\beta$ -lactoglobulina, soralbumina, imunoglobulina-G e lactoferrina.

Addeo et al. (1994) analisaram a fração de nitrogênio não protéico (NPN) de queijo Parmigiano Regiano, com 6 e 15 meses de cura, utilizando a cromatografia de troca iônica para separar oligopeptídeos. Sendo que os principais componentes encontrados foram os fosfopeptídeos intactos e parte de peptídeos não fosforilados que

corresponderam a 19 peptídeos, sendo esses originados da hidrólise da  $\beta$ -caseína e pertencente às regiões da cadeia entre os aminoácidos 1 a 20 e 6 a 28.

A análise do grau de proteólise em queijo fornece várias informações, entre elas a avaliação da idade do queijo e a velocidade com que está se dando a proteólise, proporcionando assim ao industrial que se tome as devidas medidas para controlar o processo evitando a perda de qualidade ou até a perda do produto. Leaver et al. (1994) utilizou a cromatografia HPLC, para avaliar a aceleração da maturação em queijo Cheddar. Para isso analisaram queijos que foram adicionados de extrato de enzimas de bactérias lácticas que promoveram a proteólise do queijo rapidamente. Foram efetuados testes sensoriais e cromatográficos, os queijos fabricados com o extrato de enzimas foram muito bem aceito nos testes sensoriais mas o perfil dos compostos solúveis em água, determinados por HPLC, mostraram ser diferentes dos queijos fabricados com o extrato de enzimas e os queijos fabricados pelo processo tradicional. Esse resultado leva a concluir que o mecanismo de proteólise do tratamento versus o controle é diferente.

Furtula et al. (1994) aplicaram extrato de queijo Cheddar (fração solúvel em água) em uma coluna de octodecil, vinil álcool e copolímeros e acoplada ao sistema de HPLC que usa um sistema de auto amostragem de alta confiabilidade e repetibilidade. Dois grupos de amostra de queijos foram preparados com várias idades 3, 6 e 9 meses de cura, e um grupo de amostra de queijo que sofreu um processo de cura anormal ou injuriados e foi aplicado teste estatístico de PCS (principal component similarity). Onde pode ser visto que o queijo que sofreu um processo de maturação anormal, ou injuriado, apresentou vários compostos que descaracterizaram o queijo.

Treze fosfolipídeos de baixo peso molecular foram encontrados e isolados da fração solúvel em água do queijo Comté. Por meio da purificação da amostra em coluna gélida e HPLC de fase reversa e posterior identificação em espectrometria de massa. Os peptídeos isolados são originados das cadeias de bb-caseína e provavelmente são componentes importantes no sabor do queijo (Roudot-Algaron et al., 1994).

Sing, Fox e Healy (1995) usaram diafiltrado de um extrato solúvel em água de queijo Cheddar e isolaram peptídeos por cromatografia DEAE-celulose, com gradiente de sal e HPLC de fase reversa. Assim identificaram os peptídeos, e a sequência de aminoácidos da cadeia foi determinada por espectrometria de massa. Quarenta e cinco (45) aminoácidos identificados foram originados da  $\beta$ -caseína e 6 originados da  $\alpha$ -S<sub>1</sub> Caseína. A origem desses aminoácidos é explicada com base no conhecimento da especificidade das proteinases

de lactococos empregados como Starter no processo de fabricação do queijo.

### Uso da Cromatografia no estudo do sabor em queijos

O sabor em queijos é uma variável determinante de características próprias de cada queijo. As formas de se produzir queijos com características definidas dependem do processo de fabricação ao qual originou este queijo assim o conhecimento e acompanhamento do sabor do queijo é de fundamental importância na produção de queijos com qualidade padronizada. São vários os compostos que contribuem com o sabor do queijo então as técnicas de cromatografia podem ser uma ferramenta de grande utilidade na tarefa de conhecer ao máximo estes compostos e suas origens para que dessa forma se possa prevenir problemas de sabor e flavor em queijos.

Christensen e Reineccius (1995) analisaram compostos voláteis em queijo Cheddar velho, 3 anos. Os voláteis foram isolados por destilação molecular e posteriormente analisados em cromatógrafo a gás usando coluna combinada com olfatométrica para identificar o aroma desses compostos voláteis. Foram detectados os seguintes produtos: etil acetato; 2-metilbutanol; 3-metilbutanol; diacetil; etil butirato; etil caproato; ácido acético; metional; ácido propiônico; ácido butírico; ácido valérico; ácido caproico; ácido cáprico; e ácido laurico. Compostos esses que podem ou não ser interessantes ao sabor e flavor dos queijos.

Gonzalez et al. (1995), utilizaram análise de HPLC de fase reversa para determinar o perfil de peptídeos de vários queijos artesanais da Áustria e Espanha. Concluíram que cada queijo apresenta um perfil característico, e uma relação de aminoácidos hidrofílico-hidrofóbico diminui consideravelmente ao longo da cura, portanto este tipo de análise é de muita utilidade na determinação da idade de um queijo.

Análise de headspace de queijos Cheddar por meio de cromatografia gasosa multidimensional dotado de equipamento para sniffing, demonstrou a presença de 5 aldeídos, 6 cetonas, 8 álcoois, 3 ésteres, 11 hidrocarbonetos, 3 compostos sulfurados. Ficou comprovado que os ésteres, aldeídos, metil cetonas, e os compostos sulfurados causam impacto direto no aroma do queijo Cheddar devido as características desses compostos (Arora, Cornier e Lee, 1995).

Frações solúvel em água de vários tipos de queijo foram analisados para caracterizar os componentes que podem contribuir com o flavor dos queijos comparativamente. Após o isolamento da fração solúvel foi aplicado HPLC de fase reversa para determinar os compostos que poderiam interferir no flavor desses queijos causando as



diferenças entre os mesmos, e foram encontrados peptídeos de cadeia curta, aminoácidos livres e ácidos graxos livres, todos produtos de quebras de proteínas gorduras. (Engels e Visser, 1994).

Salles et al. (1995) utilizaram a cromatografia gelica em sephadex G25 para separar compostos solúveis em água de queijos Comté, e as frações extraídas foram utilizadas para experimentos com análise sensorial. Verificaram que algumas frações apresentaram flavor interessante, e as análises físico-químicas mostraram que estas características estavam mais ligadas à presença de aminoácidos livres do que a peptídeos. Assim os autores apresentam a hipótese de que haja um efeito sinérgico entre aminoácidos livres ou aminoácidos e outros compostos como os sais. Concluíram também que as frações que continham mais aminoácidos livres eram mais aromáticas.

Barbieri et al. (1994) estudaram frações voláteis de queijos Parmesão de origem e idade conhecida. Para isso usaram a técnica de headspace em cromatografia gasosa. Foram identificados 167 compostos dentro das seguintes classes predominantes: 23 hidrocarbonetos, 19 aldeídos, 19 cetonas, 29 álcoois, 24 ésteres, e 25 ácidos. Com a técnica do headspace foram amostrados os compostos mais voláteis demonstrando maior eficiência que a técnica da destilação que é mais eficiente para os compostos menos voláteis como os compostos de cadeia longa que é sabido não ser tão importante no flavor desses queijos.

Panari e Filipi (1997) estudaram mudanças no conteúdo de ácidos alifáticos de cadeia curta em queijos Parmigiano-Reggiano, 60 amostras de queijos de 5 a 24 meses e 3 massas recém coalhadas foram analisados por HPLC. Foram encontrados os ácidos fórmico, acético, propiônico e butírico por destilação em HPLC mostrando uma boa reprodutibilidade e os resultados foram semelhantes aos obtidos por Cromatografia Gasosa.

Sandri et al. (1997) acompanharam o desenvolvimento da lipólise durante várias fases da cura de queijo Parmigiano-Reggiano. Para isso utilizaram 48 queijos de 3 a 28 meses de idade procedentes das regiões de Parma e Regio Emilia na Itália e em estações sazonais diferentes. A gordura foi extraída com éter etil heptano e os ácidos graxos livres determinados por coluna capilar em cromatografia gasosa. Foi verificado um aumento progressivo nos teores de ácidos graxos livres ao longo da cura deixando claro que os teores de ácidos graxos livres podem também ser utilizados para verificar a idade dos queijos.

Jou e Harper (1998) analisaram o flavor de 5 queijos Suíços sendo um queijo com 0% de gordura, outro normal, outro com 33% menos gordura, um suave e o último um queijo comercial, previa mostrou que os queijos apresen-

tavam diferentes características de flavor. Foram analisados os headspace de 5 gramas de cada queijo triturado e colocados nos frascos selados. A extração dos voláteis dos queijos foi feita por Solid Phase Micro Extraction (SPME/GC). Foram observados padrões distintos para cada queijo analisado. Foram encontrados os seguintes ácidos voláteis que compoem o flavor nos queijos Suíços, para o queijo sem gordura a maior concentração foi de ácido proiônico seguido do Isovalérico, Butírico, Acético e Hexanóico. Para o queijo normal foram detectados Ac. Propiônico, Acético, Butírico, Isovalérico, hexanóico respectivamente. Para o queijo reduzido em gordura foram detectados Ácido propiônico, Isovalérico, Acético, Butírico e Hexanóico respectivamente. Para o queijo mais suave foram encontrados Ácido Butírico, Ácido propiônico, Acético, Isovalérico e Hexanóico, porém todos esses compostos se apresentam em concentrações significativamente menores que os encontrados nos queijos mais aromáticos deste experimento. Para o queijo comercial foram encontrados Ac. Propiônico, Butírico, Acético, Hexanóico e Isovalérico respectivamente.

Moio e Addeo (1998) estudaram o aroma de queijos Parmesão utilizando a cromatografia gasosa de alta resolução (HRGC) e espectrometria de massa. A conclusão a que estes autores chegaram foi que o aroma desses queijos é composto por 31 componentes sendo que destes 27 já são bem conhecidos. Foi observado que o odor de frutas no queijo ainda fresco desapareceram ao longo da cura enquanto um aroma mais complexo composto de derivados da gordura parecidos a noz, batata assada e odor de terra apareceram.

Chavarri et al. comparou dois métodos analíticos para a determinação de ácidos graxos livres para amostras de queijos. Um método foi cromatografia de fase ligada, aminopropil-ligado, fazendo a injeção dos ácidos graxos livres diretamente no cromatógrafo a gás, o outro método a gordura extraída foi tratada com hidróxido de terametilamonio e os derivados metil esters foram colocados no injetor. Os autores concluíram que as maiores diferenças entre os dois métodos de análise se deu com os componentes de cadeia curta.

#### APLICAÇÕES DA CROMATOGRAFIA EM IOGURTE

##### Determinação de compostos voláteis em iogurte

Nos leites fermentados que se fabricam atualmente, como o iogurte, o aroma proveniente da fruta e de outros aditivos têm uma importância insignificante. O aroma característico se deve a metabólitos produzidos por culturas "starter".

Formam-se um grande número de compostos que podem contribuir para o aroma e sabor ("flavor"), porém entre eles o mais importante é o ácido láctico e os compostos carbonilo: acetaldeído e diacetil (Varnam e Sutherland, 1994). O ácido láctico é o principal componente do aroma e sabor de todos os leites fermentados, a quantidade em que se encontra presente determina a aceitabilidade do produto e o excesso, altera o aroma e sabor. A importância relativa do acetaldeído e do diacetil varia em função da cultura "starter" utilizada. No caso do iogurte e produtos similares, o acetaldeído é o componente dominante, detectável no aroma e sabor quando o pH do iogurte descer para 5,0. Os níveis máximos se produzem quando o pH é de 4,2 e o composto se estabiliza a um pH de aproximadamente 4,0. A quantidade de acetaldeído que se produz aumenta quando eleva os sólidos do leite e como consequência dos tratamentos térmicos estimulam o crescimento de culturas "starters".

O diacetil está presente em quantidades organolépticamente importantes somente quando na cultura "starter" está presente o *L.lactis* ssp. *Lactis* biovar *diacetylactis* e espécies de leuconostoc. A acetoina, que também está presente em quantidades importantes, não possui aroma nem sabor, porém pode oxidar-se a diacetil. As bactérias lácteas produzem etanol em seu metabolismo, porém a quantidade é muito pequena.

Segundo Monnet et al., 1994, a cromatografia gasosa com headspace automático, tem sido utilizada em experimentos para determinar compostos voláteis em leites fermentados, incluindo diacetil por possuírem propriedades aromáticas. O ácido  $\alpha$ -acetoláctico, produzido pelas bactérias lácticas, é um composto instável e é quimicamente transformado em acetoina e diacetil durante a incubação a 85°C em amostras de headspace, principalmente a fim de superestimar as concentrações de diacetil em leites fermentados. Entre numerosos métodos descritos para análise de diacetil, o de Westerfeld, 1945, que é um método de determinação colorimétrica, mediu a quantidade de diacetil e acetoina, mas as concentrações de diacetil em produtos lácteos foram muito baixas (0 a 8 mg/l) em relação a acetoina (0 a 300 mg/l).

De acordo com Thornhill and Cogan, 1984, análises direta por cromatografia gasosa é difícil porque a água e outros componentes dos produtos lácteos possuem um efeito desfavorável na credibilidade do método. O uso de provas com headspace automático eliminará esta desvantagem porque somente o vapor está presente, pois o líquido é previamente aquecido, e injeta-se apenas o vapor na coluna. O ácido  $\alpha$ -acetoláctico (ALA) é um composto instável e espontaneamente descarboxilado para acetoina e também é transformado em diacetil em condições de oxidação. Veringa et

al, 1984 e Jordan and Cogan, 1988 mostraram em seus experimentos que a presença de ALA foi superestimada porque o composto foi oxidado durante a análise. Bactérias lácticas que utilizam citrato, em particular *Leuconostoc* sp., frequentemente acumulam ALA em cultura média, entretanto, Monnet et al., 1994, estudaram a influência do ALA em ensaios com diacetil usando cromatografia gasosa de headspace, utilizando para o estudo uma mistura de *Leuconostoc mesenteroides* ssp. *cremoris* e *Lactococcus lactis* ssp. *lactis*, mostraram que *Leuconostoc mesenteroides* ssp. *cremoris* transformaram o ácido cítrico do leite em diacetil e acetoina num pH ácido mas não muito acidificado e tendo assim que ser combinado com culturas acidificadas como as espécies de *L.lactis* ssp. *lactis* em ordem para produzir uma coagulação láctica. A produção de diacetil foi investigada no que diz respeito ao potencial redox e a presença de ALA, concluindo que o potencial redox foi alto e ALA foi parcialmente transformado em diacetil havendo um aumento considerável de diacetil em condições aeróbicas.

