

Universidade Federal de Juiz de Fora
Pós-graduação em Ciência e Tecnologia do Leite e Derivados
Mestrado Profissional e Ciência e Tecnologia de Leite e Derivados

Gisela de Magalhães Machado

**VIABILIDADE TECNOLÓGICA DO USO DE ÁCIDO LÁTICO NA
ELABORAÇÃO DE QUEIJO DE COALHO**

Juiz de Fora
2010

Gisela de Magalhães Machado

**VIABILIDADE TECNOLÓGICA DO USO DE ÁCIDO LÁTICO NA
ELABORAÇÃO DE QUEIJO DE COALHO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Leite e Derivados, Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia do Leite e Derivados, área de concentração: Novos Produtos e Processos, da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre.

Orientadora: Prof^a Dr^a Renata Golin Bueno Costa

Juiz de Fora
2010

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que é misericordioso e que na sua infinita bondade nos provê todos os recursos necessários para concluir um empreendimento quando nos propomos a fazê-lo.

Agradeço imensamente à minha família, fonte de amor e ternura, onde sempre busco energia pra seguir firme no meu caminho. Vocês são os melhores companheiros de jornada que alguém poderia desejar; eu os amo infinitamente.

Agradeço à minha orientadora Renata; obrigada pela sua orientação e empenho ao projeto, mas, sobretudo obrigada pela sua amizade, compreensão e carinho em todos os momentos. Sou muito grata e agradeço a Deus por tê-la colocado no meu caminho.

Agradeço muitíssimo aos meus amados amigos. Não sei como expressar tamanha gratidão que sinto por cada palavra, abraço, olhar e também por todo conhecimento técnico que me passaram. Sem vocês definitivamente não teria conseguido. Obrigada por fazerem parte da minha vida.

Agradeço com carinho a cada um que colaborou na realização do projeto, os pesquisadores, os estagiários e os técnicos de laboratório. Muitíssimo obrigada pelo empenho, dedicação e carinho com que realizaram suas tarefas. Nada teria sido possível sem vocês, obrigada de todo coração.

Aos professores membros da banca e colegas agradeço as valiosas sugestões e críticas que tornaram esse trabalho ainda melhor.

Aos alunos do Cândido Tostes agradeço a paciência nos meus momentos ausentes, o apoio e a amizade, e claro o esforço de provarem o queijo até o final do projeto. Com vocês aprendo todos os dias a ser uma pessoa melhor.

Agradeço à EPAMIG pela oportunidade de qualificação profissional.

Agradeço à FAPEMIG pelo apoio financeiro ao projeto.

RESUMO

O queijo de coalho é o mais tradicional e um dos mais difundidos e fabricados na região Nordeste do Brasil, porém seu consumo tem aumentado nos últimos anos nas demais regiões brasileiras. 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 físicos, químicos, físico-químicos, sensoriais, de rendimento e de derretimento em seis tempos de estocagem refrigerada – 3, 8, 15, 30, 60 e 90 dias. Concluiu-se que o queijo de coalho produzido com ácido láctico apresentou vantagens tecnológicas como menor perda de gordura no soro do que os queijos fabricados com e sem fermento, e menor proteólise tanto na extensão quanto na profundidade; e vantagens sensoriais como melhor aceitação que os demais tratamentos, podendo esta tecnologia ser implantada nos laticínios. O tempo foi fundamental em análises realizadas, sejam físico-químicas ou sensoriais, portanto sugere-se que o queijo de coalho seja consumido o mais rápido possível para manter suas características típicas.

Palavras-chave: Proteólise. pH. Derretimento.

ABSTRACT

The “Coalho” type cheese is the most traditional and one of the most manufactured cheese in northeastern Brazil, but its consumption has increased in other parts of the country. The main objective of this study was to propose a technology to produce “Coalho” type cheese by direct acidification obtaining a cheese with similar characteristics to the traditional cheese, but with better pH control. In preliminary tests was chosen lactic acid rather than citric acid for the produce of “Coalho” type cheese with direct acidification, in addition, was tested the use of butter flavor and its use was rejected. The experiment evaluated three technologies for “Coalho” type cheese production: 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 by physical, chemical, physicochemical, sensorial, yield and melting in six days of refrigerated storage – 3, 8, 15, 30, 60 and 90. It was concluded that the “Coalho” type cheese made with lactic acid presented technological advantages such as lower loss of fat in the serum than cheeses made with and without culture, and reduced proteolysis in both length and depth, and sensorial advantages such as better acceptance than the other treatments; this technology can be used in dairy industries. The time of storage was important in the tests performed, whether physicochemical or sensorial, therefore it suggests that the “Coalho” type cheese must be consumed as fast as possible to maintain their typical characteristics.

