

## VIABILIDADE TECNOLÓGICA DO USO DE ÁCIDO LÁTICO NA FABRICAÇÃO DE QUEIJO DE COALHO

### Technological feasibility of the use of lactic acid in the manufacture of "Coalho" type cheese

*Gisela de Magalhães Machado<sup>1</sup>*

*Renata Golin Bueno Costa<sup>2</sup>*

*Junio César Jacinto de Paula<sup>3</sup>*

*Paulo Henrique Costa Paiva<sup>4</sup>*

*Lia Barbosa Taveira<sup>5</sup>*

*Felipe Alves de Almeida<sup>6</sup>*

#### SUMÁRIO

O queijo de coalho é um dos mais populares na região Nordeste do Brasil e, a cada ano, vem se popularizando em outras regiões do país. O objetivo principal desse trabalho foi propor uma tecnologia de fabricação do queijo de coalho por acidificação direta que permite obter um produto com características semelhantes ao tradicional, mas com melhor controle do pH. Em ensaios preliminares escolheu-se o ácido láctico em detrimento ao ácido cítrico para a fabricação do queijo de coalho; além disso, testou-se a adição de aroma de manteiga e foi feita a opção de não utilizá-lo. O experimento consistiu em avaliar três tecnologias de produção de queijo de coalho: por acidificação direta (com adição de ácido láctico), com utilização de fermento mesofílico aromático (sem adição de ácido) e o queijo sem adição de ácido láctico e fermento. Os queijos foram avaliados sob aspectos de composição física, química, físico-química, com 3 dias de fabricação e de teste de ordenação para sabor nos tempos de 3, 8, 15, 30, 60 e 90 dias. Concluiu-se que o queijo de coalho produzido com ácido láctico não apresentou diferenças significativas com os demais tratamentos para composição centesimal e sabor.

**Termos para indexação:** laticínios, sabor, composição centesimal, fermento láctico

#### 1 INTRODUÇÃO

O queijo de coalho é o mais tradicional e um dos mais difundidos e fabricados na região Nordeste do Brasil, no qual se destaca como um dos principais queijos artesanais de fabricação e consumo comprovadamente incorporado à cultura regional de tradição se-

cular, transferida por gerações. É um produto muito consumido assado na brasa ou mesmo frito (MUNCK, 2004).

As características do queijo de coalho fabricado no Brasil devem seguir os padrões designados no seu Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, a Ins-

\*Parte do projeto APC-00083/08 financiado pela FAPEMIG;

1. Engo de Alimentos, Mestre em Ciência e Tecnologia do Leite e Derivados, Pesquisadora e Professora da EPAMIG/ILCT. Rua Tenente Freitas, 116 – Santa Terezinha CEP 36045-560 Juiz de Fora-MG. Correo eletrônico: giselammachado@epamig.br
2. Engo de Alimentos, Doutora em Ciência dos Alimentos, Pesquisadora e Professora da EPAMIG/ILCT/Bolsista BIP FAPEMIG/EPAMIG. Rua Tenente Freitas, 116 – Santa Terezinha CEP 36045-560 Juiz de Fora-MG. Correo eletrônico: renata.costa@epamig.br;
3. Bacharel em Laticínios, Doutor em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Pesquisador e Professor da EPAMIG/ILCT. Rua Tenente Freitas, 116 – Santa Terezinha CEP 36045-560 Juiz de Fora-MG. Correo eletrônico: junio@epamig.br
4. Bacharel em Laticínios, Mestrando em Ciência e Tecnologia do Leite e Derivados, Pesquisador e Professor da EPAMIG/ILCT. Rua Tenente Freitas, 116 – Santa Terezinha CEP 36045-560 Juiz de Fora-MG. Correo eletrônico: paulohcp@epamig.br
5. Bolsista do projeto BIC/FAPEMIG..
6. Estudante de Biomedicina UNIPAC e Bolsista BIC

trução Normativa nº 30, de 26 de junho de 2001 (BRASIL, 2001). Conforme esta norma o queijo de coalho é aquele obtido "por coagulação do leite por meio de coalho ou outras enzimas coagulantes apropriadas, complementada ou não pela ação de bactérias lácteas selecionadas e comercializado, normalmente, com até 10 dias de fabricação" (BRASIL, 2001). Conforme dita o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Queijo de Coalho este produto deve apresentar "consistência semi-dura, elástica, textura compacta (sem olhaduras mecânicas) ou aberta (com olhaduras mecânicas), cor branca amarelada uniforme, odor ligeiramente ácido de coalhada fresca, casca fina e não muito definida, formato e peso variáveis". Ao queijo de coalho podem ser adicionados condimentos e a sua forma de apresentação pode ser tanto em retângulos já com o espeto para ser assado como em barra. O leite utilizado como matéria-prima deve ser obrigatoriamente pasteurizado (BRASIL, 2001).