Keneifel et al., 1992, avaliaram culturas "starters" de mesófilos, verificando suas propriedades bioquímicas, sensoriais e microbiológicas, sendo que para determinação dos compostos de flavor foi utilizada a cromatografia gasosa de headspace, pelo método descrito por Ulberth, 1991. concluíram que o "flavor" das culturas analisadas é principalmente governado por diacetil mas é influenciado pelas concentrações de acetaldeído (Lindsay et al., 1965), mostraram ainda que a produção de diacetil e acetaldeído no teste das culturas variaram consideravelmente. Lindsay et al., 1965 informaram que em média a relação de diacetil:acetaldeído é de 4:1 em culturas puras produtoras de "flavor".

Kang et al., 1988 e Ulberth, 1991, analisaram compostos voláteis de flavor em iogurte pelo método convencional da técnica de cromatografia gasosa e encontraram de quatro a seis compostos respectivamente. Laye et al., 1993, avaliaram compostos voláteis e a influência nas propriedades sensoriais do iogurte desnatado, através da cromatografia gasosa e observaram uma menor concentração de compostos orgânicos voláteis e ácidos orgânicos em relação ao iogurte fabricado com leite integral, resultando em diferenças substanciais no "flavor", no aroma e aceitabilidade geral do produto.

Para Ott et al., 1997, a técnica de headspace e extração-destilação simultâneas (SDE), tem sido comumente usadas para análises de compostos com características de "flavor", devido a baixa intensidade de odor em iogurte, a amostra é frequentemente aquecida para aumentar a volatilidade dos compostos de "flavor".

Diversos trabalhos sobre compostos voláteis em iogurte tem sido publicados a partir da década de 50, e até o momento mais de 60 compostos importantes para o aroma e odor desse produto já foram identificados, através das técnicas de Headspace e extração-destilação simultâneas (SDE).

#### Determinação de compostos orgânicos em iogurte

Compostos orgânicos além de conferirem características sensoriais ao iogurte possuem propriedades que os tornam extremamente importantes na qualidade final do produto, como já descrito anteriormente.

Segundo Fernandez-Garcia e McGregor, 1994, a técnica mais adequada para determinação de ácidos orgânicos em iogurte é HPLC, pois tem como vantagens: velocidade, análise simultânea de vários ácidos e fácil preparação da amostra. Um método de separação de troca de íon foi descrito para os ácidos orgânicos presentes em diferentes produtos lácteos (Marsili et. al, 1981), porém foram encontradas dificuldades, sendo necessário correr a amostra em duas temperaturas diferentes para quantificar os ácidos úrico e fórmico separadamente. Fernandez-Garcia e McGregor, 1994, utilizaram HPLC para separar e quantificar os ácidos, orótico, cítrico, pirúvico, láctico, úrico, fórmico, acético, propiônico, butírico e hipúrico, usando dois métodos de extração: acetonitrila e água e 0,01 N de ácido sulfúrico. Em ambos os métodos a recuperação dos ácidos orótico, láctico, acético e propiônico foram de 90%. Recuperações de ácidos cítrico, pirúvico, úrico, butírico e hipúrico, não foram satisfatórios na utilização do método de acetonitrila, mas foi aceitável usando o procedimento de extração com ácido sulfúrico. Mais recentemente, algumas metodologias básicas tem sido usadas para determinar ácidos orgânicos e carboidratos em alguns produtos lácteos, como as utilizadas por (Bouzas et. al., 1991), onde os ácidos orótico e cítrico só poderiam ser quantificados em duas análises separadas que utilizam as características de absorbância a 280 e 214 nm, respectivamente. Outros estudos utilizando a técnica de HPLC na determinação de ácidos orgânicos foram feitos com leite (Marsili, et. al., 1981), queijo e iogurte fabricado com leite concentrado por ultrafiltração (Marsili, 1985), sendo que em todos estes trabalhos, o resultado foi satisfatório para o uso de HPLC na determinação destes ácidos.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Altemueller-AG; Rosenberg-M. Cheese ripening: analysis of RP-HPLC and crude fractionation

nation. United States of America, American Dairy Science Association [joint meeting 1995]; United States of America, Northeast ADSA/ASAS *Journal-of-Dairy-Science*. v. 78 (Suppl. 1) p. 102. 1995.

Arora-G; Cormier-F; Lee-B Analysis of odor-active volatiles in Cheddar cheese headspace by multidimensional GC/MS/sniffing. *Journal-of-Agricultural-and-Food-Chemistry*. v.43, n. 3, p.748-752. 1995.

Barbieri-G; Bolzoni-L; Careri-M; Mangia-A; Parolari-G; Spagnoli-S; Virgili-R Study of the volatile fraction of Parmesan cheese. *Journal-of-Agricultural-and-Food-Chemistry*. v.42, n.5, p.1170-1176. 1994.

Bouzas, J., Kantt, C.A., Bodyfelt, F., and Torres, J.A. Simultaneous determination of sugars and organic acids in cheddar cheese by high-performance liquid chromatography. *Journal of food science*. v.56, p.276. 1991.

Engels-WJM; Visser-S. Isolation and comparative characterization of components that contribute to the flavour of different types of cheese. *Netherlands-Milk-and-Dairy-Journal*. v.48, n.3, p.127-140. 1994.

Fernandez-Garcia, E., McGregor, J. U., Determination of organic acids during the fermentation and cold storage of yogurt. *Journal of dairy science*. v. 77, n.5, p.2934-2939, May, 1994.

Gonzalez-de-Llano-D; Carmen-Polo-M; Ramos-M; Llano-D-Gonzalez-de; Polo-M-Carmen. Study of proteolysis in artisanal cheeses: high performance liquid chromatography of peptides. *Journal-of-Dairy-Science*. v.78, n.5, p.1018-1024. 1995.

Gonzales, S., Ambrosini, V.M. De., Nadra, M.M. De., Ruiz Holgado, A.P. De., Oliver, G. Acetaldehyde production by strains used as probiotics in fermented milk. *Journal of food protection*, Chacabuco, v.57, n.5, p.436-440, May.1994.

Jordan, K.N., Cogan, T.M. Production of acetolactate by *Streptococcus diacetylactis* and *Leuconostoc* spp. *Journal dairy research*, v.55, p.227, 1988.

Jou, K. D. e Harper, W.J. Pattern recognition of Swiss cheese aroma compounds by SPME/GC na eletrônica nose. *Milchwissenschaft*. v. 53, n. 5, p. 259-263. 1998.

Kang, Y.J., Frank, J.F., and Lillard, D.A. Gas chromatographic detection of yogurt flavor compounds and changes during refrigerated storage. *Cultured Dairy Products J*. v.23, p.6-10, 1988.

Keneifel, W., Kaufmann, M., Fleischer, A. Ulberth, F. Screening of commercially available mesophilic dairy starter cultures: Biochemical, sensory, and microbiological properties. *Journal of dairy science*, v.75, n. 11, p.3158-3166, 1992.

Laye, I., Karleskind, D., Morr, C.V. Chemical, microbiological and sensory properties of plain nonfat yogurt. *Journal of food science*, v.58, n.5, p.991-995, 1993.

Lindsay, R.C., Keenan, T.W. And Day, E.A. Acetaldehyde production and utilization by lactic starter organisms. *Journal of Dairy Science*. v.48, p.783, 1965.

Marsili, R.T. Monitoring chemical changes in cheddar cheese during aging by high performance liquid chromatography and gas chromatography techniques. *Journal of dairy science*. v.68, p.3155. 1985.

Marsili, R.T., Ostapenko, H., Simmons, R.E., And Green, D.E. High performance liquid chromatography determination of organic acids in dairy products. *Journal of food science*, v.46, p.52, 1981.

Mayer, M.K.; Rockenbauer, C.; Mlcak, H. Evaluation of proteolysis in Parmesan cheese using electrophoresis and HPLC. *Lait*. n. 78, p. 425-438. 1998.

Moio, L. e Addeo, F.; Grana Padano cheese aroma. *Journal of Dairy Research*. v. 65, p. 317-373. 1998.

Monnet, C., Schmitt, P., Divies, C. Method for assaying volatile compounds by Headspace gas chromatography and application to growing starter cultures. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v.77, n.7, p.1809-1815, Feb.1994.

Ott, A., Fay, L.B., And Chaintreau, A. Determination and origin of the aroma impact compounds of yogurt flavor. *Journal agriculture food chemistry*, v.45, p.850-858, 1997.

Panari-G; Filippi-S Ácidos gordurosos gráti em queijo de Parmigiano-Reggiano determinado por HPLC. *Scienza-e-Tecnica-Lattiero-Casearia*. v.48, n.3, p.283-288, 1997.

Rampilli-M; Toppino-PM; Raja-V; Daghetta-A. Cheese ripening: evaluation of pH 4.6 soluble peptidic fraction by RP-HPLC. *Scienza-e-Tecnica-Lattiero-Casearia*. v.48, n.1, p.33-42. 1997.

Rasié, J. Lj., Kurmann, J.A. *Yoghurt, Scientific grounds, Technology, Manufacture and Preparations*. Copenhagen: Technical Dairy Publishing House, 1978, 427p.

Roudot-Algaran, F.; Le-Bars, D.; Kerhoas, L.; Einhorn, J.; Gripon, J.C. Phosphopeptides from Comté cheese: Nature and origin. *Journal of Food Science*. v.59, n. 3, p.544-547. 1994.

Salles-C; Septier-C; Roudot-Algaran-F; Guillot-A; Etievant-PX. Sensory and chemical analysis of fractions obtained by gel permeation of water-soluble Comté cheese extracts. *Journal-of-Agricultural-and-Food-Chemistry*. v.43, n.6, p.1659-1668. 1995.

Sandri-S; Fossa-E; Pecorari-M; Summer-A; Mariani-P Observations on the lipolysis progress during the ageing of Parmigiano-Reggiano cheese. *Scienza-e-Tecnica-Lattiero-Casearia*. v.48, n.3, p.243-252. 1997.

Singh-TK; Fox-PF; Healy-A. Water-soluble peptides in Cheddar cheese: isolation and identification of peptides in the diafiltration retentate of the water-soluble fraction. *Journal-of-Dairy-Research*. 1995.

Thornhill, P.J., And Cogan, T.M. Use of gas liquid chromatography to determine the end products of growth of lactic acid bacteria. *Appl. Environ. Microbiol.*, v.47, 1250p. 1984.

Ulberth, F. Headspace gas chromatographic estimation of some yogurt volatiles. *Journal Association Offic. Anal. Chem.* v.74, p.630, 1991.

Varnam, A. H., Sutherland, J.P. *Leche y productos lácteos, tecnología, química y microbiología*. Zaragoza: Editorial Acribia S.A., 1994, 476p.

Veringa, H.A., Verbug, E.H., Stahouders, J. Determination of diacetyl in dairy products containing aa-acetolactic acid. *Neth. Milk Dairy*. v.38, p.251. 1984.

Westerfeld, W.W. A colorimetric determination of blood acetoin. *Journal biology chemistry*, v.16, 495p. 1945.



## USO POTENCIAL DE FRAÇÕES DA GORDURA DO LEITE NA FRABRICAÇÃO DO PÃO DE QUEIJO (uma revisão)

Antônio Romaniello Neto<sup>1</sup>  
 Luiz Ronaldo de Abreu<sup>2</sup>  
 Sandra Maria Pinto<sup>1</sup>  
 Paulo Roberto Clemente<sup>2</sup>  
 Fernando Antônio Resplande Magalhães<sup>3</sup>

### INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o investimento em pesquisa tem gerado tecnologia objetivando modificações da gordura do leite para atender às exigências do mercado. Essas tecnologias têm concentrado esforços no isolamento de componentes e entendimento das propriedades químicas e físicas dessa gordura, visando basicamente buscar uma maior diversidade para seu uso e, conseqüentemente, um mercado mais abrangente.

### 1. ÁCIDOS GRAXOS DA GORDURA DO LEITE (SATURADOS X INSATURADOS)

Os lipídeos do leite dos ruminantes são caracterizados pela presença de ácidos graxos cadeia curta ( $C_4$  -  $C_6$ ) e de cadeia média ( $C_8$  -  $C_{12}$ ), muitos dos quais pertencem à categoria de cadeias ramificadas e com número ímpar de carbono (Pinto, 1997). Para maior compreensão, a figura 1 ilustra a estrutura química do glicerídeo.

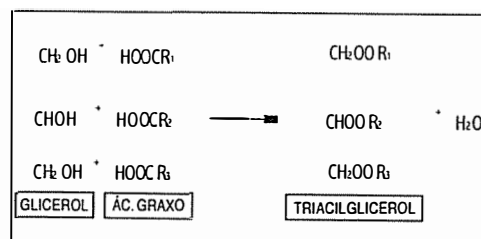


Figura 1 - Estrutura química do triacilglicerol.

Estes ácidos graxos são compostos que conferem aroma a muitos produtos lácteos, especialmente em queijos, contribuindo significativamente para o "flavor" desse produto. Os ácidos graxos de cadeia curta ou média também

conferem grande parte do aroma distinto fornecido pela gordura do leite nos produtos lácteos e em alimentos onde a gordura do leite é utilizada como ingrediente funcional. A gordura do leite de ruminantes contém substancial quantidade de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), tornando-a única quando comparada com outras gorduras. Os AGCC são um dos mais importantes grupos de compostos aromáticos em produtos lácteos e especialmente importantes para o aroma de queijos.

Devido ao potente aroma dos ácidos graxos de cadeia ramificada, existe interesse considerável na manipulação de suas concentrações na gordura do leite. É bem conhecido que todos os ácidos graxos entre 4 e 12 carbonos na cadeia são sintetizados pelas células epiteliais dos alvéolos da glândula mamária a partir dos precursores derivados do plasma sanguíneo. Esses precursores de ácidos graxos podem derivar diretamente da dieta, sintetizados pelos microorganismos do rúmen ou de mobilização dos locais de armazenamento de gordura do organismo. Assim, a manipulação da dieta de vacas leiteiras pode ser um meio importante de alterar a concentração desses ácidos graxos no leite.

Óleos e gorduras constituem parte do triângulo da dieta humana, sendo as outras duas partes representadas pelas proteínas e carboidratos. As concepções sobre a importância dos óleos e gorduras na alimentação humana sofreram contínuas mudanças durante os últimos cinquenta anos. Keyes et al. (1957), afirmavam que os ácidos graxos saturados elevavam os níveis de colesterol no sangue, enquanto que os poliinsaturados exerciam um efeito oposto, porém, em 1989, Shorland informou que o ácido esteárico, cujo ponto de fusão é o mais alto dentre os ácidos saturados comuns, não produz colesterol, pois quando ingerido ele se transforma e passa a ácido oléico, que possui uma dupla ligação e não participa da produção de colesterol no organismo

humano. Entretanto, com os ácidos palmítico, mirístico e láurico isto não ocorre e o consumo deve ser restrito.