Keywords: Proteolysis. pH. Melting.

SUMÁRIO

1. Introdução	9
2. Revisão de literatura.....	10
2.1 Queijo de coalho	10
2.2 Características físicas, químicas e físico-químicas do queijo de coalho ..	10
2.3 Características funcionais do queijo de coalho	12
2.3.1 Escurecimento da casca do queijo	13
2.3.2 Derretimento.....	13
2.4 Queijos fabricados por acidificação direta.....	14
2.5 Proteólise em queijos	16
3. Objetivos	19
3.1 Geral.....	19
3.2 Específicos	19
4. Material e métodos.....	20
4.1 Localização	20
4.2 Testes preliminares	20
4.2.1 Escolha do ácido orgânico a ser utilizado	21
4.2.2 Adição do aroma de manteiga.....	22
4.3 Desenho experimental.....	23
4.3.1 Determinações analíticas	24
4.3.1.1 Preparo do leite cru para fabricação.....	25
4.3.1.2 Análises físicas, químicas e físico-químicas do leite	26
4.3.1.3 Análises físicas, químicas e físico-químicas dos soros	27
4.3.1.4 Amostragens dos queijos durante a estocagem.....	27
4.3.1.5 Análises dos queijos três dias após a fabricação	27
4.3.1.6 Análises físicas, químicas e físico-químicas durante a estocagem refrigerada dos queijos.....	28
4.3.1.7 Rendimento de fabricação.....	29
4.3.1.8 Análise sensorial	29
4.3.1.9 Avaliação da capacidade de derretimento do queijo de coalho....	33
5. Resultados e discussão.....	33
5.1. Testes preliminares	33

5.1.1 Escolha do ácido orgânico.....	33
5.1.2 Utilização do aroma de manteiga	35
5.2 Acompanhamento dos queijos fabricados com fermento, sem fermento e com ácido láctico durante a estocagem refrigerada.....	36
5.2.1 Análises físicas, químicas e físico-químicas do leite cru e pasteurizado e dos soros.....	36
5.2.1.1 Análises físicas, químicas e físico-químicas do leite cru	36
5.2.1.2 Análises físicas, químicas e físico-químicas leite pasteurizado....	37
5.2.1.3 Análises físicas, químicas e físico-químicas do soro coletado 15 minutos após o corte da coalhada.....	38
5.2.2 Rendimento de fabricação.....	40
5.2.2.1 Rendimento econômico	40
5.2.2.2 Produção ajustada.....	41
5.2.2.3 Coeficiente G/L.....	42
5.2.2.4 Rendimentos técnicos	43
5.2.3 Análises físicas, químicas e físico-químicas dos queijos de coalho ...	45
5.2.3.1 Composição centesimal.....	45
5.2.3.2 Extensão da proteólise	46
5.2.3.3 Profundidade da proteólise.....	49
5.2.3.4 pH dos queijos.....	52
5.2.3.5 Derretimento.....	55
5.2.4 Análise sensorial dos queijos de coalho.....	56
5.2.4.1 Análise Descritiva Quantitativa Modificada (ADQM).....	56
5.2.4.1.1 Aspecto global.....	56
5.2.4.1.2 Cor externa.....	58
5.2.4.1.3 Odor característico	59
5.2.4.1.4 Resistência ao derretimento	60
5.2.4.1.5 Textura	61
5.2.4.1.6 Ranger ao mastigar	63
5.2.4.1.7 Gosto salgado	64
5.2.4.1.8 Gosto ácido	65
5.2.4.1.9 Sabor.....	66
5.2.4.2 Teste de aceitação	70

5.2.4.3 Teste de ordenação.....	72
6. Conclusões.....	74
Considerações finais	75
Referências bibliográficas	76

1. Introdução

O queijo de coalho é um queijo artesanal muito tradicional e consumido na região Nordeste e, ultimamente, começou a ser apreciado nas demais regiões brasileiras, onde é fabricado industrialmente.