O queijo de coalho artesanal é produzido tradicionalmente com leite cru, sem adição de ácido láctico ou fermento, tendo a microbiota endógena como fator predominante no desenvolvimento do sabor. Como alternativa tecnológica para melhorar o sabor em queijo de coalho fabricado com leite pasteurizado tem sido utilizado o fermento láctico. Se, por um lado, o queijo sem fermento resiste melhor ao derretimento por apresentar pH mais alto, o mesmo não apresenta sabor característico. Porém, se há o uso de fermento láctico, o sabor melhora, mas a fermentação da lactose pelas bactérias lácticas leva ao declínio do pH, comprometendo a resistência ao derretimento. Dessa forma o ácido láctico se apresenta como uma alternativa interessante para manter o controle de pH do queijo, mantendo suas características funcionais e sensoriais.

A acidificação direta é uma prática comum em queijos frescos ou não maturados pela adição de substâncias ácidas alimentícias no leite antes de sua coagulação. O seu emprego em produtos lácteos iniciou-se em escala comercial com a produção de "sour cream" em 1962 (LITTLE, 1967).

A acidificação direta elimina a variabilidade da produção de ácidos pelas bactérias do fermento láctico e o pH do queijo mantém-se sem grandes variações durante a sinérese da massa, permitindo que as características sensoriais dos queijos fabricados por essa técnica possam ser mais bem controladas (KELLER et al., 1974). Essa prática leva à formação de uma coalhada com maior capacidade de retenção de umidade o que aumenta o rendimento final do queijo. A acidificação direta não influi de forma significativa nas perdas dos elementos do leite no soro após o corte da coalhada. O abaixamento lento do pH devido à ausência das bactérias da cultura láctica reduz a velocidade de solubilização do cálcio e diminui a velocidade de sinérese da massa (WALSTRA, 1993).

A adição de ácido láctico ao leite implica em menor quantidade de coagulante na fabricação do queijo e na redução do tempo de coagulação, conseqüentemente ocorre a redução do tempo de fabricação. Além disso, permite a manutenção das características próprias do queijo, principalmente o sabor (SAMPAIO et al., 1996). A presença de ácido láctico em queijos, que tem influência direta no pH, possui papel importante na fabricação de queijos, pois: controla e previne o crescimento de microrganismos patogênicos e deterioradores, afeta a atividade do coagulante durante a coagulação e a retenção de coagulante ativo na coalhada, solubiliza fosfato de cálcio coloidal afetando a textura do queijo, promove sinérese (interferindo na composição do produto final) e influencia a atividade de enzimas durante a maturação (FOX e McSWEENEY, 1998).

O objetivo deste trabalho foi propor uma tecnologia de fabricação de queijo de coalho obtido por acidificação direta, identificando-o e caracterizando-o sob aspectos da composição física, química e físico-química. Os queijos foram avaliados sensorialmente quanto ao sabor pelo teste de ordenação.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais

– EPAMIG, no Instituto de Laticínios Cândido Tostes – ILCT, em Juiz de Fora, MG. As análises sensoriais foram conduzidas no Laboratório de Análise Sensorial com provadores treinados e as análises físico-químicas dos leites, dos soros e dos queijos obtidos no trabalho foram conduzidas nos Laboratórios de Pesquisa da EPAMIG - ILCT.

### 2.1 Testes preliminares

Os testes preliminares foram realizados com volumes reduzidos de leite (30 litros). Estes testes foram feitos para identificar o tipo e a quantidade de ácido a ser empregado no leite, em substituição ao fermento láctico e também para estudar a viabilidade de se acrescentar aroma de manteiga idêntico ao natural nos queijos fabricados. Dentre os ácidos avaliados neste trabalho, foram selecionados os dois mais utilizados pela indústria de laticínios e permitidos pela legislação, o láctico a 85 % (v/v) e o cítrico a 50 % (m/v). No teste de adição de ácidos, empregaram-se um litro de leite pasteurizado e padronizado (3 % de gordura a 12 °C) e o volume de ácido proporcional para atingir a quantidade de 25 mL/100 L de leite, ou seja, a mesma adicionada na fabricação de queijo Minas Frescal sem fermento (FURTADO, 1999). Para o ácido cítrico, usaram-se as mesmas condições, porém, adicionando-se progressivamente 0,1 mL com agitação e medição do pH a cada adição do referido volume. A adição do ácido cítrico encerrou-se ao atingir um pH aproximado ao do ácido láctico (6,49).

No leite destinado à fabricação, determinou-se o pH e a densidade a 15 °C (BRASIL, 2006). Os queijos foram fabricados, segundo metodologia descrita na Figura 1 (SOBRAL et al, 2007), sem adição de fermento e com substituição deste pelos ácidos citados. Nos queijos foram determinados percentuais de umidade e sólidos totais; cloretos; pH (BRASIL, 2006) e pesagem. Os rendimentos de fabricação foram determinados em litro de leite por quilo de queijo (L/kg) e litro por quilo ajustado (L/kgA) para teor de umidade padrão, de acordo com FURTADO, 1999.