A gordura do leite possui altas concentrações de ácidos graxos saturados (Tabela 1), sendo que a principal fração lipídica do leite bovino é constituída por triacilglicerol (98%) e, portanto, tem sido extensivamente investigada com relação aos tipos e quantidades de ácidos graxos presentes e em relação à distribuição estereoespecífica no esqueleto de glicerol. Gresti (1993), afirma que os triacilgliceróis do leite bovino contém 13 principais ácidos graxos saturados com número par de átomos de carbono, de cadeia curta ( $C_4:0$  a  $C_{10:0}$ ), de cadeia média ( $C_{12:0}$ ) e cadeia longa ( $C_{14:0}$  a  $C_{18:0}$ ) e ácidos graxos de cadeia longa e insaturada ( $C_{14:1}$ ,  $C_{16:1}$ ,  $C_{18:1}$  e  $C_{18:2}$ ). Estes constituem cerca de 95% do total dos ácidos graxos do leite, sendo que os 5% restantes, são de ácidos graxos de cadeia com número ímpar de carbono.

Tabela 1 - Composição de ácidos graxos como referência na gordura do leite.

| Ácido graxo | (g/100 g) |
|-------------|-----------|
| C4:0        | 3,32      |
| C6:0        | 2,34      |
| C8:0        | 1,19      |
| C10:0       | 2,81      |
| C12:0       | 3,39      |
| C14:0       | 11,41     |
| C14:1       | 2,63      |
| C16:0       | 29,53     |
| C16:1       | 3,38      |
| C18:0       | 9,84      |
| C18:1       | 27,39     |
| C18:2       | 2,78      |

Médias de medidas de 50 laticínios em 10 regiões dos Estados Unidos em fevereiro, maio, agosto e novembro. (Palmquist, Beaulieu e Barhand, 1993)

A gordura do leite é a mais complexa de todas as gorduras e óleos naturais. Ela é uma mistura de triglicerídeos, de peso molecular muito variável e com números de carbono entre 24 a 54 e ainda possui moderada quantidade de colesterol. Sua complexa composição em ácidos graxos com diferentes tamanhos de cadeia, grau de insaturação e distribuição estereoespecífica reflete diretamente no seu ponto de liquefação. À temperatura ambiente ( $20^\circ\text{C}$ ), a gordura do leite é uma mistura de óleo, gordura semidura e dura. Seu ponto de fusão inicia-se a  $-30^\circ\text{C}$  e se completa a  $40^\circ\text{C}$ , Boudreau e Arul (1993).

De acordo com Kaylegian, Hartel e Lindsay (1993), a expansão do uso de gordura "in natura" do leite é frequentemente inibida por causa de sua

incompatibilidade com outros ingredientes. Para esses autores, tal comportamento se deve basicamente às propriedades inerentes da gordura do leite, tais como composição química e flavor, propriedades físicas e efeito da cristalização e, ainda, pelas interações entre a gordura do leite e outros constituintes do alimento tais como gordura, ar, água e outros sólidos.

Phillips et al, 1995 afirmam que a funcionalidade da gordura do leite é limitada devido aos seus extremos valores de temperaturas de liquefação ( $-40^\circ\text{C}$  a  $40^\circ\text{C}$ ) e a separação em frações com ponto de liquefação mais definido aumentaria seu valor de mercado.

A gordura do leite é completamente sólida a  $-40^\circ\text{C}$  estando em estado líquido a  $40^\circ\text{C}$ , e apresentando uma mistura de sólido e líquido em temperaturas intermediárias. Essa gordura pode ser classificada em três grupos principais, quanto ao seu ponto de fusão:

- glicerídeos de baixo ponto de fusão, os quais fundem em temperaturas abaixo de  $10^\circ\text{C}$ .
- glicerídeos com ponto de fusão médio, que fundem entre  $10^\circ$  e  $20^\circ\text{C}$ .
- glicerídeos de alto ponto de fusão, os quais fundem em temperaturas acima de  $20^\circ\text{C}$ .

### 2. GORDURA ANIDRA DO LEITE (OU BUTTEROIL)

Entende-se por gordura anidra do leite (ou butteroil), o produto gorduroso obtido a partir do creme ou manteiga, pela eliminação quase total de água e sólidos não gordurosos, mediante processos tecnologicamente adequados.

#### 2.1. Composição e requisitos

##### 2.1.1 Composição

##### a) Ingredientes obrigatórios

Creme obtido a partir de leite de vaca e/ou manteiga.

##### 2.1.2 Requisitos

##### a) Características sensoriais

Aspecto: a  $35 - 40^\circ\text{C}$ , líquido viscoso, isento de cristais amarelada  
 Cor: amarelada  
 Sabor e aroma: próprio, não rançoso, isento de sabores e/ou odores estranhos ou desagradáveis.

##### b) Características físico-químicas

Os requisitos de qualidade da gordura anidra do leite para comercialização estão descritos na Tabela 2.

1 Aluno do Curso de Pós-graduação em Ciência dos Alimentos/UFLA.  
 2 Professor Adjunto do Departamento de Ciência dos Alimentos/UFLA.  
 3 Professor e Pesquisador do CT/ILCT-EPAMIG, Juiz de Fora - MG, Aluno de Pós-graduação em Ciência dos Alimentos/UFLA.

Tabela 2 - Requisitos de qualidade da gordura anidra do leite *butteroil*.

| Requisitos                                            | Limite     |
|-------------------------------------------------------|------------|
| Matéria gorda (g/100g de amostra)                     | mín. 99,7% |
| Umidade (g/100g de amostra)                           | máx. 0,2%  |
| Índice de peróxido (meg/kg matéria gorda)             | máx. 0,35% |
| Acidez na gordura (g de ácido oleico/100g de gordura) | máx. 0,4%  |

O Brasil é um produtor bastante incipiente de gordura anidra de leite, apesar de ser um razoável utilizador. O abastecimento do mercado interno se dá por meio de importações do Mercosul ou de outros países.

Como aspecto a ressaltar em relação aos aditivos, temos a proibição de uso dos antioxidantes, ou de qualquer outro aditivo quando o *butteroil* for utilizado em produtos lácteos (Nova Legislação ..., 1998).

### 2.3. Processos de fracionamento da gordura do leite

O fracionamento da gordura do leite em frações líquidas e sólidas, as quais diferem muito entre si em composição química e características físicas, aumenta largamente sua utilização em diversos alimentos. Dentre os métodos mais conhecidos para tal fim, os mais empregados comercialmente passarão a ser descritos a seguir:

#### 2.3.1 Processos físicos

##### 2.3.1.1 Fracionamento a seco

Como o ponto de fusão da gordura do leite varia de -30° a 40°C, é possível remover uma dada fração específica de triglicerídeos, cristalizada em uma temperatura abaixo de seu ponto de fusão. O tamanho desses cristais é selecionado pelo controle da temperatura e eles são separados da fase líquida por filtração ou centrifugação, Black, Bergman e Hartman (1975). Dessa forma, os triglicerídeos formados por ácidos graxos de cadeia mais curta e os de cadeia longa insaturados serão concentrados na fração líquida, tornando-a mais rica em flavor, pigmentos e vitamina A. Tal processo permite a obtenção de uma a cinco frações de gordura em temperaturas variando de 2° a 40°C, Boudreau e Arul (1993). As frações da gordura do leite obtidas dessa forma podem ser utilizadas como tal ou combinadas em várias proporções para uso como ingredientes em várias formulações alimentares.

O maior problema desse método é o longo tempo requerido para a obtenção das frações (8 a 10 horas para cada fração), além do fato de a

ser maior nas frações líquidas com ponto de fusão mais baixo, o que poderia prejudicar a conservação do produto obtido.

Vários fatores afetam o processo de fracionamento: a temperatura de resfriamento, taxa de resfriamento, geometria dos cristais, eficiência da separação e composição da gordura do leite. O fracionamento a seco é o mais apropriado meio de se produzir frações de gordura do leite com composição química e propriedades físicas modificadas para um determinado fim, ao mesmo tempo que mantém seu característico *flavor* de manteiga. Acima de 800 toneladas/dia de gordura do leite são comercialmente fracionadas na Europa, Japão, Austrália e Nova Zelândia, sendo empregadas em diversas aplicações em alimentos, Boudreau e Arul (1993).

##### 2.3.1.2 Fracionamento por destilação curta

Esse processo é bem conhecido e consiste na evaporação de moléculas pelo uso do vácuo. O controle é feito pela taxa de evaporação das moléculas na superfície quente e recebimento das mesmas na superfície de resfriamento. Uma das desvantagens desse processo é que a gordura do leite requer uma alta temperatura para entrar em ebulição, devido ao elevado ponto de ebulição de seus triglicerídeos. Desse modo, os triglicerídeos podem ser decompostos ou polimerizados, mesmo quando o processo for conduzido a vácuo. Além disso esse processo é mais caro e mais difícil de ser controlado, Boudreau e Arul (1993).

##### 2.3.1.3 Fracionamento pelo uso de fluidos supercríticos

As densidades dos gases supercríticos são similares às dos líquidos, o que transforma esses gases em eficientes solventes. Essa propriedade e o alto poder de difusão desses gases (devido à sua baixa viscosidade) tornam esse método muito atrativo para o processo de fracionamento da gordura do leite. A obtenção de frações da gordura do leite pelo uso de fluido supercrítico envolve o fenômeno de destilação e extração simultaneamente. Entre os gases utilizados, o CO<sub>2</sub> é o que se apresenta com maiores vantagens, pois é um solvente relativamente fraco para substâncias não polares, não reage quimicamente com os constituintes

alimentares, não é tóxico, não requer processamento adicional para a remoção de resíduos e é disponível em grande quantidade a preço relativamente baixo, Kaylegian e Lindsay (1994). Entretanto seu uso requer equipamento relativamente caro e de manuseio complicado, exigindo pessoal treinado para sua operação.

#### 2.3.1.4 Fracionamento por cristalização usando solvente

O fracionamento por cristalização da gordura do leite em solventes orgânicos, como acetona, é comumente empregado em laboratório. A separação dos cristais de gordura do solvente é facilmente conduzida e a fração obtida pode ser facilmente recristalizada e purificada. Entretanto esse processo não tem encontrado aplicação industrial por provocar perdas de compostos aromáticos, alterar pigmentos e deixar resíduos de solventes na fração de gordura, Kaylegian e Lindsay (1994).

#### 2.3.2. Processos químicos e enzimáticos

Hidrogenação e interesterificação de vários óleos e gorduras, utilizando catalizadores químicos são largamente utilizados na manufatura de margarina e gorduras para confeitarias. Entretanto, parece haver pouco futuro para o aumento de gorduras saturadas por meio de hidrogenação, dado o alto grau de rejeição pelo consumidor de gorduras saturadas.

Por outro lado, há grandes perspectivas futuras para o tratamento da gordura do leite com enzimas desnaturases (dehidrogenase) ou lipases (interesterificação). A co-esterificação de gordura do leite com óleos vegetais, como o de soja, tem sido estudada e oferece potencial benefício de modificar as propriedades físicas e aumentar o conteúdo de ácidos graxos poliinsaturados da mistura, Boudreau e Arul (1993).

### 2.4. Aplicação das frações da gordura do leite em alimentos

A seleção de gordura ou óleo utilizados como ingredientes é feita baseando-se em suas características funcionais, econômicas e em sua aceitação pelo consumidor. Gorduras e óleos funcionam de formas variadas nos alimentos e a escolha para uma dada utilização depende de vários fatores: por que está sendo usada, como vai ser usada e as modificações que causará no produto final. Por exemplo, uma gordura manipulada para ser utilizada em produtos de padaria terá diferentes requerimentos daquela utilizada para frituras. Os atributos de uma gordura utilizada em produtos de padaria estão fortemente relacionados com suas propriedades físicas funcionais (fase

sólida) e incluem firmeza, plasticidade e aroma. Os atributos requeridos para a utilização de gordura para frituras estão relacionados com sua fase líquida e suas características químicas que incluem transferência de calor, além da qualidade de sabor e aroma conferido ao alimento a ser frito. Gorduras e óleos são utilizados em alimentos para promover várias características funcionais:

#### a) Durante a elaboração e tratamento térmico:

- formação da estrutura;
- melhoria das soluções;
- lubrificação;
- melhoria da "liga" da massa;
- firmeza;
- melhoria das dispersões;
- aeração;
- plasticidade;
- facilita a inclusão de outros ingredientes;
- aumento de fluxo;
- transferência de calor;
- viscosidade;
- melhoria das características de superfície.

#### b) No produto final:

- formação da estrutura;
- contribui para a maciez;
- atributos sensoriais;
- melhora a aparência;
- melhoria da textura;
- contribui para a "spreadability";
- contribui para o "flavor";
- pseudo-umidade;
- contribui para a firmeza;
- contribui para o "mouthfeel".

O preço de uma gordura utilizada como ingrediente em um alimento é também um fator importante a ser considerado. Uma gordura pode ter propriedades ideais, mas não ser competitiva em preço, não sendo, portanto, ingrediente viável para uma dada utilização. A gordura do leite é relativamente cara quando comparada com óleos vegetais e, conseqüentemente, seu uso será comercialmente restrito àqueles produtos que serão beneficiados pelo seu distinto sabor e aroma.

### 2.5. O pão de queijo

O pão de queijo é um produto tradicional de Minas Gerais, tendo como matéria-prima básica o polvilho azedo, mas em algumas formulações, utiliza-se também o polvilho doce, ocasionando algumas variações nas características sensoriais do produto final.



Na produção de polvilho azedo, a fécula de mandioca (*Manihot esculenta crantz*) é fermentada em tanques sob uma camada de água. Esta fermentação confere sabor e odor característicos ao polvilho e causa alterações em suas propriedades físico-químicas.

Chuzel (1991) e Cereda (1983) relatam também que, para o usuário, a principal qualidade do polvilho azedo é seu poder de expansão durante o forneamento. Porém, este inchamento é uma função, não só do polvilho, mas também do queijo, ingredientes como ovos, leite, água e sal, consistência e textura da massa, além da forma dos pães de queijo, condições de forneamento, entre outros.