Tradicionalmente, o queijo é fabricado com leite cru, sem a utilização de fermento, apenas com o uso de coalho (coagulante) obtido do estômago de pequenos animais, como mocó, cabrito e bezerro. Seu nome é oriundo dessa coagulação do leite. No entanto, a legislação brasileira só permite a fabricação do queijo com leite pasteurizado e quando o leite sofre tratamento térmico, ocorre a destruição da microbiota natural do leite. O queijo fabricado com o leite pasteurizado utilizando apenas coalho não apresenta o seu sabor característico. Além disso, a massa do queijo não é lavada e apresenta baixa fermentação o que origina um alto teor de lactose residual. Consequentemente, o risco de contaminação do queijo por microrganismos é elevado, podendo causar sérios problemas de saúde ao consumidor do produto.

Quando o mesmo é fabricado com fermento láctico, visando melhorar as suas características sensoriais e aproximar-se do sabor do queijo tradicional, deve-se ter um controle rigoroso do pH, para que o mesmo não se apresente inferior a 5,8. Isso é necessário para evitar o seu derretimento quando frito ou assado, constituindo uma das propriedades funcionais mais importantes desse queijo e que determina a aceitação do produto. Além do derretimento, a fermentação altera outra propriedade funcional, o escurecimento não enzimático, que proporciona a cor escura do queijo quando exposto ao calor. Como o período de validade é muito extenso, de 3 a 4 meses, o uso de fermento vai reduzindo o pH durante a sua comercialização, mesmo que este fique armazenado em temperaturas inferiores a 10 °C.

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. Portanto, há necessidade de alternativas tecnológicas para fabricação do queijo de coalho de modo que esse possa

atingir sabor característico e, também, controlar seu pH. Uma dessas alternativas, que já é utilizada em outros queijos, como o Minas Frescal para evitar a redução do pH, é a acidificação direta com ácidos orgânicos de grau alimentar. Esse processo permite obter um queijo com características semelhantes ao tradicional, mas com melhor controle do pH e conseqüentemente menos perecível.

2. Revisão de literatura

2.1 Queijo de coalho

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

As tecnologias de fabricação são diferentes de queijaria para queijaria, sendo a maioria de pequeno e médio porte, além da fabricação artesanal (PEREZ, 2005). A produção de queijos de forma artesanal emprega tecnologias tradicionais atendendo aos consumidores de menor renda e grupos influenciados pela identidade cultural (SOBRAL et al., 2007).

2.2 Características físicas, químicas e físico-químicas do queijo de coalho

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 Instrução 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). Algumas propriedades do queijo de coalho e suas possíveis variações conforme a legislação citada estão apresentadas na Tabela 1.

TABELA 1: 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

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). A Tabela 2 apresenta alguns parâmetros de composição encontrados por diversos autores para queijo de coalho de diversas partes do nordeste. Perez (2005) trabalhou com queijos de coalho comercializados em Campinas e Cavalcante et al (2007) apresentaram os resultados de queijo de coalho fabricado especialmente para seu estudo. A grande variabilidade mostra a despadronização da fabricação do queijo de coalho principalmente por queijarias artesanais do nordeste brasileiro.

TABELA 2: Variações de teores de umidade, gordura no extrato seco (GES), cloretos (NaCl) e pH encontrados por diversos autores para queijo de coalho.

Umidade	GES	NaCl	pH	Fonte
44,52% a 45,06%	44,35% a 48,32%	2,43% a 3,30%	5,83 a 6,18	Andrade et al, 2005
45,5% a 51,5%	36,59% a 48,16%	3,34% a 5,48%	5,98 a 7,13	Silva et al, 2010
-	-	1,61% a 2,10%	-	Chinelate et al., 2004
44,6% a 46,8%	-	1,81% a 1,92%	-	Teshima et al, 2004
-	42,15%	-	-	Marques et al, 2002
35,34% a 43,84%	50,68% a 55,11%	2,38% a 3,53%	5,8 a 6,7	Perez, 2005
42 a 48%	40 a 52%	1,5 a 2,5%	5,6 a 6,3	Furtado, 2005
42,57%	48,75%	1,73%	5,29	Cavalcante et al, 2007
37,5% a 42,46%	39,26% a 50,9%	-	-	Francisco et al, 2007
36,37% a 49,53%	34,42% a 56,75%	0,72% a 3,29%	5,30 a 6,64	Nassu et al, 2001
37,90% a 51,33%	38,85% a 59,15%	0,82% a 2,60%	5,10 a 5,80	Nassu et al, 2003
32,11% a 40,62%	-	1,85% a 2,15%	-	Ferreira et al, 2008

2.3 Características funcionais do queijo de coalho

O queijo de coalho é um produto normalmente consumido após sofrer aquecimento, sendo frito ou assado; dificilmente é consumido imediatamente após sua retirada do ambiente refrigerado por apresentar um sabor pouco pronunciado desta forma. Espera-se que o queijo de coalho frito ou assado apresente casca escurecida devido ao calor e também que as arestas permaneçam definidas, sem derretimento. Essas são tidas como as principais características funcionais do queijo de coalho, além da típica sensação de ranger ao mastigar. A Tabela 3 apresenta as principais características funcionais do queijo de coalho e suas prováveis causas.