Na análise sensorial, foi conduzido o teste triangular com dez provadores treinados, para verificação de diferenças entre empregos dos dois tipos de ácidos (CHAVES & SPROESSER, 1993). Amostras de queijos em cubos de 3x3x3 cm foram preparadas, fritas três a três, com 6 mL de manteiga de garrafa, em fogo brando, por 4 a 5 minutos, dourando os quatro lados do queijo por igual.

Para testar a aceitação do aroma de manteiga adicionado ao queijo de coalho empregou-se somente ácido láctico em substituição ao fermento láctico nas fabricações devido aos resultados obtidos no teste anterior e optou-se por adicionar o aroma idêntico ao natural juntamente com o NaCl na massa do queijo, evitando, assim, grandes perdas no soro e consequente descontrole na quantidade retida no queijo. Foram feitos três tratamentos nessa etapa: controle (sem aroma), com metade e com um quarto da dose de aroma. Foi utilizada uma dose reduzida de aroma, pois o queijo de coalho produzido com fermento foi elaborado utilizando-se apenas 1/8 da dose recomendada do fermento.

Na análise sensorial foi feito o teste de preferência por ordenação, com 50 provadores não treinados, representando potenciais consumidores de queijo de coalho (CHAVES & SPROESSER, 1993), seguindo os mesmos procedimentos de preparo das amostras descritos anteriormente, para determinação da quantidade de aroma natural idêntico ao de manteiga a ser adicionada nos queijos de coalho.

### 2.2 Experimento

No trabalho foram utilizadas parcelas subdivididas no tempo, com três tratamentos: queijos de coalho fabricados com fermento e sem ácido orgânico (CF); sem fermento e sem ácido orgânico (SF) e por acidificação direta com o ácido selecionado previamente e sem fermento (AL). Os queijos foram avaliados em cinco tempos de estocagem refrigerada (8, 15, 30, 60 e 90 dias após a fabricação) e três repetições (fabricações) para o teste de ordenação de sabor. A composição centesimal dos queijos foi realizada aos 3 dias de

fabricação. Os queijos de coalho foram fabricados com 100 litros de leite padronizados (teor de gordura 3%*m/v*) em cada tratamento, proveniente do mesmo lote de leite pasteurizado LTLT (65°C/30 min). Nos tratamentos CF e SF foi utilizada a tecnologia apresentada na Figura 1, descrita por Sobral et al. (2007), desenvolvida pela EPAMIG - ILCT, sendo que a temperatura de aquecimento da massa foi de 42°C para o queijo fabricado com fermento (CF) e de 50°C para os queijos sem fermento (SF e AL). A temperatura menor (42°C) nos queijos sem fermento mostraram em testes anteriores que o ponto do queijo demorou mais tempo para ser atingido, além de ter havido desenvolvimento de sabor amargo no queijo com menor tempo de estocagem refrigerada. Dessa forma foi escolhida a temperatura de 50°C para o aquecimento da massa desses queijos em que não era necessário preservar a microbiota do fermento. Para o queijo fabricado com acidificação direta foram feitas modificações baseando-se na tecnologia descrita anteriormente e nos testes preliminares realizados.

O leite foi analisado quanto a: teor percentual (*m/v*) de proteína verdadeira - o fator utilizado de conversão de nitrogênio em proteína foi 6,38 (PEREIRA et al, 2001), teor percentual (*m/v*) de caseínas - método do formol (PEREIRA et al, 2001), teor percentual (*m/v*) de gordura (BRASIL, 2006), teor percentual (*m/v*) de lactose - por meio do método da Cloramina-T (PEREIRA et al, 2001), teor percentual (*m/m*) de extrato seco total - método gravimétrico de estufa (PEREIRA et al, 2001), acidez titulável (BRASIL, 2006), pH (BRASIL, 2006), e densidade a 15 °C (BRASIL, 2006). Amostras de soro foram coletadas 15 minutos após o corte da coalhada e foram realizadas as mesmas análises do leite, com exceção do teor percentual de caseínas.

A determinação da composição centesimal dos queijos com 3 dias de fabricação foi realizada segundo as metodologias: teores percentuais (*m/m*) de umidade e sólidos totais (BRASIL, 2006), teor percentual (*m/m*) de gordura - método butirométrico (BRASIL, 2006), teor percentual (*m/m*) de resíduo mineral fixo (cinzas) (BRASIL, 2006), teor per-

centual de cloretos (*m/m*) (PEREIRA et al, 2001), pH (BRASIL, 2006), teor percentual (*m/m*) de lactose, por meio da diferença entre o teor de sólidos totais e a soma dos teores de gordura, proteína e resíduo mineral fixo, teor percentual (*m/m*) de proteína com base no teor de nitrogênio total, o fator utilizado de conversão de nitrogênio em proteína foi 6,38 (PEREIRA et al, 2001). O processo de preparo de amostra foi realizado segundo BRASIL (2006).

Todos os dados foram tabulados em planilha eletrônica e posteriormente analisados estatisticamente por meio de programa apropriado Sisvar (FERREIRA, 2000). Para todas as análises de variância realizadas neste trabalho foram realizados os testes de Shapiro-Wilk, Durbin-Watson e Levene para verificar respectivamente a normalidade, a independência e a homocedasticidade dos resíduos, como pressupostos à análise de variância paramétrica.