Cereda (1983), com o objetivo de minimizar os efeitos de ingredientes na expansão dos biscoitos no forno, procurou estabelecer uma fórmula básica para o biscoito de polvilho, à semelhança do que já existe para a panificação experimental, com menor número de ingredientes. A fórmula que apresentou melhor característica, para uso experimental em laboratório foi a seguinte: polvilho azedo, 48%; gordura vegetal hidrogenada, 12%; sal, 2% e água ao redor de 38%. A quantidade de água é variável em função da porcentagem de absorção de água do polvilho.

#### 2.5.1. O processo de fabricação do pão de queijo

Não existe um processo padronizado para a produção do pão de queijo. O fluxograma básico de produção, segue algumas etapas básicas como escaldamento do polvilho, mistura, modelagem, congelamento, embalagem, estocagem e assamento (Pereira Jesus e Labossiere, 1995).

##### a) Escaldamento

O escaldamento consiste em adicionar ao polvilho uma mistura quente composta de água, leite e óleo, em proporções que variam de acordo com a formulação. Durante o escaldamento, provavelmente é iniciado o processo de gelatinização do amido de mandioca o qual promove alterações significativas no polvilho, principalmente absorção de água e inchamento dos grânulos. Forma-se uma massa gelatinosa, cujas características dependem da mistura de escaldamento usada (Jesus, Pereira e Labossiere, 1996).

O escaldamento é uma das etapas que mais ocasiona modificações no polvilho azedo, modificações estas que influenciam diretamente a qualidade final dos produtos. Portanto, este tema será abordado mais adiante com maior ênfase.

##### b) Mistura

Durante a mistura são adicionados ingredientes como sal, ovos e queijo. A maioria dos

produtores acrescenta o sal por último, mas alguns o adicionam à mistura de escaldamento.

##### c) Moldagem

Logo após o amassamento, o produto é moldado manualmente ou através de equipamentos apropriados, em formatos de bolas ou pequenos cilindros, que variam de tamanho e peso dependendo do tipo do pão de queijo a ser produzido. A moldagem é ainda um ponto crítico para o pequeno produtor, pois sem o equipamento apropriado, ocorre grande manuseio do produto o que pode acarretar contaminações microbiológicas.

##### d) A cocção em forno

O pão de queijo deve ser assado em condições padronizadas, sob temperaturas no intervalo de 180° a 200°C. Esta etapa, quando não é bem controlada, pode comprometer a qualidade final do produto.

#### 2.6. O escaldamento do polvilho azedo

O escaldamento do polvilho azedo é uma das etapas determinantes da qualidade do produto. Durante o processo os grânulos de amido são hidratados e, devido ao aquecimento, inicia-se a gelatinização. A maneira como o escaldamento é conduzido, principalmente em termos de temperatura e composição da mistura, altera as características finais do pão de queijo (Jesus, Pereira e Labossiere, 1996).

O amido de mandioca é constituído por cadeias de amilose (fração linear) e amilopectina (fração ramificada). Nos grânulos de amido as moléculas de amilose e amilopectina associam-se através de pontes de hidrogênio, formando regiões cristalinas radialmente orientadas. Entre estas áreas cristalinas, existem regiões amorfas nas quais as moléculas não apresentam uma orientação particular. As áreas cristalinas são responsáveis pela estrutura do grânulo e controlam o comportamento do amido na água (Radley, 1976).

Os grânulos de amido são insolúveis em água fria e, quando em contato com água, incham lentamente, mas retornam ao tamanho original durante a secagem (Pomeranz, 1985).

Quando uma suspensão aquosa de amido é aquecida, nenhuma mudança ocorre nos grânulos até que uma temperatura crítica seja alcançada. Atingida esta temperatura, o amido perde a estrutura interna cristalina e começa a absorver água. Este fenômeno é denominado de gelatinização (Radley, 1976).

Durante o inchamento dos grânulos, algumas frações lineares do amido são dissolvidas e lixiviadas para a fase aquosa. No cozimento, os grânulos inchados mantêm a estrutura intacta, sem

dissolução ou ruptura. Gradualmente os grânulos incham o suficiente para consumir toda água disponível no sistema e, como resultado, se unem uns aos outros, aumentando a viscosidade da pasta de amido (Collison, 1976).

Cada espécie de amido tem uma organização cristalina específica e cada uma apresenta um comportamento diferente durante o inchamento do grânulo. O inchamento do grânulo é uma das principais transformações do processo de gelatinização do amido (Ziemba, 1965). Nem todos os grânulos de um mesmo amido incham à mesma temperatura, de modo que a gelatinização ocorre numa faixa de temperatura (Vilela e Ferreira, 1987). Na Tabela 3 podem ser visualizadas as faixas de temperatura de gelatinização de diferentes tipos de amido.

O amido de mandioca e batata são os que necessitam de menores temperaturas de gelatinização dentre os vegetais. Isto parece estar relacionado à existência de uma fraca organização interna que facilita o inchamento dos grânulos (Radley 1976; Vilela e Ferreira, 1987).

Tabela 3 - Temperatura de gelatinização de diferentes tipos de amido.

| Amido    | Faixa de temperatura de gelatinização (°C) |
|----------|--------------------------------------------|
| batata   | 56 - 66                                    |
| mandioca | 58 - 70                                    |
| milho    | 62 - 72                                    |
| trigo    | 70 - 75                                    |
| arroz    | 61 - 77                                    |

Fonte: Ciacco e Cruz (1982).

O processo de gelatinização é acompanhado dos seguintes fenômenos: hidratação e inchamento dos grânulos, perda de birrefringência, aumento da claridade da pasta, acentuação e rápido aumento da consistência da pasta e variações de entalpia. Estas variações de entalpia podem estar relacionadas às mudanças nas pontes de hidrogênio, nos cristais dos grânulos de amido e na retrogradação da mistura ou do gel (Radley, 1976; Lelievre, 1993).

Durante o crescimento do grânulo de amido, as moléculas orientam-se formando regiões cristalinas perpendiculares à superfície do grânulo ou, no sentido radial, em grânulos esféricos. A birrefringência dos grânulos de amido é decorrente de sua estrutura cristalina, e a sua perda ocorre devido à destruição das áreas cristalinas do grânulo, o que acontece quando o amido é aquecido em água. O acompanhamento deste fenômeno pode ser feito por meio de um microscópio com luz polarizada (Ciacco e Cruz, 1982).

Retrogradação é o termo dado às transformações que ocorrem durante o resfriamento e armazenamento da pasta de amido gelatinizada e

consiste, basicamente, da cristalização das moléculas, o que provoca um aumento da firmeza e opacidade das pastas, além da exsudação da parte da água absorvida na gelatinização, fenômeno conhecido como sinérese (Collison, 1976).

Na maioria das aplicações, o amido encontra-se na forma gelatinizada. O processo de gelatinização promove uma ruptura da organização molecular dos grânulos por ação do calor e vários são os fatores que influenciam esse processo de concentração do amido, tais como: pH, binômio tempo-temperatura, condições de cisalhamento, interação com os outros ingredientes da formulação, entre outros. Quando a concentração de amido é suficientemente alta, os grânulos de amido se compactam e o resfriamento promove a formação de uma rede contínua de gel. Se a concentração de amido é insuficiente para promover a união dos grânulos, a cristalização promove a formação de uma pasta viscosa (Lelievre, 1993).

A natureza do inchamento e o tipo de gel formado refletem em grande extensão as proporções das frações lineares e ramificadas que constituem o grânulo. O emaranhado das moléculas ramificadas mantém os grânulos unidos, impedindo o inchamento ou a dissolução em água fria. Por outro lado, as moléculas lineares se acoplam entre os grânulos, reforçando a estrutura e a rigidez do gel, dificultando o processo de inchamento. Isto explica porque alguns amidos, como os de batata e de mandioca, que apresentam um baixo teor de amilose comparativamente a outros amidos como o de trigo, cozinham rapidamente e produzem uma pasta de alta viscosidade, porém instável. Isto ocorre porque os grânulos inchados são extremamente frágeis e se rompem em condições de mistura ou cozimento prolongado (Ziemba, 1965).

Estudos realizados por Morrison et al. (1993), demonstraram que a amilose encontra-se normalmente presente em duas formas nos grânulos de amido: livre (AM) ou complexada com lipídeos (AM-L). Os experimentos comprovaram que AM e AM-L possuem diferentes efeitos sobre as propriedades de inchamento e gelatinização dos grânulos.

A gelatinização do amido pode ser monitorada por meio de métodos químicos e físicos baseados nas alterações que os grânulos de amido sofrem durante este processo, tais como perda de birrefringência, variação da viscosidade, alteração na susceptibilidade enzimática e formação de complexo amilose solúvel com o iodo, entre outros (Radley, 1976).

Uma das maneiras de avaliar o grau de gelatinização do amido é pela medida da viscosidade da pasta, que aumenta com o inchamento

do grânulo. Isto pode ser feito com o uso do amilógrafo Brabender, o qual registra automaticamente as mudanças de viscosidade da pasta por meio de um sistema controlado de aquecimento e resfriamento (Pomeranz, 1985).

A gelatinização é um processo endotérmico e, portanto, a curva endoterma de gelatinização é uma medida da progressiva desordem dos cristais de amilopectina quando aquecidos em excesso de água (Morrison et al., 1993). Podem, portanto, ser empregados métodos térmicos, como, por exemplo, o calorímetro diferencial de varredura, que acompanha a gelatinização registrando continuamente a variação de entalpia. Durante o aquecimento na faixa de temperatura programada, a uma velocidade pré-estabelecida, a extensão da gelatinização é proporcional à área do pico da endoterma registrada (Silva, 1991). Vários são os autores que têm utilizado este método nos seus trabalhos de pesquisa sobre a gelatinização: Tester e Morrison, (1990), Bello-Perez e Paredes-López (1995); Valetudie et al. (1995).

A perda da birrefringência também é um método utilizado para avaliar a extensão da gelatinização, o que pode ser feito pelo microscópio de estágio aquecido de Koeffer. Nele determina-se a faixa de temperatura que marca o início e o término do desaparecimento da birrefringência - cruz de malta (Pomeranz, 1985). Este método também é bastante utilizado pelos pesquisadores na avaliação da gelatinização (Xu e Seib, 1994; Valetudie et al., 1995).

Outro método baseia-se no fato de que a susceptibilidade do grânulo de amido à ação enzimática é aumentada quando ele se encontra na forma gelatinizada. Este princípio é usado para quantificar a extensão de gelatinização alcançada pelo amido. Autores como Shefty, Lineaback e Seib (1974) e Chiang e Johnson (1977) utilizaram este método nos seus trabalhos de pesquisa.

### 2.7. A gordura em produtos de polvilho azedo

A gordura exerce um papel muito importante no processo de fabricação de produtos de polvilho. Cereda (1983) afirma que a gordura utilizada na fabricação interfere no ponto de expansão do polvilho, o qual pode ser definido como a capacidade que tem um polvilho para aumentar o volume da massa confeccionada quando submetido ao forno.

Uma das funções mais importantes da gordura é tornar quebradiços e macios os produtos assados, que poderiam, de outra forma, constituir massa sólida, firmemente ligada pelos cordões de glúten. Sendo insolúvel na água, a gordura evita a cordões de glúten durante a combinação

de ingredientes, tornando o produto macio, Phillips et al. (1995). A gordura não somente amacia os produtos, mas também ajuda a reter ar incorporado durante a manipulação.

Os benefícios esperados com substituição pela gordura fracionada em biscoitos e pães de queijo são: aroma, sabor, cor e textura, além de se obter um produto mais saudável, já que a gordura fracionada contém apenas ácidos graxos de quatro a oito carbonos. Os ácidos graxos de cadeia longa (gordura tradicional) podem trazer prejuízos à saúde humana, uma vez que estão associados ao colesterol.

A gordura fracionada do leite é bastante utilizada em sorvetes, chocolates, produtos vegetais gordurosos, bolachas e alguns produtos lácteos, principalmente em queijos finos, requeijão e queijos fundidos, com o objetivo de acentuar o sabor característico da gordura do leite.

### 3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BELLO-PEREZ, L.A.; PAREDES-LÓPEZ, O. Effects of solutes on retrogradation of stored starches and amylopectins a calorimetric study. *Starch*, v. 47, p. 83-86, April 1995.
- BLACK, A. L.; BERGMAN, J.W.; HARTMAN, G. P. *Safflower production guidelines*. capsule - inf - ser - mont - agric - exp. Stn Bozeman, mount the Station n.8, p 3. abril, 1975.
- BOUDREAU, A.; ARUL, J. Cholesterol reduction and fat fraction technologies for milk fat an overview. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v.76, p. 1772-1781, June 1993.
- CEREDA, M. P. Avaliação da qualidade de duas amostras de fécula fermentada de mandioca (polvilho azedo) *Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia*, v.17, n.3, p.305-320, 1983.
- CHIANG, B. Y.; JOHNSON, J. A. Measurement of total and gelatinized starch by glucoamylase and o-toluidine reagent. *Cereal Chemistry*, v.54, p.429-435, April, 1977.
- CHUZEL, G. *Desarrollo de una prueba de evaluación de la calidad del almidón de yuca*. In: TALLER "AVANCES SOBRE ALMIDON DE YUCA" Cali, *Resúmenes ...* Colômbia; CIRAD/CEEMAT-CIAT, 1991.
- CIACCO, C.F.; CRUZ, R. *Fabricação do amido e sua utilização*. Campinas: Universidade Estadual de Campinas. 1982. 152p. (Série Tecnologia Industrial)

COLLISON, R. *Starch retrogradation*. In: RADLEY, J.A. Industrial uses of starch and its derivatives. London Applied Science. 1976. 268p.

GRESTI, J.; BUGAUT, M.; MANIONGUI, L.; BELARD, J. Composition of molecular species of triacylglycerols in bovine milk fat. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v.76, n.7, p.1850-1869, July, 1993.

JESUS, C.C.; PEREIRA, A.J.C.; LABOISSIERE, L.H.E.S. Influência do congelamento na qualidade do pão de queijo. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIAS DE ALIMENTOS, 1997, Campinas. *Resumos...* Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 1997. p.189.

JESUS, C.C.; PEREIRA, A. J.C.; LABOISSIERE, L.H.E.S. Influência do tipo de polvilho e da mistura de escaldamento na qualidade do pão de queijo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 15., 1996, Poços de Caldas. *Resumos...* Poços de Caldas: 1996. p.105.

KAYLEGIAN, K.E.; HARTEL, R.W.; LINDSAY, R. C. Applications of modified milk fat in food products. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v.76, n.6, p.1782-796, June 1993.

KAYLEGIAN, K.; LINDSAY, R.C. *Handbook of milkfat fraction technology and application*. Champaign, Illinois: AOCS Pres. 1994. 662p.

LELIEVRE, J. Starch functionality and applications. *Food Science Technology Today*, v.6, p.234-237, 1993.