TABELA 3: Principais características funcionais desejáveis no queijo de coalho.

Características funcionais	Causas
Não derretimento	Menor proteólise e menor acidez
Ranger nos dentes	Menor teor de umidade e gordura
Escurecimento	Maior teor de lactose

Fonte: SOBRAL et al., 2007.

2.3.1 Escurecimento da casca do queijo

O escurecimento da casca do queijo mediante aquecimento se dá devido à reação de escurecimento não enzimático, conhecida como reação de Maillard. Esta reação é induzida pelo calor e ocorre entre glúcides redutores e o grupo amino de aminoácidos, peptídeos ou proteínas, resultando em produtos de cor escura conhecidos como melanoidinas (ARAÚJO, 2008). Os principais fatores que influenciam neste tipo de escurecimento em queijos são: a) o tipo de coalho (quanto mais proteolítico maior o escurecimento); b) temperatura e tempo de exposição ao calor; c) umidade dos queijos, que pode estar relacionada com a presença de lactose residual e também à maturação mais acelerada; d) em presença de cultivos Gal (+), quanto mais alto o teor de NaCl, mais lenta será a degradação da lactose e/ou galactose residuais, aumentando assim o escurecimento não enzimático (FURTADO, 1999).

No queijo, ocorrendo o processo de proteólise promovida pelas enzimas do coalho e culturas lácticas, e havendo acúmulo de açúcares, como a lactose e a galactose, cria-se potencial para a reação de Maillard (BLEY et al., 1985; FURTADO, 1997). Sendo que no queijo de coalho a massa não é lavada e tem baixa fermentação, o teor de lactose residual é alto e sendo um dissacarídeo redutor participa da reação de Maillard mediante aquecimento.

2.3.2 Derretimento

O queijo de coalho apresenta a propriedade funcional de manter as arestas definidas durante o aquecimento, sem que ocorra o derretimento.

Derretimento é definido como a capacidade das partículas do queijo fluírem e formar uma fase uniformemente derretida, que é direcionada inicialmente pela evaporação da água e fluidificação da gordura (WANG & SUN, 2002). Para manter esta propriedade no queijo de coalho, dois fatores são fundamentais:

- Manutenção do pH do queijo em valores mínimos de 5,8 porque, em valores de pH próximos a 5,1, o queijo apresentará elevado grau de desmineralização, o que fará que derreta e se deforme quando submetido ao calor (MUNCK, 2004). O lactato presente no queijo quando seu pH está baixo solubiliza o cálcio coloidal - responsável pela ligação entre as micelas de paracaseína - na forma de lactato de cálcio, desmineralizando o paracaseinato bicálcico em paracaseinato monocálcico (KOSIKOWSKI, 1982), tornando a rede protéica mais frágil e assim mais propensa ao derretimento.
- Controle de proteólise do paracaseinato durante a estocagem dos queijos, uma vez que esta hidrólise também levará ao enfraquecimento da rede protéica e assim levando ao derretimento (SOBRAL et al, 2007)

Os fatores que interferem no derretimento são: a) teor de gordura presente no queijo, sendo que quanto maior este, maior será o derretimento no momento do aquecimento; b) pH, sendo que quanto mais alto, menor desmineralização e, portanto menor derretimento devido à maior estruturação da malha protéica; c) proteólise da massa, sendo que queijos mais úmidos tendem a apresentar proteólise mais acelerada e, portanto derretem mais (FURTADO, 1997). Quanto mais elevado o teor de NaCl do queijo, pior será o derretimento da massa (FURTADO, 1999) uma vez que o crescimento microbiano fica limitado e conseqüentemente a proteólise é inibida, além da menor quantidade de água disponível para essa reação.

2.4 Queijos fabricados por acidificação direta

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).