Foi realizado o teste sensorial pelo método de ordenação com os provadores treinados que foram solicitados a classificar as amostras codificadas em ordem crescente para o sabor do queijo em cinco tempos de estocagem refrigerada (8, 15, 30, 60 e 90 dias após a fabricação) (CHAVES & SPROESSER, 1993).

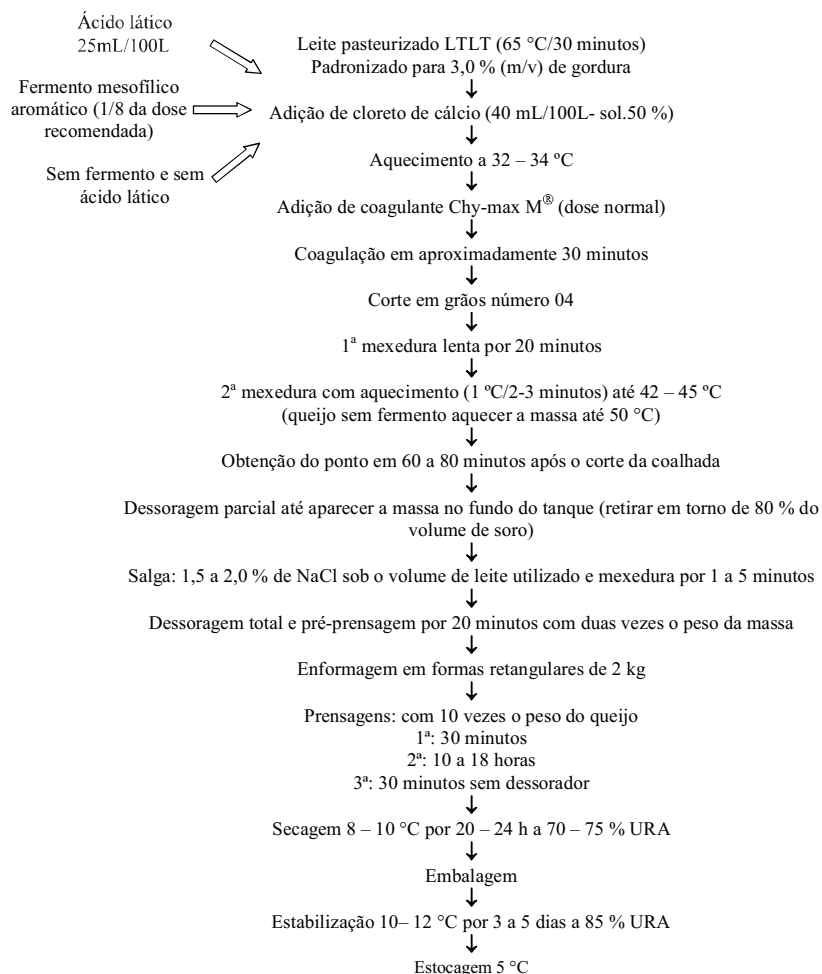
### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Testes preliminares

##### 3.1.1 Escolha do ácido orgânico

No teste de adição de ácido láctico ao queijo de coalho, verificou-se redução de pH do leite de 6,86 para 6,64. No teste com ácido cítrico, o valor de pH atingiu 6,66, totalizando um volume de 0,5 mL/litro de leite. Verificou-se que com a quantidade de coagulante recomendada pelo fabricante o leite adicionado dos ácidos coagulava no tempo normal (35 - 40 minutos a 32 °C).

Na fabricação propriamente dita, os queijos com ácidos láctico e cítrico, em substituição ao fermento, apresentaram, respectivamente, umidade de 47,55 % (*m/m*) e 48,95



**Figura 1** - Fluxograma da fabricação do queijo de coalho com leite pasteurizado (adaptado de SOBRAL et al., 2007)

%(m/m). A umidade final desejada deverá estar entre 45 % e 47 % (m/m) (MUNCK, 2004), porém o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de queijo de coalho (BRASIL, 2001) classifica-o como queijo de média (36 % a 45,9 % m/m) a alta umidade (46 % a 54,9 % m/m), ou seja, o produto adequou-se ao parâmetro legal permitido. No rendimento ajustado para 46 % (m/m) de teor de umidade, os resultados foram 8,74 L/kg e

9,63 L/kg para os tratamentos com emprego dos ácidos láctico e cítrico, respectivamente. O ácido cítrico possui um maior poder sequestrante de cálcio que o ácido láctico (FURTADO, 1997), o que torna a massa mais porosa podendo levar a uma maior perda de soro e assim menor rendimento do queijo.