MORRISON, W.R.; TESTER, R.F.; SNAPE, C.E.; LAW, R.; GIDLEY, M.J. Swelling and gelatinization of cereal starches. IV. Some effects of lipid-complexed amylose and free amylose in waxy and normal barley starches. *Cereal Chemistry*, v.70, p.385-391, 1993.

NOVA legislação de produtos lácteos e de alimentos para fins especiais, diet, light e enriquecidos. Fonte Comunicação e Editora, São Paulo, 1998. 212 p.

PALMQUIST, D.L.; BEAULIEU, A.D.; BARBAND, D. M. Feed and animal factors influence milk fat composition. *Journal of*

*Dairy Science*, Champaign, v.76, n.6, p.1753-1771, June 1993.

PEREIRA, A.J.G.; JESUS, C.C.; LABOISSIERE, L.H.E.S. Caracterização físico-química, microbiológica e sensorial do pão de queijo. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DE ALIMENTOS, 1995, Campinas. *Resumos* Campinas: Universidade Estadual de Campinas. 1995. p.63.

PHILLIPS, L.G.; McGIFF, M.L.; BARBANO, D. M.; LAWLESS, H.T. The influence of fat on the sensory properties, viscosity, and color of low fat milk. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v.78, n.6, p.1258, June 1995.

PINTO, S.M.; *Produção e composição química do leite de vacas holandesas no início da lactação alimentadas com diferentes fontes de lipídeos*. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 1997. 67p. (Dissertação de mestrado em Zootecnia).

POMERANZ, Y. *Functional properties of food components*. New York: Chapman e Hall, 1985. 536p.

RADLEY, J.A. *Industrial uses of starch and its derivatives*. London: Applied Science, 1976. 268p.

SILVA, C.E.M. *Cinética da gelatinização do amido de trigo*. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 1991. (Tese - Mestrado em Tecnologia de Alimentos).

TESTER, R.F.; MORRISON, W.R. Swelling and gelatinization of cereal starches: I. Effects of amylopectin, amylose and lipids. *Cereal Chem.*, v.67, p.551-557, 1990.

VALETUDIE, J.C.L.G.; COLLONA, P.; BUCHET, B.; GALLANT, D.J. Gelatinization of sweet potato, tania and yam tuber starches. *Starch*, v. 47, p.298-306, 1995

VILELA, E.R.; FERREIRA, M.E. Tecnologia de produção e utilização do amido de mandioca. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v.13, p.69-74, 1987.

XU, A.; SEIB, P.A. Structure of tapioca pearls compared to starch noodles from mung beans. *Cereal Chemistry*, v. 70, p.463-470. 1994.

ZIEMBA, J.V. Food starches. *Food Technology*. Chicago v.37. p.71-79. 1965.



## INFLUÊNCIA DO LEITE PROVENIENTE DE VACAS MASTÍTICAS NO RENDIMENTO DE QUEIJO MINAS Frescal

Gilson Pinto Mاتيoli<sup>1</sup>  
Sandra Maria Pinto<sup>1</sup>  
Luiz Ronaldo de Abreu<sup>2</sup>  
Leonardo Xavier<sup>1</sup>  
Luiz Antônio Miccoli Teixeira<sup>1</sup>

### RESUMO

Também conhecida como mamite, a mastite é uma inflamação do úbere, sendo um fator que contribui decisivamente para o declínio da qualidade do leite e seus produtos. O declínio na produção de leite causado por essa enfermidade do úbere é bastante evidente e causa sérios prejuízos econômicos para a pecuária leiteira. Com a mastite há uma grande mudança na composição físico-química do leite principalmente com o fracionamento do nitrogênio. Uma vez que é a caseína a principal proteína do leite e aquela que indicará o rendimento do leite, principalmente em queijos, o fracionamento do nitrogênio do leite tem influência marcante em seu rendimento industrial e na qualidade dos produtos. As células do leite são células somáticas representadas por leucócitos, macrófagos, neutrófilos e linfócitos. Quando há uma infecção, irritação ou algum outro dano à glândula mamária, o organismo envia grande quantidades destas células para o local injuriado com a finalidade de lutar contra a infecção e reparar os danos teciduais causados. A sua determinação é o melhor método para identificação de mastite subclínica. O objetivo deste trabalho foi verificar a influência do leite mastítico no rendimento do queijo Minas Frescal. Em uma fazenda da região foi selecionado leites com diferentes contagens de células somáticas e feito três experimentos com quatro repetições. Foram feitas análises físico-químicas do leite, soro, queijo e verificado a diminuição do rendimento dos queijos em até 9,81% em leites com alta contagem de células somáticas.

### 1. INTRODUÇÃO

A mastite, também conhecida como mamite ou inflamação do úbere, é um dos fatores que contribuem decisivamente para o declínio da qualidade do leite e seus produtos. O declínio na produção de leite causado por essa enfermidade do úbere é bastante evidente e causa sérios prejuízos econômicos para a pecuária leiteira, sendo consequentemente o principal fator que leva o produtor de leite a se preocupar com tal enfermidade, porém, a composição do leite fica em geral relegada a segundo plano, pois o pagamento do leite pela qualidade somente agora está começando a ser implantado por alguns estabelecimentos industriais no Brasil.

A composição físico química do leite proveniente de vacas mastíticas sofre alterações como:

A concentração de sólidos totais diminui, diminuindo consequentemente o valor e o rendimento desse leite em produtos.

O teor de gordura é diminuído no leite mastítico, sendo que não existe uma diminuição considerável na concentração de proteínas totais. Isso acontece com a concentração de proteínas totais, devido ao fato de haver uma diminuição da caseína e um aumento das proteínas do soro;

entretanto, sendo a caseína a proteína mais importante, principalmente na fabricação de queijos, essa enfermidade ocasiona uma queda no rendimento da fabricação (Abreu, 1999). Junta-se a isso o fato de que com o aumento das proteínas do soro, essas são absorvidas pela micela da caseína, dificultando o ataque de enzimas do coalho, processo de coagulação e produzindo uma coalhada mais frágil, diminuindo ainda mais o rendimento. Como o cálcio é elemento indispensável na coagulação do leite, esse fato fica ainda mais agravado pela diminuição desse mineral no leite mastítico.

Essas informações evidenciam os prejuízos causados pela mastite na qualidade físico química do leite, diminuindo seu valor nutritivo e seu rendimento em produtos, além de causar danos à qualidade dos produtos com ele fabricados.

O fracionamento do nitrogênio do leite tem influência marcante em seu rendimento industrial e na qualidade dos produtos, uma vez que é a caseína a principal proteína do leite e aquela que indicará o rendimento do leite, principalmente em queijos, tendo também essa repartição do nitrogênio influência na qualidade nutricional e na qualidade do produto final, uma vez que sabores desagradáveis podem surgir em produtos cujo balanço protéico é desestabilizado.

### Objetivo Geral

Avaliar a influência do leite proveniente de vacas mastíticas no rendimento e na qualidade de queijo Minas Frescal.

### Objetivos Específicos

1. Verificar as modificações sofridas, principalmente pelas proteínas do leite (fracionamento do nitrogênio).
2. Avaliar o rendimento do leite em queijos Minas Frescal e a qualidade desse produto, também em função de diferentes contagens de células somáticas.

### 2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no laboratório de laticínios do Departamento de Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras-MG. O leite utilizado no experimento foi obtido de uma fazenda (Granja Jomalo) na região de Lavras, escolhida devido a ser altamente tecnicada, com lotes para ordenha divididos em produção, estágio de lactação e idade dos animais.

#### 2.1. Coleta de amostra

##### 2.1.1 Contagem de células somáticas

A seleção dos animais foi feita do lote de maior produção, de acordo com a contagem de células somáticas do leite analisados mensalmente por contador eletrônico de células somáticas, na EMBRAPA Gado de Leite – Juiz de Fora. O lote foi sub-dividido em três sub-lotes, com contagem de células somáticas de: sub-lote 1 – até 200.000; sub-lote 2 – de 200.000 a 600.000 e sub-lote 3 – acima de 600.000. O método de pasteurização utilizado foi 65°C por 30 minutos, ou seja, pasteurização lenta. Para cada fabricação foram utilizados sete litros de leite.

##### 2.1.2 Leite

O leite dos animais de cada sub-lote foi misturado e coletou-se amostra em frascos próprios para contagem de células somáticas.

#### 2.2. Tratamentos aplicados

Foram feitos três tratamentos, com quatro fabricações por tratamento, sendo cada fabricação uma repetição.

Tratamento 1: quatro fabricações de queijo Minas Frescal usando leite com contagem de células somáticas de 1.250.000.

Tratamento 2: quatro fabricações de queijo Minas Frescal usando leite com contagem de células somáticas de 270.000.

Tratamento 3: quatro fabricações de queijo Minas Frescal usando leite com contagem de células somáticas de 90.000.

##### 2.2.1 Tratamento do leite

Padronização do leite a um teor de gordura de 3%. Pasteurização lenta do leite (65°C por 30 minutos).

##### 2.2.1.1 Fermento Láctico

O fermento utilizado nas fabricações dos queijos foi o fermento láctico mesofílico (DVS - tipo "O") R-704 composto de *Lactococcus lactis* spp. *Lactis* e *Lactococcus lactis* spp. *cremoris*.

##### 2.2.1.2 Coalho

Foi utilizado coalho bovino, obtido de abomaso de bovinos adultos, 20% de quimosina, 80% de pepsina bovina e cloreto de sódio.

##### 2.2.2 Fabricação dos queijos

A tecnologia usada foi a descrita por Furtado (1997) e o fluxograma está apresentado na Figura 1.

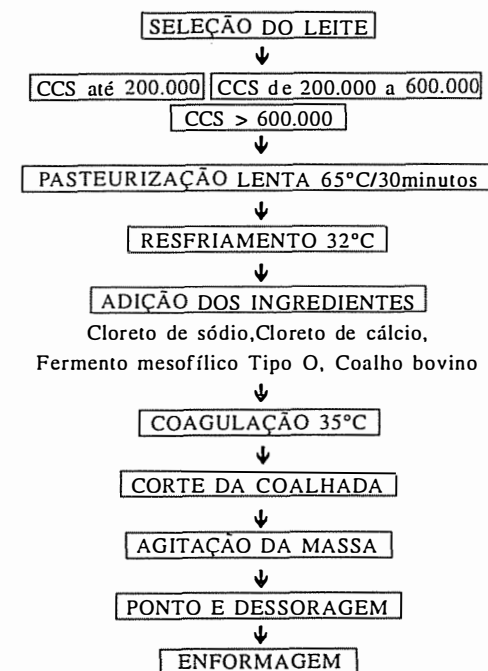


Figura 1 - Fluxograma para fabricação do queijo Minas Frescal.

#### 2.3. Análises físico-químicas

Foram realizadas análises do soro e do queijo.

<sup>1</sup> Aluno do Curso de Pós-graduação em Ciência dos Alimentos/UFLA.  
Professor do Departamento de Ciência dos Alimentos/UFLA.

### 2.3.1. Do soro

As amostras do soro foram retiradas no momento do corte e do ponto em todas as repetições. As análises foram realizadas em triplicata, seguindo as seguintes metodologias.

#### 2.3.1.1 Acidez titulável

Foi utilizado o método de titulação com hidróxido de sódio N/9 (solução Dornic), com a utilização do indicador fenolftaleína, segundo o Laboratório Nacional de Referência Animal - LANARA (1981).

#### 2.3.1.2 Gordura

As porcentagens de gordura dos leites foram determinadas pelo método butirômetro de Gerber, segundo técnica do LANARA (1981).

#### 2.3.1.3 Densidade

Foi utilizada a leitura direta em termolactodensímetro, segundo Quevene, previamente calibrado, corrigindo-se o efeito da temperatura segundo técnica do LANARA (1981).

#### 2.3.1.4 Determinação dos teores de nitrogênio total (NT) e Proteína Total (PT)

O Método utilizado foi o Kjeidahl, segundo metodologia descrita por Gripon *et al.* (1975). As amostras foram digeridas em bloco aquecedor da marca SARGE, modelo 40-25, e destiladas em equipamento TECNAL, modelo TE 036/1. O fator utilizado para conversão dos teores de nitrogênio para proteína bruta foi de 6.38 (Kosikowski, 1977).

#### 2.3.1.5 Determinação de Nitrogênio Não Protéico - TCA 12% (NNP)

As amostras foram precipitadas com ácido tricloroacético (TCA) a 24%, obtendo-se concentração final de 12%, filtrada em papel WHATMAN 42. O nitrogênio contido nesta solução foi denominado nitrogênio não protéico (NNP), que foi então determinado pelo método Kjeidahl, como descrito por Gripon *et al.* (1975). Esse nitrogênio também é denominado de nitrogênio solúvel em TCA 12%.

### 3.1. Análises do soro

Tabela 1 - Resultados das análises físico químicas do soro

| CCS | Vol. | Acidez/<br>corte | Acidez/<br>dess. | Gord. | P.T  | Cas   | P.S   | N.N.P | Finos | Dens. |
|-----|------|------------------|------------------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1   | 3,75 | 12,5             | 12,5             | 0,48  | 1,16 | 0,41  | 0,588 | 0,171 | 46,25 | 1,039 |
| 2   | 4,05 | 12               | 10               | 0,43  | 1,09 | 0,441 | 0,495 | 0,154 | 31    | 1,04  |
| 3   | 4,18 | 11,5             | 10               | 0,38  | 1,09 | 0,393 | 0,543 | 0,154 | 29,55 | 1,04  |

### 2.3.1.6 Determinação de nitrogênio solúvel (NS)

Determinado pelo método Micro-Keidahl, segundo técnica descrita pela A.O.A.C. (1995).

### 2.3.2 Do Queijo

#### 2.3.2.1 Umidade

A umidade foi determinada pelo método gravimétrico por meio de estufa de secagem, segundo técnica descrita por A.O.A.C. (1995).

#### 2.3.2.2 Gordura

As determinações foram realizadas pelo método butirômetro de Gerber (A.O.A.C., 1995). A centrífuga e os butirômetros utilizados foram da marca original Gerber.

#### 2.3.2.3 Extrato seco total (EST)

A metodologia utilizada foi conforme metodologia descrita pela A.O.A.C. (1995). Para as determinações, foram utilizadas estufas de secagem (modelo 315-SE FANEM) a 105°C.

#### 2.3.2.4 Gordura no extrato seco (GES)

Foram utilizadas as massas médias de gordura correspondentes a 100 g de queijo por 100g de sólidos totais. O valor resultante foi dividido pela massa média de sólidos totais referentes a 100g de queijo, e o resultado expresso em porcentagem (%) de gordura no extrato seco (Folegatti, 1994).