No queijo Minas Frescal, o uso de ácido láctico em substituição ao fermento láctico melhora a durabilidade do produto por retardar a acidificação. Com o uso de fermento láctico, o pH inicial encontra-se em torno de 5,20 e esse reduz rapidamente, pela degradação da lactose pelas bactérias. Com uma semana, o pH pode se apresentar inferior a 4,9. Quando o ácido láctico é utilizado em substituição ao fermento, o pH apresenta-se inicialmente entre 6,5 e 6,3 e a redução é menor, alcançando 5,4 a 5,2 em uma semana após a fabricação, dependendo das condições de comercialização e do grau de contaminação do queijo (FURTADO, 1999).

O queijo mussarela também é fabricado com acidificação direta da massa, para que o mesmo possa ser filado no mesmo dia da fabricação. Como vantagens desse método citam-se:

- Essa alteração tecnológica no processamento não altera os teores de cálcio presente na massa e no queijo; e
- Quando comparado à tecnologia tradicional, que provoca uma mudança progressiva no pH e na acidez, e é mais intensa conforme a massa se apresente mais fermentada, na acidificação direta esses parâmetros permanecem constantes e inalterados durante a elaboração do queijo (VALLE & LEITÃO, 1995).

A adição de ácido láctico ao leite implica em menor quantidade de coagulante na fabricação do queijo e na redução do tempo de coagulação,

consequentemente 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 sinerese (interferindo na composição do produto final) e influencia a atividade de enzimas durante a maturação (FOX e McSWEENEY, 1998).

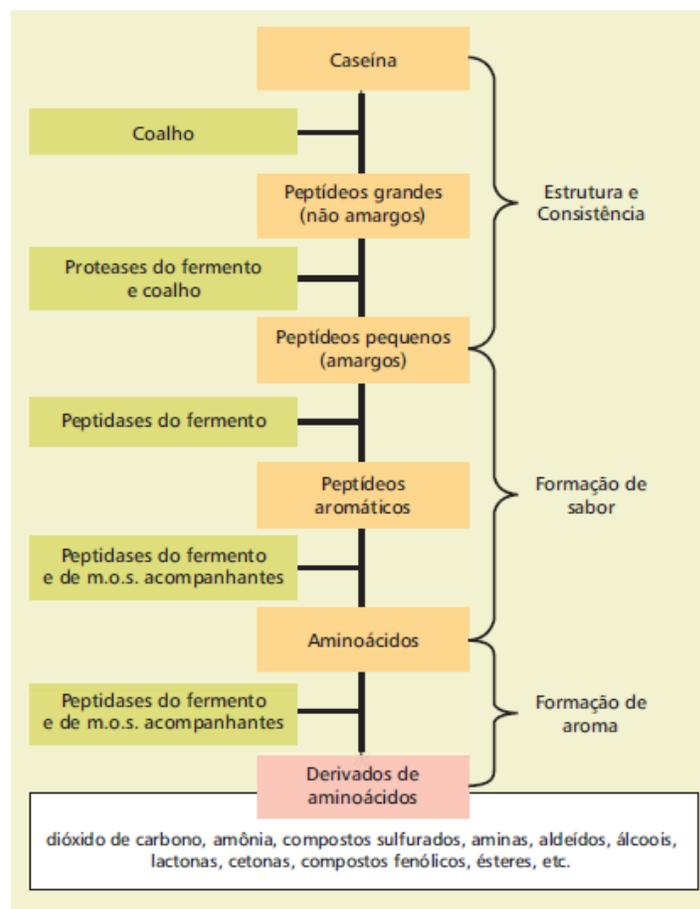
2.5 Proteólise em queijos

Durante a maturação dos queijos ocorrem mudanças microbiológicas e bioquímicas que resultam no desenvolvimento de sabor e textura característicos de cada variedade (Mc SWEENEY, 2004). As mudanças bioquímicas na maturação podem ser divididas em dois grandes grupos de eventos: a) mudanças primárias, onde as caseínas são convertidas em peptídeos e aminoácidos; os triacilgliceróis são hidrolisados a ácidos graxos; ácido láctico e outros produtos de fermentação são formados pela degradação da lactose; b) mudanças secundárias envolvem a conversão dos produtos finais que resultaram das mudanças primárias; aminoácidos são transformados em aminas, ácidos orgânicos, compostos sulfurados e dióxido de carbono; cetonas, lactonas, aldeídos e álcoois secundários resultam da degradação de ácidos graxos; ácido láctico é convertido em ácidos orgânicos e dióxido de carbono. Diversas interações entre as diferentes rotas metabólicas podem ocorrer (EL SODA, 1995).