Os teores de cloreto de sódio dos queijos foram 2,33 % (m/m) com ácido cítrico e 2,22 % (m/m) com ácido láctico. O teor de

sal em queijo de coalho deve ser elevado (em torno de 2 % de sal), para manter o pH elevado, superior a 5,8 com o objetivo de evitar derretimento, quando assado ou frito (MUNCK, 2004). Quanto maior o teor de sal menor crescimento microbiano e menos água disponível para proteólise. Os valores de pH dos queijos com ácido láctico (AL) e com ácido cítrico (AC) foram respectivamente de 6,55 e 6,49 após o terceiro dia de fabricação. Aos 10 e 60 dias após fabricação, esses valores atingiram 6,39 e 6,27 para o queijo com ácido láctico e 6,33 e 6,28 para o queijo com ácido cítrico, nos mesmos períodos. Esses valores estão acima de 5,8, o que é suficiente para evitar derretimento do queijo por excessiva desmineralização (SOBRAL et al, 2007).

No teste triangular foram obtidos cinco acertos dentre dez julgamentos, caracterizando sem diferença significativa entre tratamentos ( $p \geq 0,05$ ), pois, segundo Roessler et al. (1978), os acertos devem ser iguais ou superiores a sete.

A partir desses resultados, definiu-se o emprego do ácido láctico para as fabricações posteriores de queijo de coalho, por apresentar melhor rendimento de fabricação e ser mais comumente empregado nas indústrias de laticínios.

### 3.1.2 Utilização do aroma de manteiga

Os testes para utilização do aroma de manteiga foram realizados em três fabrica-

ções: controle (sem aroma), com metade e com um quarto da dose recomendada pelo fabricante de aroma. No teste de preferência por ordenação, verificou-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos, segundo tabela de Kramer et al. (1974). Uma vez que o queijo de coalho é normalmente consumido frito em manteiga de garrafa, os aromas deste produto são incorporados no queijo, sendo assim desnecessária a adição de aroma (diacetil), o que pôde ser comprovado no teste sensorial. A partir disso, definiu-se que a fabricação dos queijos seria sem aroma por não haver diferença entre os tratamentos ( $p \geq 0,05$ ) e, ainda, por se tratar de um custo a mais na fabricação. No entanto, o aroma pode ser uma alternativa de inovação para a indústria, dependendo da quantidade utilizada no queijo, da forma em que se recomenda o consumo e do tipo de consumidor.

## 3.2 Avaliação dos queijos fabricados com fermento, sem fermento e com ácido láctico durante a estocagem refrigerada

### 3.2.1 Análises físicas, químicas e físico-químicas do leite pasteurizado

O leite cru recebido para cada fabricação sofreu o processamento térmico de pasteurização lenta (LTLT) (65 °C/30min) e padronização do seu teor de gordura para 3,0 % (m/v). Este leite foi analisado quanto a seus constituintes e parâmetros físico-químicos; os resultados encontrados estão descritos na Tabela 1.

**Tabela 1** - Valores físico-químicos do leite pasteurizado e padronizado usado na fabricação dos queijos de coalho utilizado nas 3 fabricações.

Repetição	Acidez*	pH	Densidade (g/mL)	Gordura (% m/v)	Lactose (% m/v)	EST (% m/v)	Proteína total (% m/v)	Teor de caseína (% m/v)	Relação caseína/gordura
1	0,17	6,74	1,0311	3,0	4,91	11,63	3,09	2,04	0,68
2	0,15	6,71	1,0305	3,0	4,77	11,48	3,03	2,04	0,68
3	0,16	6,76	1,0318	3,1	4,93	11,92	3,15	2,08	0,67
Média	0,16	6,74	1,0311	3,03	4,87	11,67	3,09	2,05	0,68

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

O leite pasteurizado e padronizado, pronto para a fabricação dos queijos de coalho, apresentou os valores médios de acidez titulável, densidade e extrato seco desengordurado (padrão corrigido para o teor de gordura médio de 3,03 % m/v) e proteínas totais dentro dos padrões exigidos pela Instrução Normativa nº 51 (BRASIL, 2002) para leite fluido tipo C. Das proteínas totais, em média 66,5 % representam as caseínas, o que está abaixo do esperado em média para o leite de vaca, que é em torno de 80 % (FOX & McSWEENEY, 1998). Porém, o valor obtido experimentalmente pode ter sido subestimado, devido à diferença nas metodologias empregadas para determinação de teores de caseínas e proteína total. O teor de lactose normalmente encontrado para leite é 4,8 % (m/m) e o pH 6,7 (FOX & McSWEENEY, 1998), assim o leite utilizado possui lactose em quantidade semelhante à citada e valor de pH normal.

A relação caseína/gordura média – parâmetro de importância para padronização de gordura no extrato seco de queijos e melhora de rendimento – encontrada nas fabricações foi 0,68. Esse valor não pode ser considerado como a relação ideal para esse queijo, pois outras avaliações deveriam ser realizadas para verificar o melhor rendimento e não forem objetos deste estudo. A literatura não relata estudos sobre essa relação para o queijo de coalho.

### 3.2.2 Análises físicas, químicas e físico-químicas do soro coletado 15 minutos após o corte da coalhada

A composição média dos soros coletados 15 minutos após o corte da coalhada, durante as fabricações e para cada tratamento, encontra-se na Tabela 2.