#### 2.3.3.5 Nitrogênio total (NT), Nitrogênio não protéico (NNP) e Nitrogênio solúvel (NS)

As análises foram realizadas seguindo metodologia já descrita em 3.3.

#### 2.3.3.6 Rendimento

O rendimento foi calculado dividindo-se o volume de leite usado, que foi fixo (7 litros), pelo peso do queijo após 24 horas de fabricação, correlacionando esse resultado com o teor de umidade de cada queijo.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1.1 Volume

Os dados referentes aos volumes de soro obtidos na elaboração dos queijos se encontram na Figura 2. O volume de soro foi tanto maior quanto mais elevada a contagem de células somáticas, principalmente quando comparados os resultados entre o tratamento 1 (CCS = 1.250.000) e os outros dois (270.000 e 90.000), uma vez que a CCS do tratamento 1 é muito maior que a diferença entre os tratamentos 2 e 3.

Essa diferença provavelmente aconteceu em função de uma maior acidificação durante a fabricação nos leites com menor contagem de células somáticas (Figura 3). Segundo Auld et al. (1996), um aumento na acidificação durante a elaboração de queijos leva a uma maior contração do grão da coalhada, elevando o processo de sinérese, com consequente aumento do volume de soro produzido. Presumivelmente, maior expulsão de soro acarreta um menor teor de umidade do queijo, o que pode ser observado na Figura 8, embora os valores observados naquela figura tenham ficado muito próximos.

### 3.1.2 Acidez

Com a invasão de bactérias na glândula mamária, o organismo animal cria mecanismos de defesa para fazer frente à invasão. Dentre os vários mecanismos, a ativação do plasmínogênio em plasmina é um dos mais importantes, pois a plasmina age como um inibidor não só dos microrganismos invasores, mas também daqueles presentes no fermento láctico. Com isso, as amostras de leites com altas contagens de células somáticas apresentam uma menor acidificação durante o processo de fabricação de queijos.

Observa-se, na Figura 3, que o leite do tratamento 1 apresentou problemas de acidificação durante a fabricação dos queijos, não havendo, inclusive, uma diminuição do pH durante o processo de mexedura. Como consequência disso, o processo de sinérese foi prejudicado, levando a um aumento nos tempos de coagulação e mexedura. Mesmo com essa mexedura prolongada, os queijos ainda apresentaram maior teor de umidade. Tecnologicamente, esse tempo de mexedura prolongado é prejudicial à indústria, pois prejudica o cronograma dentro da fábrica, aumenta o risco de contaminação por microrganismos prejudiciais ao queijo, como coliformes, além de produzir queijos de composição química diferente, levando a problemas de comercialização, uma vez que a padronização é um fator importante para a competitividade dos produtos no mercado.

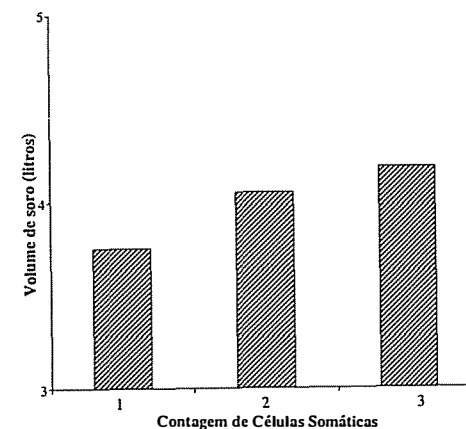


Figura 2 - Volume de soro da fabricação de queijos com leites com diferentes CCS (1: 1.250.000; 2: 270.000; 3: 90.000).

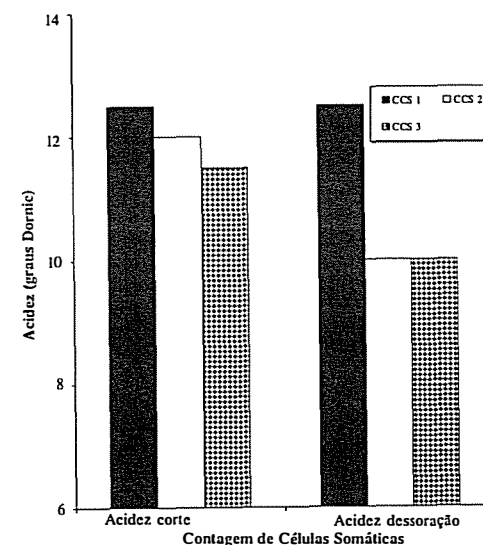


Figura 3 - Acidez do soro da fabricação de queijos com leites com diferentes CCS (1: 1.250.000; 2: 270.000; 3: 90.000).

### 3.1.3 Gordura

A gordura é um dos principais componentes do queijo, contribuindo principalmente para o sabor, aroma, cor e textura do produto, além de influenciar diretamente no rendimento industrial do leite. Durante o processo de fabricação, deve-se ter a preocupação de obter a maior taxa de transferência desse componente do leite para o



queijo, obtendo, consequentemente, um soro com teores de gordura os mais baixos possíveis.

Observando a Figura 4, que leites com maiores contagem de células somáticas produziram soro com teores de gordura mais elevados. Mesmo considerando a quantidade de gordura [porcentagem (Figura 4) x volume (Figura 2)], os leites com maior contagem liberaram maiores quantidades de gordura no soro, levando, consequentemente, a maiores perdas. O leite proveniente de vaca com mamite tem sua coagulação dificultada, formando uma coalhada mais friável, porosa, que ocorre em função do menor teor de caseínas e menor acidez. Isso facilita a saída de gordura dos grãos, e consequentemente um soro mais gorduroso.

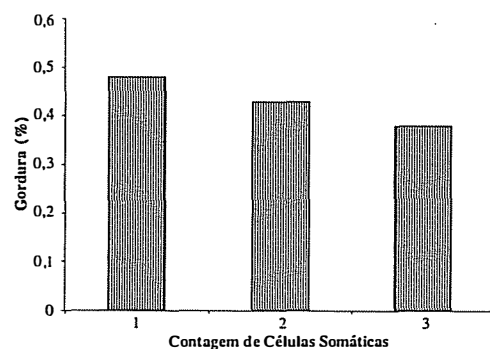


Figura 4 - Porcentagem de gordura do soro da fabricação de queijos com leites com diferentes CCS (1: 1.250.000; 2: 270.000; 3: 90.000).

#### 3.1.4 Proteínas totais, solúveis e NNP

No processo de fabricação de queijos, as proteínas, particularmente a caseína, desempenham um papel fundamental. As enzimas adicionadas ao leite através do coalho atuam na micela de caseína, especificamente na ligação 105-106 (fenilalanina-metionina) da  $\kappa$ -caseína, liberando o glicomacropetideo (GMP), fato que desestabiliza a micela, dando oportunidade ao cálcio solúvel de estabelecer uma "ponte" entre as micelas, formando um rede que aprisiona em seu interior os demais componentes do leite, como a água, gordura, lactose, etc. Essa "malha" forma a matriz do queijo, conferindo a esse sua forma, estrutura, firmeza, etc.

Na Figura 5 estão apresentados os dados referentes às frações nitrogenadas do soro. Como esperado, o leite de mais alta contagem de células somáticas (tratamento 1) apresentou maiores concentrações tanto para as proteínas totais quanto para proteínas solúveis e N.N.P. A mamite provoca uma elevação do teor de proteínas solúveis do leite, principalmente pela

no item 3.1.2. Como essas frações apresentam uma boa solubilidade na fase aquosa, os resultados aqui encontrados estão coerentes, pois era de se esperar um equilíbrio dessas frações solúveis entre a água que se encontra fora e aquela que se encontra dentro dos grãos. Além disso, a maior porosidade da coalhada obtida com leite proveniente de vaca com mamite, facilita a migração dessas frações. Quando a comparação é feita entre o leite de CCS = 90.000 e o de CCS = 270.000, não é observada uma diferença significativa com relação às frações protéicas do soro, indicando que uma contagem de 270.000 não exerce grandes influências nas proteínas do soro.

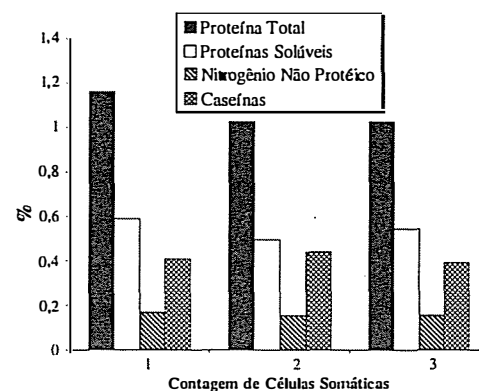


Figura 5 - Proteína total, proteínas solúveis, nitrogênio não protéico e caseínas de soro da fabricação de queijos com leites com diferentes CCS (1: 1.250.000; 2: 270.000; 3: 90.000).

#### 3.1.5 Finos

Os finos são aqueles restos de coalhada que ficam depositados no fundo do tanque após a retirada e enformagem da massa. Como eles podem ser considerados fragmentos dos grãos de coalhada que não foram incorporados à massa a ser enformada, eles representam uma perda e contribuem para a diminuição do rendimento do leite em queijos.

Fica evidente pelos dados apresentados na Figura 6 que a quantidade de finos obtida durante a fabricação dos queijos foi maior quanto mais elevada a contagem de células somáticas dos leites. Como já mencionado, o leite proveniente de vaca com mamite produz coalhada mais frágil, que possui uma tendência de quebrar com maior facilidade durante o processo de mexedura, gerando, por consequência, uma maior quantidade de finos. Os tempos de coagulação e de mexedura estão representados na Figura 7. Em muitos

laticínios esses finos são coletados através de um coador e incorporados à massa antes ou depois da enformagem; essa atitude leva, muito frequentemente, ao aparecimento de olhaduras mecânicas, depreciando consideravelmente a qualidade dos queijos.

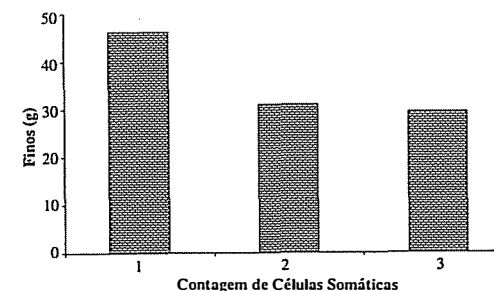


Figura 6 - Quantidade de finos coletados junto ao soro da fabricação de queijos com leites com diferentes CCS (1: 1.250.000; 2: 270.000; 3: 90.000).

#### 3.2 Análises do queijo

Tabela 2 - Resultados das análises físico químicas do queijo.

| CCS | TC | TM | UMID. | GORD | G.E.S | P T   | PS   | NNP  | L/kg |
|-----|----|----|-------|------|-------|-------|------|------|------|
| 1   | 74 | 60 | 59,23 | 18   | 43,56 | 16,22 | 1,64 | 0,21 | 7,24 |
| 2   | 55 | 53 | 58,64 | 17   | 40,96 | 15,89 | 1,22 | 0,16 | 6,69 |
| 3   | 50 | 50 | 58,45 | 16   | 38,70 | 17,23 | 1,29 | 0,24 | 6,53 |

#### 3.2.1 Umidade

O teor de umidade de um queijo é de fundamental importância para sua qualidade, sendo inclusive estabelecidos na legislação os teores máximos e mínimos para cada tipo de queijo. A umidade exerce influência marcante nas características físico-químicas, sensoriais e na capacidade da massa de experimentar maior ou menor desenvolvimento das bactérias provenientes do fermento láctico.

Embora pequena, observa-se uma diminuição da umidade à medida que a contagem de células somáticas diminuiu (Figura 8). Vários fatores, com intensidades variadas, podem ter levado a essa diferença nos teores de umidade dos queijos. O leite proveniente de vaca com mamite promove uma elevação na concentração de proteínas solúveis e essas proteínas possuem uma maior capacidade de retenção de água em relação à caseína. Assim, pode-se esperar que a elevação dos teores de proteínas solúveis tenha contribuído, pelo menos em parte, com a elevação da umidade dos queijos. Além disso, a dificuldade de sinérese, abordada nos itens 3.2.1 e 3.2.2, deve provavelmente ter contribuído de forma

importante para o aumento da umidade dos queijos elaborados com leite de CCS elevada.

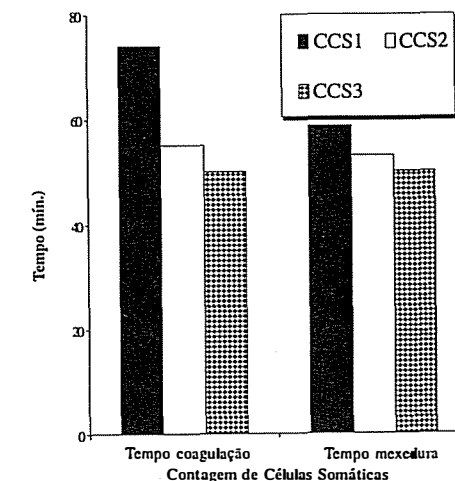


Figura 7 - Tempo de coagulação e de mexedura da massa na fabricação de queijos com leites de diferentes CCS (1: 1.250.000; 2: 270.000; 3: 90.000).

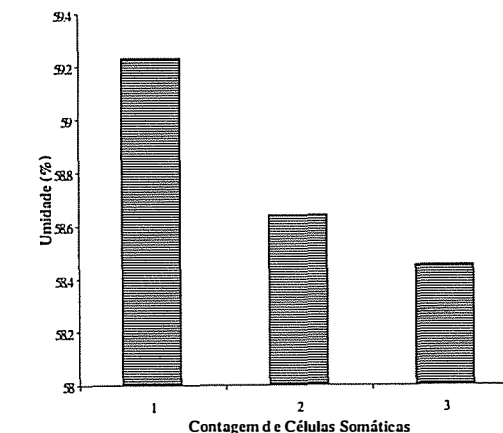


Figura 8 - Umidade de queijos fabricados com leites de diferentes CCS (1: 1.250.000; 2: 270.000; 3: 90.000).

É importante ter em mente que o teor de umidade do queijo é conseguido principalmente

com um corte adequado da coalhada, mexedura na intensidade e no tempo correto, aquecimento, etc. No caso do leite proveniente de vacas com mamite, há uma dificuldade de sinérese, havendo a necessidade de uma mexedura mais prolongada, o que acarreta problemas operacionais na fábrica, além de aumentar a possibilidade de contaminação com microrganismos indesejáveis. Uma elevação no teor de umidade dos queijos eleva a atividade de água da massa, pois normalmente o tempo que os queijos ficam em salmoura é padronizado, ou a quantidade adicionada, no caso de salga a seco, é a mesma para todas peças. Isso faz com que queijos elaborados com leite proveniente de vacas com mamite possuam uma maior capacidade de desenvolvimento microbiano e atividade enzimática, diminuindo consequentemente sua vida útil.