A proteólise é o evento bioquímico mais complexo que ocorre durante a maturação de queijos (FOX et al, 2004). Durante este processo a proteólise é catalisada por enzimas do coagulante (quimosina, pepsina, proteases microbianas ou de plantas); proteases presentes no leite (plasmina e possivelmente catepsina D e outras enzimas de células somáticas); enzimas das bactérias *starter*, não *starter* ou de culturas secundárias (*P. camemberti*, *P.*

roqueforti, *propionibacterium* sp., *B. linens* entre outras); proteases exógenas ou peptidases ou ambas, adicionadas para acelerar a maturação (SOUSA et al, 2001). A Figura 1 ilustra a evolução da proteólise no queijo e os principais agentes proteolíticos envolvidos em cada etapa do processo.

FIGURA 1: Evolução da proteólise do queijo.



Fonte: Informativo Ha-La Biotec, 2006

A proteólise de um queijo pode ser medida em termos de extensão e profundidade. A extensão da proteólise está relacionada com a hidrólise do paracaseinato de cálcio ao longo do tempo, principalmente devido à ação de quimosina residual, cuja atividade é influenciada pelo pH e conseqüentemente pela acidez. Este parâmetro é encontrado pela razão entre o percentual de nitrogênio solúvel em pH 4,6 pelo nitrogênio total (WOLFSHOON-POMBO & LIMA, 1989). A proteólise faz com que a textura do queijo fique mais macia

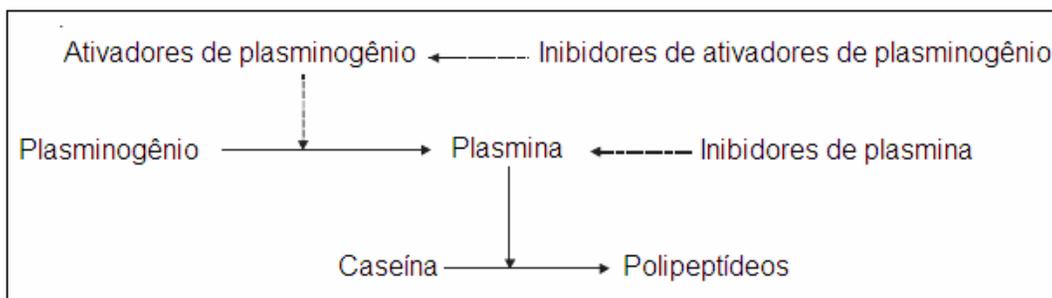
devido à hidrólise da matriz caseínica e também pelo decréscimo da atividade de água devido às mudanças nas ligações com a água provocadas pelos novos grupos carboxílicos e amínicos gerados na hidrólise (Mc SWEENEY, 2004).

A profundidade da proteólise é dada pelo quociente entre o percentual de nitrogênio solúvel em ácido tricloroacético a 12 % (m/v) e o teor de nitrogênio total do queijo. Este parâmetro demonstra o quanto do nitrogênio total está presente principalmente na forma de peptídeos de baixa massa molecular e aminoácidos livres. Essa proteólise é realizada principalmente por bactérias do fermento e contaminantes, e interfere de forma importante no sabor do queijo ao final de sua maturação (WOLFSHOON-POMBO & LIMA, 1989).

A maior parte da atividade do coagulante adicionado ao leite é perdida no soro, apenas de 0 a 15 % da atividade de quimosina permanece na coalhada e isso depende de fatores que incluem tipo de coagulante, fração de diferentes enzimas em misturas, temperatura de cozimento, variedade do queijo e umidade do produto final (SOUSA et al, 2001).

A plasmina (E.C. 3.4.21.7) é uma protease naturalmente presente no leite associada às micelas de caseína. As proteínas lácteas mais sensíveis à sua ação são a β -caseína e a α_{s2} -caseína, embora a α_{s1} -caseína também possa ser hidrolizada por essa enzima. A plasmina resiste totalmente à pasteurização (WALSTRA & JENNESS, 1984) e sua atividade é mais significativa em variedade de queijos que são cozidos em temperaturas mais altas. Nessas variedades, a plasmina que é uma enzima relativamente estável ao calor, sobrevive à temperatura de cozimento (≈ 55 °C), enquanto a maior parte da atividade de quimosina é perdida; além disso ocorre também ativação do plasminogênio, provavelmente devido à inativação térmica dos inibidores dos ativadores de plasminogênio (Mc SWEENEY, 2004). A Figura 2 mostra o sistema plasmina/plasminogênio do leite.