Segundo Munck (2006) o soro de queijo deve apresentar valores médios entre 0,3 e 0,5 % (m/v) de teor de gordura, 0,7 e 0,8 % (m/v) de proteína e lactose entre 4,7 e 5,0 % (m/v), sendo estes valores bastante similares aos encontrados para os soros de queijo de coalho nos três tratamentos estudados.

A acidez do soro coletado após o corte da coalhada é um importante parâmetro de controle da fabricação de queijos e deve ser em média 2/3 da encontrada no leite que deu origem ao queijo (MUNCK, 2006). Sendo a acidez média do leite utilizado de 0,16 % (m/v) de compostos de caráter ácido expressos em ácido láctico, esperava-se que a acidez dos soros estivesse em torno de 0,11 % (m/v), e apenas o queijo de coalho produzido com ácido láctico produziu um soro com essa acidez, devido à adição do ácido no leite de fabricação (e quantidade maior de perda do ácido no soro). Uma vez que a dose de fermento utilizada (1/8) no respectivo tratamento de queijo de coalho foi pequena, a acidez produzida durante a coagulação do leite não foi suficiente para aumentar a acidez do soro. Para

**Tabela 2** - Resultados médios das análises físico-químicas e de composição centesimal dos soros obtidos da fabricação de queijo de coalho produzido com adição de ácido láctico (AL), com fermento (CF) e sem adição de fermento e ácido láctico (SF). Média de 3 fabricações\*\*

Tratamento	Acidez* (% m/v)	pH	Densidade (g/mL)	Gordura (% m/m)	Lactose (%m/m)	Umidade (%m/m)	Proteína verdadeira (% m/m)
AL	0,11 a	6,39 a	1,0276 a	0,39 a	4,82 a	93,59 a	0,67 a
CF	0,09 a	6,57 b	1,0274 a	0,52 b	4,93 a	93,34 a	0,77 a
SF	0,09 a	6,59 b	1,0269 a	0,45 a b	4,90 a	93,49 a	0,69 a

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

\*\* Letras iguais nas colunas correspondem a médias semelhantes conforme teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

o soro do queijo sem fermento e sem ácido láctico já era esperada uma acidez baixa, visto que não foi adicionado nenhum agente acidificante. Não houve diferença significativa ( $p = 0,0646$ ) entre os valores de acidez dos soros coletados nos três tratamentos, porém o pH do soro de queijo de coalho produzido com ácido láctico foi significativamente menor ( $p = 0,0028$ ) que o encontrado para os demais.

Para os valores médios de densidade ( $p = 0,5749$ ), umidade ( $p = 0,4774$ ), lactose ( $p = 0,3542$ ) e proteína verdadeira ( $p = 0,0532$ ) dos soros a análise de variância realizada indicou que os valores encontrados para os referidos fatores da composição centesimal não foram significativamente diferentes entre as amostras coletadas nos três tratamentos testados. Já o soro de queijo de coalho produzido com adição de ácido láctico apresentou teor de gordura significativamente ( $p = 0,0370$ ) menor que o encontrado para o queijo produzido com fermento, porém semelhante ao tratamento que não utilizou o fermento láctico. A acidificação direta não influi de forma signi-

ficativa nas perdas dos elementos do leite no soro após o corte da coalhada. (WALSTRA, 1993).

### 3.2.3 Composição centesimal dos queijos de coalho

A Tabela 3 apresenta os valores médios de composição centesimal encontrados para cada queijo de coalho com três dias após a fabricação.

O Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Queijo de Coalho (BRASIL, 2001) estabelece valores de umidade e de gordura no extrato seco (GES) com variações muito grandes para esse tipo de produto, respeitando assim as diferenças regionais e a falta de padronização na fabricação deste queijo.

Conforme pode ser observado, todos os queijos estão dentro dos padrões do Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do queijo de coalho com relação aos teores de umidade e de gordura no extrato seco (BRASIL, 2001). Nestes parâmetros, os queijos

**Tabela 3** - Composição centesimal média (% m/m) de queijo de coalho produzido com adição de ácido láctico (AL), com fermento (CF) e sem fermento e ácido láctico (SF) após 3 dias de fabricação (D+3)\*.

Tratamento	NaCl % m/m	Gordura % m/m	Umidade % m/m	Proteína total % m/m	RMF** % m/m	GES** % m/m	NaCl na umidade % m/m
AL	1,74 a	25,92 a	44,94 a	25,01 a	4,21 a	47,08 a	3,73 a
CF	2,05 a	24,67 a	46,44 a	24,68 a	4,60 a	46,05 a	4,23 a
SF	1,75 a	25,75 a	44,84 a	25,38 a	4,55 a	46,69 a	3,76 a

\* Letras iguais correspondem a médias semelhantes por coluna conforme teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. \*\*GES = % gordura no extrato seco e RMF = resíduo mineral fixo.

**Tabela 4** - Propriedades do queijo de coalho conforme Instrução Normativa nº 30, de 26 de junho de 2001 (BRASIL, 2001).