### 3.2.2 Teor de gordura e gordura no extrato seco

Os dados referentes ao teor de gordura e porcentagem de gordura no extrato seco se encontram na Figura 9. Os leites com maior contagem de células somáticas produziram queijos com maior teor de gordura, bem como

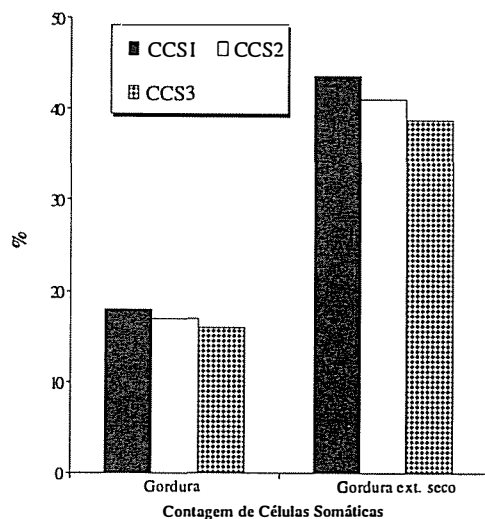


Figura 9 - Gordura e gordura no extrato seco de queijos fabricados com leites de diferentes CCS (1: 1.250.000; 2: 270.000; 3: 90.000).

maiores porcentagens de gordura no extrato seco. Isso aconteceu devido ao fato dos leites de maior contagem terem produzido menor quantidade de queijo. Dessa forma, concentrou-se o teor de gordura nesses leites. Os leites utilizados nesse trabalho foram todos padronizados para 3,1%, o teor de caseína diminuiu com a

aumento da CCS. Isso fez com que a relação gordura/caseína fosse maior nos leites com maior contagem, levando, como consequência, a um maior teor de gordura nos queijos, mesmo considerando, para esses leites, uma maior perda de gordura no soro.

### 3.2.3 Proteínas totais, solúveis e N.N.P

As variações ocorridas nas concentrações de proteínas do queijo (Figura 10) são devidas à composição inicial do leite com diferentes CCS e às consequências que estas variações causam na fabricação do queijo. O menor teor de caseína no queijo com maior CCS foi nitidamente observado quando comparado com o rendimento dos queijos, uma vez que a caseína é a principal proteína responsável pelo rendimento queijeiro.

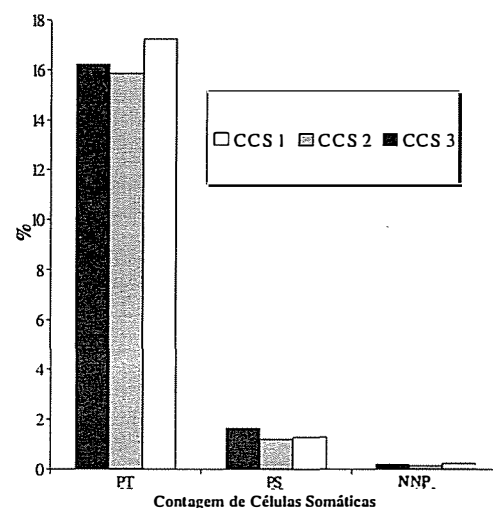


Figura 10 - Porcentagem de proteínas totais, proteínas solúveis e nitrogênio não protéico de queijos fabricados com leites de diferentes CCS (1: 1.250.000; 2: 270.000; 3: 90.000).

### 3.2.4 Rendimento (Litros/Kg)

Os dados apresentados na Figura 11 apontam para uma relação direta entre a contagem de células somáticas e a quantidade de leite em litros, necessária para se produzir 1 Kg de queijo. Essa diminuição do rendimento em queijos, em função da contagem de células somáticas, foi de 9,81% entre a maior e menor CCS, deixando claros os prejuízos que a mastite causa à indústria de laticínios em geral, e particularmente à de queijos.

A produção de queijo é baseada na coagulação do leite e incorporação de caseína ao retículo do coalho. Como o leite com alta CCS apresenta menores teores de caseína e menor

quantidade de caseína micelar e a coagulação do leite envolve a formação de grandes agregados micelares de ocorrência natural nos micélio de caseína (Sharma & Randolph 1974), é compreensível que leite com alta CCS possua um menor rendimento queijeiro.

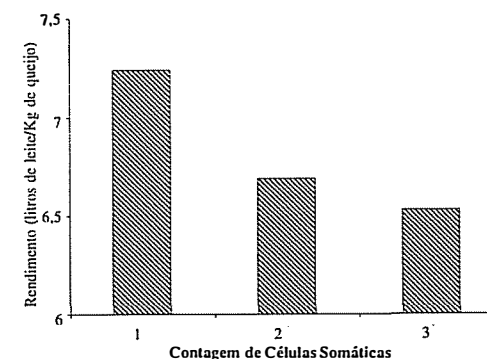


Figura 11 - Rendimento (em litros de leite por quilo de queijo) de queijos fabricados com leites de diferentes CCS (1: 1.250.000; 2: 270.000; 3: 90.000).

## 4. CONCLUSÕES

Com base nas condições experimentais e de função dos dados obtidos, é lícito concluir que:

- Durante o processo de fabricação dos queijos, os leites que apresentaram maior contagem de células somáticas, produziram uma menor quantidade de soro.
- Durante o processo de fabricação dos queijos, o tempo de coagulação e o tempo de mexedura foram mais prolongados quanto maior foi a contagem de células somáticas desse leite.
- O soro proveniente dos leites com maior contagem de células somáticas apresentou menor acidez, maior teor de gordura, maior teor de proteínas totais, bem como maiores concentrações de

proteínas solúveis e N.N.P. Maiores contagens produziram também maiores quantidades de finos nos soros.

- O rendimento do leite em queijos foi altamente influenciado pela contagem de células somáticas do leite. Leites com contagens maiores tiveram seu rendimento em queijos diminuídos em até 9.81%.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, L. R. Considerações sobre a qualidade do leite. In: Encontro de Pecuária Leiteira do Sul de Minas, 3., 1999, Lavras. *Anais...* Lavras: UFLA-DAC. 1999.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. *Official methods of analysis*. 12. ed. Washinton, 1995. 1094 p.
- FURTADO, M. M. *Manual prático da Mussarela (Pizza Cheese)*. Campinas, Master Graf Gráfica e Comércio, 1997.70p.
- GRIPON, J.C. Etude du rôle des micro-organismes et des enzymes are cours de la maturation des fromages. *Le Lait*, Paris, v.55, n.548, p.502-512, Sept./Oct.1975.
- KOSIKOWSKI, F. *Cheese and fermented milk foods*. 2. ed. Ann Arbor, MI: Edward Brothers, 1977.711p.
- LABORATÓRIO NACIONAL DE REFERÊNCIA ANIMAL - LANARA. Métodos analíticos oficiais para controle de produtos de origem animal e seus ingredientes. II. Métodos físico e químicos. Brasília: Ministério da Agricultura. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. 1981.201p.
- SHARMA, K. K.; RANDOLPH, H. J. Enzymes in bovine milk: a review. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v.56, n.5, p.531-543, May 1974.





## AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE PÃO DE QUEIJO FABRICADO COM GORDURA DE LEITE FRACIONADA

Antônio Romaniello Neto<sup>1</sup>  
Sandra Maria Pinto<sup>1</sup>  
Luiz Ronaldo de Abreu<sup>2</sup>  
Rosemary Gualberto F.A. Pereira<sup>2</sup>  
Fernando Antônio Resplande Magalhães<sup>3</sup>

### RESUMO

O presente trabalho foi desenvolvido nos Laboratórios de Laticínios e de Grãos e Cereais, do Departamento de Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras. Foram analisados os pães de queijo elaborados com três temperaturas de fracionamento da gordura anidra do leite (*Butteroil*), 28°C, 25°C e 22°C, tendo como controle a gordura integral. As gorduras foram submetidas ao método de fracionamento a seco, com o objetivo de concentrar os ácidos graxos de cadeia curta para conferir sabor e aroma. "flavor" e "mouthfeel" ao pão de queijo com ela elaborado. O pão de queijo elaborado com as diferentes frações de gordura foi submetido à análise de sua composição química, observando-se que nenhuma das frações de gordura pôde ser considerada semelhante ao controle. Somente as frações 25°C e 28°C foram iguais entre si, tendo diferenciado de todas as outras a fração a 22°C. A utilização de gordura do leite fracionada mostrou-se uma técnica viável na obtenção de produtos de qualidade.

### 1. INTRODUÇÃO

O flavor de um alimento é uma resposta integrada, envolvendo contribuintes principais das sensações de aroma e sabor, sendo que a cor e a textura podem também modificar a avaliação subjetiva global de um flavor particular. De maneira geral, considera-se que o odor ou aroma seja o mais importante fator isolado a contribuir para o flavor característico na maioria dos alimentos.

O pH do alimento ou meio afeta a concentração das moléculas de ácidos graxos capazes de contribuir para o aroma dos produtos. À medida que o pH abaixa, a concentração mínima para percepção do ácido graxo diminui, até um ponto em que todas as moléculas são convertidas em suas formas protonadas. Portanto, os ácidos graxos de cadeia curta se tornam muito importantes para o aroma na maioria dos alimentos que possuem um pH relativamente baixo.

Na Europa e nos Estados Unidos, a utilização de gordura do leite contendo maior concentração desses ácidos graxos está ocorrendo de forma crescente em produtos de padaria e em produtos extrudados, aumentando consideravelmente a sua aceitação destes produtos pelos consumidores. No Brasil, essa prática é adotada em escala muito reduzida e somente por algumas indústrias multinacionais que importam esse tipo de gordura de suas matrizes.

Dentre os produtos brasileiros, aqueles elaborados com o polvilho azedo parecem ser os mais propícios para a utilização desse tipo de gordura. O polvilho azedo é um produto obtido da fermentação da fécula de mandioca, extraída por processos que variam de artesanais, bastante rústicos, àqueles de médias a grandes indústrias. As indústrias de polvilho se encontram nos estados de Minas Gerais, Santa Catarina, Paraná e São Paulo, com maior volume de produção no estado de Minas Gerais, principalmente nas regiões de Divinópolis e Pouso Alegre, onde 107 e 69 fábricas, respectivamente, com capacidade diária de processar 1 a 120 toneladas de raízes por dia, já foram cadastradas pela EMATER-MG.

O processo de produção do polvilho, qualquer que seja o nível técnico da indústria, se baseia nas seguintes etapas: lavagem e descascamento, ralação, extração quando se separa o leite de fécula da massa, purificação da fécula, fermentação e secagem. Durante a fermentação da fécula ocorre redução de pH do meio, o qual se estabiliza em torno de 3,0. Assim, o polvilho pode ser considerado como um meio propício à manutenção dos ácidos graxos sob a forma protonada, contribuindo para o flavor peculiar do produto com ele elaborado, Cereda e Gaj-Levra (1987).

Dentre os produtos de polvilho azedo, o pão de queijo e o biscoito são os mais consumidos na região sul de Minas Gerais.

### Objetivo Geral

Tendo em vista tratar-se de produtos relacionados à cultura, hábitos alimentares e econômicos, o objetivo deste trabalho é a obtenção de produtos elaborados com polvilho azedo e gordura fracionada do leite com alta concentração de ácidos graxos de cadeia curta para posterior utilização na fabricação de produtos elaborados com polvilho azedo.

### Objetivos Específicos

- Eleger a melhor fração da gordura para serem utilizadas com o polvilho azedo.
- Estabelecer os níveis viáveis dessa gordura para a fabricação de pão de queijo.
- Encontrar a melhor formulação e maneira para se fabricar esses produtos com o novo ingrediente.

### 2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado nos Laboratórios de Laticínios e de Grãos e Cereais, do Departamento de Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras.

#### 2.1. Análises físico-químicas do polvilho azedo, polvilho doce e da farinha de milho, utilizados na fabricação do pão de queijo

##### 2.1.1 pH

O pH foi determinado segundo o método nº 02-52 do (AACC, 1976).

##### 2.1.2 Acidez titulável

A acidez titulável foi determinada pelo método de Lyne (1976), após a dispersão de amido.

##### 2.1.3 Cinzas

O teor de cinzas foi determinado segundo o método nº 08-17 (AACC, 1976).

##### 2.1.4 Umidade

O teor de umidade foi determinado segundo o método nº 44-15 A (AACC, 1976).

#### 2.2. Fracionamento da gordura anidra (*butteroil*)

O fracionamento da gordura do leite foi realizado pelo processo de fracionamento a seco, utilizando-se um becker de cinco litros colocado em banho-maria na temperatura desejada para cada fracionamento e um agitador girando lentamente durante cinco horas. Após este período, a gordura na forma líquida foi

filtrada em papel de filtro com auxílio de bomba de vácuo, com o objetivo de se aproveitar somente o filtrado para a fabricação dos "pães de queijo".

Foram realizados três fracionamentos a partir da gordura anidra do leite (*butteroil*), sendo o primeiro a 28°C, o segundo a 25°C e o terceiro a 22°C. Como esta fase é muito lenta e a temperatura tem que ser constante durante todo o processo de filtração, toda esta etapa foi realizada dentro de uma câmara climática B.O.D.

#### 2.3. Fabricação do pão de queijo

O pão de queijo foi produzido seguindo o processo descrito no fluxograma apresentado na FIGURA 1, com base em testes de panificação em laboratório para se obter um produto com características semelhantes às marcas comerciais mais bem aceitas no mercado regional.

As porcentagens da formulação adotada após exaustivos testes de panificação foram as seguintes: 34% polvilho azedo, 3,5% de polvilho doce, 30,5% de leite longa vida desnatado, 2,5% de farinha de milho, 13,5% de água, 10% de gordura fracionada, 5% de ovos e 1% de sal. O pão de queijo controle foi fabricado utilizando-se a mesma formulação, porém, com a gordura anidra do leite em sua forma integral, ou seja, sem sofrer fracionamento.

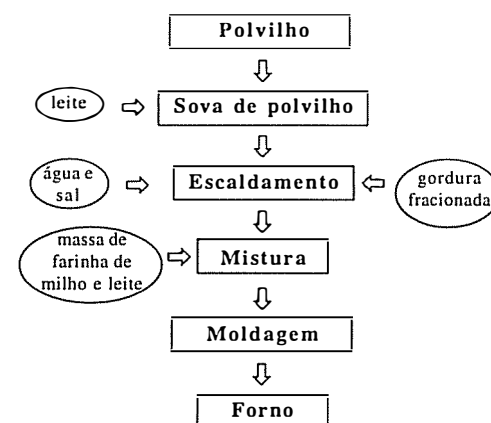


Figura 1 - Fluxograma do processo de fabricação do pão de queijo.