FIGURA 2: Sistema plasmina/plasminogênio do leite.



Fonte: McSweeney, 2004.

Todas as proteases, incluindo as do coalho e as de origem bacteriana, são capazes de produzir peptídeos amargos a partir da caseína e cerca de vinte deles foram isolados da degradação das caseínas por ação de proteases diversas. O gosto amargo origina-se de peptídeos amargos que têm como característica comum sua hidrofobicidade ou alta solubilidade em solventes orgânicos (FURTADO, 1991). No queijo de coalho observa-se o surgimento do gosto amargo ao longo da maturação, devido à ação do coagulante residual e da plasmina, que originam peptídeos hidrofóbicos responsáveis por tal característica (PEREZ, 2005).

3. Objetivos

3.1 Geral

O objetivo principal desse trabalho foi propor uma tecnologia de fabricação de queijo de coalho obtido por acidificação direta, identificando-o e caracterizando-o sob aspectos físicos, químicos, físico-químicos, sensoriais, de rendimento e de derretimento.

3.2 Específicos

- I. Desenvolver e descrever a tecnologia de fabricação de queijo de coalho utilizando ácido orgânico de grau alimentar em substituição ao fermento láctico;

- II. Testar a adição de aroma de manteiga nos queijos fabricados,
- III. Identificar e caracterizar aspectos da composição física, química e físico-química de queijo de coalho obtido por acidificação direta;
- IV. Comparar o efeito do pH e dos índices de proteólise dos queijos obtidos ao longo do período de estocagem refrigerada;
- V. Avaliar aspectos inerentes ao rendimento de fabricação;
- VI. Avaliar aspectos sensoriais sob diversos atributos e de aceitação do produto; e
- VII. Avaliar a capacidade de derretimento da massa do queijo de coalho.

4. Material e métodos

Segue a descrição da metodologia utilizada na realização deste projeto.

4.1 Localização

Todos os experimentos foram realizados na Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais – EPAMIG, no Centro de Pesquisa (CEPQ) do Instituto de Laticínios Cândido Tostes – ILCT, em Juiz de Fora, MG. As fabricações dos queijos de coalho foram realizadas no Núcleo Industrial, enquanto as análises sensoriais foram conduzidas no Laboratório de Análise Sensorial com provadores treinados e não treinados. As análises físico-químicas dos leites, dos soros e dos queijos obtidos no trabalho foram conduzidas nos Laboratórios de Pesquisa da EPAMIG - ILCT.

4.2 Testes preliminares

Os testes preliminares foram realizados com volumes reduzidos de leite (menores que 50 litros). Estes testes foram feitos para determinar 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.

4.2.1 Escolha do ácido orgânico a ser utilizado

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 % (m/v) 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 semelhante ao do ácido láctico.

No leite destinado à fabricação, determinou-se o pH e a densidade a 15 °C (BRASIL, 2006). Os queijos foram fabricados com coagulante Chy-max M, segundo metodologia descrita na Figura 3 (SOBRAL et al, 2007), sem adição de fermento e com substituição deste pelos ácidos citados. Nos queijos foram determinados os teores 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, conforme equação seguinte (FURTADO, 1999):

$$\text{L/kgA} = \frac{\text{volume de leite (L)} \times (100 - \% \text{ umidade pretendida})}{\text{kg de queijo obtido} \times \text{teor de sólidos totais do queijo (\%)}}$$

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.