Propriedades	Classificação	Faixa de variação
Umidade	média a alta	36 a 54,9 % (m/m)
Gordura no extrato seco	semi-gordo a extra-gordo	35 a 60 % (m/m)
Cozimento da massa	semi-cozida a cozida	<45 °C até 55 °C



fabricados podem ser classificados de acordo com a portaria n° 146 de 1996 do MAPA (BRASIL, 1996) como gordos (GES entre 45 e 59,9 % m/m) e de média umidade (umidade entre 36 e 45,9 % m/m), com exceção ao queijo de coalho produzido com fermento que se classifica como de alta umidade (umidade entre 46 e 54,9 % m/m). A variabilidade no teor de NaCl entre os queijos foi devido ao tipo de salga empregado na fabricação que foi "salga na massa" e não por variações na umidade dos queijos, que foram mantidos durante o armazenamento embalados.

Nassu et al (2003) pesquisaram queijos de coalho produzidos no Rio Grande do Norte encontrando variações nos teores de umidade de 37,90 % a 51,33 % (m/m), gordura no extrato seco de 38,85 % a 59,15 % (m/m) e sal de 0,82 % a 2,60 % (m/m). Para queijos de coalho do estado do Ceará foram encontrados 36,37 % a 49,53 % (m/m) para umidade, 34,42 % a 56,75 % (m/m) para gordura no extrato seco e 0,72 a 3,29 % (m/m) para NaCl (NASSU et al, 2001). Apesar da variabilidade dos dados encontrados na literatura para o queijo de coalho, percebe-se que os queijos produzidos com ácido láctico, com fermento e sem fermento apresentaram teores de umidade, gordura no extrato seco (GES) e NaCl similares aos encontrados pelos autores citados.

Todos os constituintes de composição analisados – gordura ( $p = 0,0557$ ), proteína total ( $p = 0,4926$ ), GES ( $p = 0,5097$ ), NaCl na umidade ( $p = 0,3243$ ), NaCl ( $p = 0,1540$ ), umidade ( $p = 0,0573$ ) e RMF ( $p = 0,1569$ ) – foram semelhantes entre os tratamentos, demonstrando que a adição de ácido láctico durante a fabricação do queijo de coalho não altera significativamente sua composição centesimal quando comparado aos queijos com e sem fermento.

### 3.6 Teste de ordenação dos queijos de coalho

O teste de ordenação fornece informações sobre a diferença e a direção da diferença, de acordo com alguma característica específica de qualidade sensorial, cor, sabor,

aspecto global (CHAVES & SPROESSER, 1993). Para os queijos de coalho com fermento, sem fermento e com ácido láctico foi aplicado o teste de Kramer (MINIM, 2006) para os cinco tempos de estocagem refrigerada (8, 15, 30, 60 e 90 dias após a fabricação), nas 3 repetições. Não houve diferença significativa para o sabor entre tratamentos em cada tempo estudado.

## 4 CONCLUSÃO

Os testes preliminares mostraram que:

O uso do ácido láctico apresentou mais vantagens que o ácido cítrico para ser utilizado na fabricação de queijo de coalho.

O aroma de manteiga não se mostrou necessário ao queijo de coalho adicionado de ácido láctico, embora ainda seja uma alternativa de inovação para este tipo de queijo.

A adição de ácido láctico durante a fabricação do queijo de coalho não alterou significativamente sua composição centesimal quando comparada aos queijos com e sem fermento.

O teste de ordenação mostrou que os tratamentos não tiveram diferença significativa para o atributo sabor em nenhum tempo estudado.

Dessa forma o queijo de coalho produzido com ácido láctico apresentou vantagens tecnológicas em relação aos queijos produzidos com fermento e sem fermento e ácido láctico, podendo esta tecnologia ser implantada nos laticínios para obter um produto semelhante ao tradicional, porém adequado à legislação brasileira.

## SUMMARY

The "Coalho" type cheese is one of the most popular in northeastern Brazil, and every year, is gaining popularity in other regions of the country. The main objective of this study was to propose a technology for making "Coalho" type cheese by direct acidification obtaining a product similar to the traditional, but with better control of pH. In preliminary tests was chosen lactic acid rather than citric acid for the manufacture

of cheese curd, in addition, we tested the addition of butter aroma and was made the choice not to use it. The experiment was to evaluate three technologies for producing cheese curd: by direct acidification (with addition of lactic acid), using mesophilic aromatic culture (without acid) and cheese without the addition of lactic acid and culture. The cheeses were evaluated under the aspects of physical, chemical, physicochemical, sensorial aspects, with three days of manufacturing and ordering test for taste in the times of 3, 8, 15, 30, 60 and 90 days. It was concluded that the "Coalho" type cheese made with lactic acid showed no significant differences with other treatments for chemical composition and flavor.

**Index terms:** dairy products, flavor, composition, mesophilic aromatic culture

#### AGRADECIMENTOS

À FAPEMIG pelo financiamento do projeto CVZ-APQ-00083/08, pela concessão da Bolsa de Incentivo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Tecnológico concedida ao segundo autor, da Bolsa do Programa de Capacitação de Recursos Humanos concedida ao terceiro autor e da Bolsa de Iniciação Científica concedida ao quinto e sexto autor.