Foram utilizados quatro tipos de gordura anidra de leite nas fabricações dos pães de queijo, isto é, gordura integral e gordura fracionada a 28°C, 25°C ou 22°C. Cada tratamento foi repetido quatro vezes, num total de dezesseis repetições.

1 Aluno do Curso de Pós-graduação em Ciência dos Alimentos/UFLA.  
2 Professor do Departamento de Ciência dos Alimentos/UFLA.  
3 Professor e Pesquisador do CT/ILCT-EPAMIG, Juiz de Fora-MG, aluno de Pós-graduação em Ciência dos Alimentos/UFLA.

## 2.4. Análises da composição do pão de queijo

### 2.4.1 Umidade

O teor de umidade foi determinado segundo o método nº 44-15 A do (AACC, 1976).

### 2.4.2 Cinzas

O teor de cinzas foi determinado segundo o método nº 08-17 do (AACC, 1976).

### 2.4.3 Lipídeos

Os lipídeos foram dosados por extração direta com éter etílico, segundo o método de Soxhlet, de acordo com a AOAC (1980).

### 2.4.4 Proteína

O teor de proteína bruta foi determinado pelo método de Kjeldahl nº 46 - 20 (AACC, 1976), usando o fator 6,38 para a conversão do nitrogênio em proteína bruta.

## 3. RESULTADO E DISCUSSÃO

### 3.1. Composição da farinha e polvilhos utilizados na fabricação dos pães de queijo

A composição química aproximada das farinhas é mostrada nas Tabelas 1 e 2. Os valores de pH e acidez titulável entre os polvilhos doce e azedo estão de acordo com o esperado. A fermentação do polvilho azedo reduz seu pH e

eleva a acidez titulável, o que não ocorre com o polvilho doce, o qual não é fermentado, sofre menos inchamento no grânulo de amido e, portanto, contribui para a formação de miolo no pão de queijo.

A farinha de milho também é fermentada, porém apresenta acidez titulável mais elevada que o polvilho azedo, devido ao seu elevado teor protéico e de radicais que reagem com o NaOH.

Conforme pode-se verificar, a farinha de milho utilizada na fabricação dos pães de queijo apresentou um baixo teor de gordura, quando comparado aos valores encontrados por Muelenaere e Buzzard (1969) e Gomez e Aguilera (1983) para farinhas de milho integral, que foram de 3,9 e 3,4%, respectivamente. Este baixo valor para a farinha de milho foi decisivo na escolha da marca a ser utilizada na fabricação, com o objetivo de não influenciar nos resultados da gordura fracionada.

O teor de cinzas do polvilho azedo apresentou resultado abaixo do limite, que é de 0,5%, assim como o teor de umidade (14%), assegurando qualidade ao produto utilizado.

### 3.2. Composição centesimal do pão de queijo

A composição centesimal do pão de queijo foi determinada com o objetivo de fazer uma comparação com os pães de queijo comercializados, principalmente com relação ao teor de

Tabela 1 - Valores médios, mínimos e máximos do pH e acidez titulável das farinhas utilizadas na confecção do pão de queijo.

| Farinhas         | pH     |       |        | acidez titulável |       |        |
|------------------|--------|-------|--------|------------------|-------|--------|
|                  | mínimo | média | Máximo | mínimo           | média | máximo |
| Polvilho azedo   | 3,92   | 3,93  | 3,93   | 3,70             | 3,70  | 3,70   |
| Polvilho doce    | 6,10   | 6,14  | 6,16   | 0,90             | 0,97  | 1,00   |
| Farinha de milho | 3,98   | 3,99  | 3,99   | 6,80             | 6,87  | 6,90   |

Tabela 2 - Valores médios, mínimos e máximos de umidade, cinzas e lipídeos das farinhas utilizadas na confecção do pão de queijo.

| Constituintes (%) | p. a. <sup>1</sup> |       | p. d. <sup>2</sup> |       | f. m. <sup>3</sup> |       |
|-------------------|--------------------|-------|--------------------|-------|--------------------|-------|
|                   | min.               | máx.  | min.               | máx.  | min.               | máx.  |
| Umidade           | 13,21              | 13,33 | 13,44              | 11,36 | 11,46              | 11,55 |
| Cinzas            | 0,05               | 0,06  | 0,07               | 0,05  | 0,09               | 0,10  |
| Lipídeos          | 0,15               | 0,18  | 0,20               | 0,11  | 0,26               | 0,50  |

1. polvilho azedo  
2. polvilho doce  
de milho

lipídeos. O valor médio encontrado foi de 17,46%, o qual se encontra abaixo dos valores de marcas comerciais, que é de 25%, segundo análises de Jesus Pereira e Laboissiere (1997).

Esta diferença se deve ao fato da formulação utilizada ser isenta de queijo, o que favorece a dieta de consumidores com problemas relacionados à ingestão de cálcio (problemas renais). Outra causa para esta variação é o escaldamento, quando uma fração dos lipídeos pode formar um complexo com o amido (Morrison et al., 1993). A fração lipídica que fica livre, ou seja, que não está ligada às macromoléculas do amido, pode ser exsudada durante o assamento.

Não foi determinado o teor de fibras por causa do insignificante valor deste componente no principal ingrediente da mistura, o polvilho azedo, que é de 0,1% segundo Estudo... (1977).

Os teores de cinzas apresentaram-se acima da média de marcas comerciais analisadas por Jesus Pereira e Laboissiere (1997). Esta variação pode ser devida a diferenças nas formulações, principalmente quanto ao teor de sal (cloreto de sódio). Farinhas utilizadas e também devido às variações no leite.

O teor protéico apresentou valores abaixo daqueles de marcas comerciais fato de a formulação ser isenta de queijo. As principais fontes de proteína foram o leite desnatado e a farinha de milho.

## 4. CONCLUSÕES

Com base nas condições experimentais e nos dados obtidos, pode-se concluir que:

As gorduras fracionadas a 22°, 25°, e 28°C, utilizadas como ingrediente na fabricação, não alteraram as composições físico-químicas do pão de queijo.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAM ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. Approved methods of American

Association of Cereal Chemists. 7.ed. St Paul, Minnesota: [s.n.], 1976. v. 1/2.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS-AOAC. *Official methods of analysis*. 13.ed. Washington, D. C.: AOAC, 1980. 1094 p.

CEREDA, M. P.; GIAJ-LEVRA, L. A. Constatação de bactérias não simbióticas fixadoras de nitrogênio em fermentação natural da fécula de mandioca. *Revista Brasileira de Mandioca*, Cruz da Almas, v.6, n.1, p.29-33, 1987.

ESTUDO NACIONAL DE DESPESA FAMILIAR-ENDEF *Tabela de composição dos alimentos*. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1977. 201 p.

JESUS, C.C.; PEREIRA, A. J.C.; LABOISSIERE, L.H.E.S. Influência do congelamento na qualidade do pão de queijo. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIAS DE ALIMENTOS, 1997, Campinas. *Resumos...*, Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 1997. p.189.

LYNE, F. A. Chemical analysis of raw and modified starches In: RADLEY, J. A. *Examination and analysis of starches and products*. London: Applied Science Publishers, 1976. cap.5 p.133-166.

MORRISON, W.R.; TESTER, R.F.; SNAPE, C.E.; LAW, R.; GIDLEY, M.J. Swelling and gelatinization of cereal starches. IV. Some effects of lipid-complexed amylose and free amylose in waxy and norma barley starches. *Cereal Chemistry*, v.70, p.385-391, 1993.

MUELENAERE, H.J.H. de; BUZZARD, J.L. Cooker extruders in service of world feeding. *Food Technology*, Chicago, v.23, n.3, p.345-351, Mar. 1969.

Tabela 3 - Composição do pão de queijo assado elaborado com gordura fracionada na proporção de 300 g /kg de polvilho azedo.

| Constituintes ( % ) | mínimo | valor médio | máximo |
|---------------------|--------|-------------|--------|
| Umidade             | 30,45  | 30,64       | 30,84  |
| Cinzas              | 5,08   | 6,09        | 7,17   |
| Lipídeos            | 15,11  | 17,46       | 19,61  |
| Proteína            | 5,60   | 5,78        | 5,95   |



## REVISTA DO INSTITUTO DE LATICÍNIOS CÂNDIDO TOSTES

- (i) A revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes (REVILCT) publicada em Juiz de Fora, apresenta-se no tamanho de 230mm por 160mm e, como um órgão do Centro de Pesquisa e Ensino do Instituto de Laticínios Cândido Tostes, da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, destina-se à publicação de trabalhos originais de pesquisa e à veiculação de informações relevantes para o setor de leite e laticios derivados. A critério de um Corpo Editorial, constituído por membros especialistas internos e externos à EPAMIG, a revista poderá veicular artigos de revisão bibliográfica exaustiva, pertinente a um tema específico, ou mesmo notícias de interesse geral.
- (ii) Aos autores poderá ser solicitada a provisão institucional de recursos financeiros para publicação de trabalhos originais e/ou impressão de separatas, de acordo com a disponibilidade financeira no período em questão. Neste caso, a Revista poderá orientar os professores e pesquisadores na busca institucional de apoio financeiro, como por exemplo, para pagamento de fotolitos a cores.
- (iii) Os artigos devem ser redigidos em português, inglês ou espanhol. Os autores devem apresentar redações sempre incluindo títulos e resumo em português e inglês. A bibliografia e as normas complementares de citação devem estar de acordo com a última publicação revista da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT (NB - 66 revisada ou posterior). Dar-se-á preferência à forma sem destaque, onde o nome dos autores são escritos com apenas as primeiras letras maiúsculas, isto é, dentro da norma culta do português.
- (iv) Os manuscritos em cópias originais devem ser enviados datilografados em papel branco, tamanho A4, 210mm x 297mm de 75 g m<sup>2</sup>, reservando-se as seguintes margens: 1 - margem esquerda de 40mm, 2 - margem direita de 25mm, 3 - margem superior de 25mm, 4 - margem inferior de 25mm. Os manuscritos devem ser datilografados em espaço duplo em páginas de aproximadamente 30 linhas (no máximo 34 linhas e 80 espaços ou caracteres por linha). O Corpo Editorial poderá fazer alterações de pequeno porte nos originais. As alterações de grande porte serão sugeridas aos autores juntamente com a devolução do texto a ser reajustado. As correções e os acréscimos encaminhados pelos autores, após protocolo de entrada dos originais poderão ser recusados a critério do Corpo Editorial.
- (v) Todos os pretendentes ao espaço da Revista, dentro do subtítulo "Ciência e Técnica ou Engenharia", deverão apresentar um resumo em português no início do trabalho e um "Summary" em inglês antes da listagem da bibliografia.
- (vi) A bibliografia deve ser listada, em ordem alfabética, pelo último nome do primeiro autor. As referências bibliográficas devem ser citadas no texto em uma das seguintes formas opcionais: Silva (1980); Silva 1980; (Silva 1980); (*loc. cit.*, Silva, 1980); ou (Silva, 1980: 35). As abreviaturas de nomes de periódicos devem seguir as normas da "World List of Scientific Periodicals". Textos que resultam de ensaios devem conter: título, credenciais dos autores, resumo, introdução, material e método, resultados e discussão, conclusão, lexicamentos, summary e bibliografia.
- (vii) As ilustrações devem ser feitas em nanquim preto e branco e em tintas de desenho (Rotrings ou equivalentes) de cores variadas para reproduções em cores. As ilustrações deverão ser planejadas em função das seguintes reduções opcionais: 1) 1,5X; 2) 2,0X; 3) 2,5X; 4) 3,0X ou 5) nX sempre calculadas com base na diagonal de um retângulo. Dar-se-á preferência aos tamanhos impressos de 1) 120mm por 90mm; 2) 60mm por 45mm; 3) 170mm por 127,5mm. As bases das ilustrações deverão ser consideradas como 1) 120mm; 2) 60mm; 3) 170mm. Os gráficos e as tabelas devem ser reduzidos ao mínimo indispensável, apenas de acordo com as exigências de um tratamento estatístico formal. As ilustrações e as tabelas devem vir separadamente em relação ao texto e devem estar de acordo com as normas usuais de tratamento e processamento de dados. As fotografias não deverão ser recortadas, as formas fotográficas originais devem ser mantidas em tamanhos retangulares para espaços impressos preferenciais indicados acima (lado menor dividido pelo lado maior igual a aproximadamente 0,7). O cálculo para previsão da redução das ilustrações deve ser feito de acordo com a orientação de Papavero & Martins (1983:109). As ilustrações e as tabelas deverão ser montadas separadamente do texto, deverão conter indicações da sua localização definitiva em relação à paginação do trabalho, devendo constar uma chamada no texto. Na montagem deverá ser obedecido um rigoroso critério de economia de espaço através da divisão da página em lauda esquerda e lauda direita. Para possibilitar este aproveitamento de espaço, a magnitude da redução poderá ser ajustada. O Corpo Editorial outorga-se o direito de proceder às alterações na montagem dos clichês e das pranchas ou de solicitá-las aos autores. As legendas e os títulos das ilustrações deverão ser datilografados à parte do texto e das pranchas. As ilustrações enviadas pelo correio deverão ser protegidas em forma de pranchas de cartolina com uma proteção externa em cartão duro ou em madeira, de forma a deixá-las sempre planas, nunca dobradas. A CE não pode responsabilizar-se pelas perdas e danos com serviços de postagem.
- (viii) Em nenhum caso (subtítulo, nomes de autores, etc) deverão ser usadas palavras escritas só com maiúsculas. No corpo do texto serão grifados apenas nomes genéricos e específicos e palavras estrangeiras eventualmente usadas nas referências bibliográficas; grifar apenas os nomes de livros e periódicos e seus respectivos volumes.
- (ix) Estas normas se aplicam à produção de textos por meio dos múltiplos instrumentos da informática e os artigos podem ser apresentados empregando-se qualquer recurso de gravação reproduzível e visualizável. As credenciais dos autores e as notas de rodapés podem ser organizadas dentro dos critérios "Winword 6.0" (ou versão posterior).
- (x) Todos os artigos publicados poderão ser impressos em tiragem de 10 separatas. As separatas acima desse número serão cobradas dos autores a preço de custo. Os autores não receberão provas para exame e correção, os originais serão considerados definitivos.