#### 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 51, de 18 de setembro de 2002. Regulamentos Técnicos de Produção, Identidade e Qualidade do Leite tipo A, do Leite tipo B, do Leite tipo C, do Leite Pasteurizado e do Leite Cru Refrigerado e o Regulamento Técnico da Coleta de Leite Cru Refrigerado e seu Transporte a Granel. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 20 set. 2002.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 30, de 26 de junho de 2001. Aprova os regulamentos técnicos de identidade e qualidade de manteiga de terra ou manteiga de garrafa, queijo de coalho e queijo de manteiga. **Diário**

**Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 16 jul. 2001.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 68, de 12 de dezembro de 2006. Oficializa os métodos analíticos oficiais físico-químicos, para controle de leite e produtos lácteos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 14 dez. 2006.

CHAVES, J.B.P.; SPROESSER, R.L. **Práticas de laboratório de análise sensorial de alimentos e bebidas**. Viçosa, MG: UFV, 1993. 81p. Apostila.

FERREIRA, D.F. Sistema de análises de variância para dados balanceados. Lavras: UFLA, 2000. (SISVAR 4. 1. pacote computacional).

FOX, P.F.; McSWEENEY, P.L.H. **Dairy Chemistry and Biochemistry**. Springer – Verlag, 478p. 1998.

FURTADO, M.M. **A arte e a ciência do queijo**. São Paulo: Globo, 1991. 297p.

FURTADO, M. M. **Manual prático de mussarela (Pizza Cheese)**. Master Graf. Campinas, 97p., 1997.

FURTADO, M.M. **Principais problemas dos queijos: causas e prevenção**. São Paulo: Fonte Comunicações, 1999. 171p.

KELLER, B.; OLSON, N.F.; RICHARDSON, T. Mineral retention and rheological properties of Mozzarella cheese made by direct acidification. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 57, n. 2, p. 174-180, 1974.

KRAMER, A.; KAHAN, G.; COOPER, D.; PAPAVASILIOU, A. A non-parametric ranking method for the statistical evaluation of sensory data. **Chemical Senses**, v.1, n.2, p.121-133, 1974.

LITTLE, L. Techniques for acidified dairy products. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 50, n. 3, p. 434-440, 1967.

- MINIM, V. P. R. **Análise Sensorial: estudo com consumidores.** Viçosa, MG: Ed. UFV, 225 p, 2006.
- MUNCK, A.V. Queijo de coalho: princípios básicos da fabricação. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v.59, n.339, p.13-15, jul./ago. 2004.
- MUNCK, A. **Apostila de Tecnologia de Fabricação de Queijos.** Instituto de Laticínios Cândido Tostes. Juiz de Fora, 2006.
- NASSU, R.T; ARAÚJO, R. S; BORGES, M. F., LIMA, J.R; MACEDO, B.A; LIMA, M.H.P; BASTOS, M. S. R. Diagnóstico das condições de processamento de produtos regionais derivados do leite no Estado do Ceará. Fortaleza: **Boletim de pesquisa e desenvolvimento** Embrapa Agroindústria Tropical, 28p. 2001.
- NASSU, R. T.; ARAÚJO, R. S.; GUEDES, C. G. M.; ROCHA, R. G. A. Diagnóstico das Condições de Processamento e Caracterização Físico-Química de Queijos Regionais e Manteiga no Rio Grande do Norte. Fortaleza: **Boletim de pesquisa e desenvolvimento.** Embrapa Agroindústria Tropical, 24p. 2003.
- PEREIRA, D.B.C.; SILVA, P.H.F.; COSTA JÚNIOR, L.C.G.; OLIVEIRA, L.L. **Físico-Química do Leite e Derivados: Métodos Analíticos.** Juiz de Fora. 2 ed. Templo Gráfica e Editora. 2001.234p.
- ROESSLER, E.B. ; PANGBORN, R. M.; SIDEL, J. L.; STONE, H. Expanded statistical tables for estimating significance in paired-preference, paired-difference duo-trio and triangle tests. **Journal of Food Science**, v.43, n.3, p.940-943, 1978.
- SAMPAIO, L. G. A.; FERRAZ, M. A.; FIALHO, M. S.; BRANDÃO, S. C. C. Mussarela: acidificação direta do leite reduz tempo de filagem. **Revista Indústria de laticínios**, São Paulo, v. 1, n.5, p. 46-49, set/out 1996.
- SOBRAL, D.; PAULA, J.C.J. de; SILVA, P.H.F. da. Queijo de coalho: características e tecnologia. **Informe Agropecuário.** Agroindústria: leite e derivados, Belo Horizonte, v.28, n.238, p.57-62, maio/jun. 2007.
- WALSTRA, P. **The syneresis of curd.** In: Fox, P.F. Cheese : chemistry, physics and microbiology – General aspects. Vol. I. 2ª ed. Chapman & Hall. 601p. 1993.