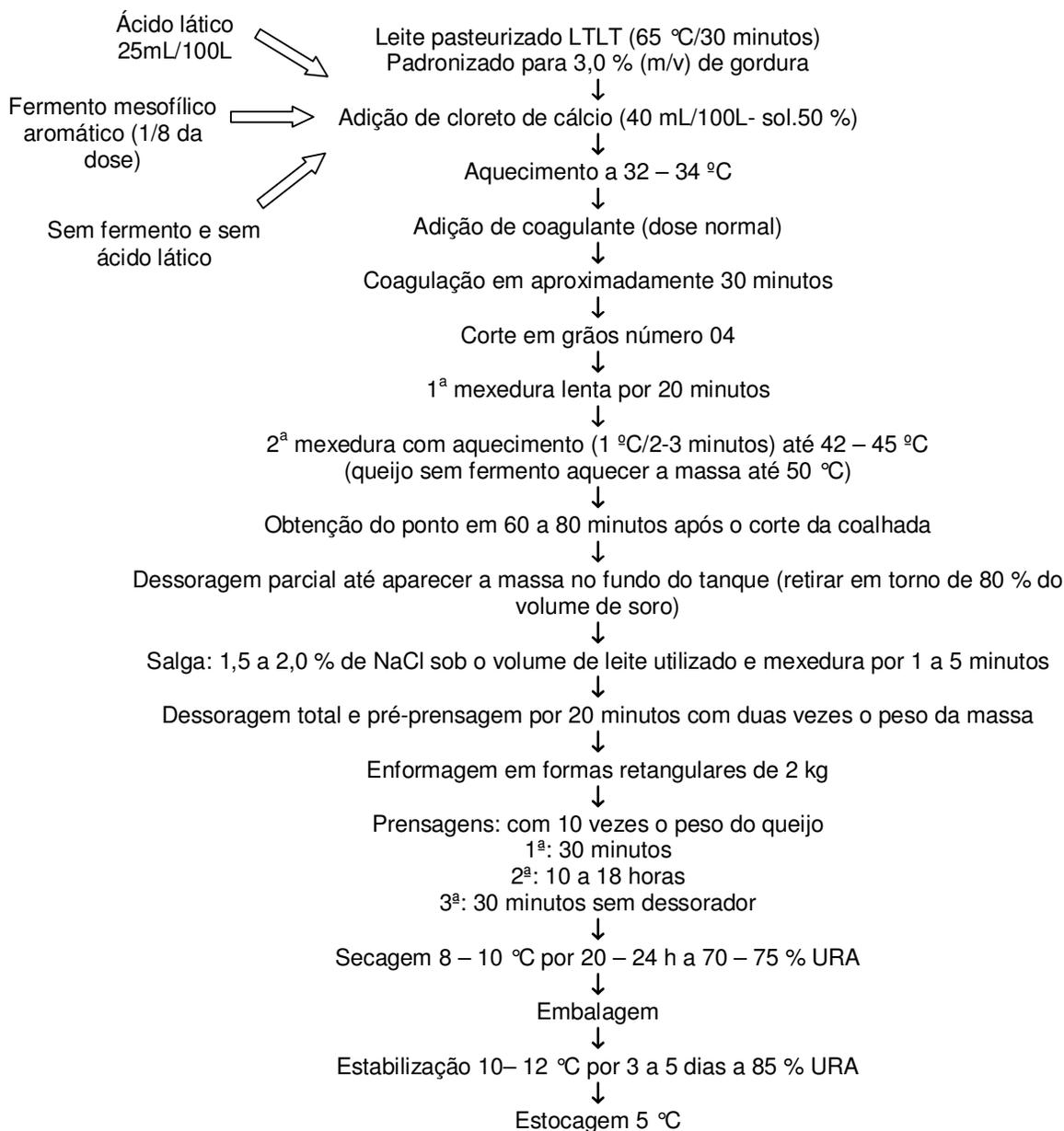


FIGURA 3: Fluxograma da fabricação do queijo de coalho com leite pasteurizado (adaptado de SOBRAL et al., 2007)

4.2.2 Adição do aroma de manteiga

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 conseqüente 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 mesofílico aromático (*Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*, *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* biovar *diacetylactis* e *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris*).

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.

4.3 Desenho experimental

No experimento 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). Foram pesquisados seis tempos de estocagem refrigerada (3, 8, 15, 30, 60 e 90 dias após a fabricação) e três repetições (fabricações).

Os queijos de coalho foram fabricados com 100 litros de leite 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 3, 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), para evitar a sua destruição térmica durante a fabricação e de 50 °C para os queijos sem fermento (SF e AL), por não se utilizar fermento. Para o queijo fabricado com acidificação direta foram feitas modificações baseando-se na tecnologia descrita anteriormente e nos pré-testes realizados, para determinar o tipo de ácido a ser empregado.

A composição centesimal dos queijos, incluindo teor de cloreto de sódio foi determinada três dias após cada fabricação. As análises físicas, químicas, físico-químicas e avaliação da capacidade de derretimento dos queijos foram realizadas em todos os tempos de estocagem refrigerada descritos anteriormente.

Quanto às análises sensoriais, o teste de aceitação dos queijos foi realizado com provadores não treinados nos tempos 8, 15, 30, 60 e 90 dias após a fabricação dos mesmos. Também foram feitos a Análise Descritiva Quantitativa Modificada (ADQM) e o teste discriminatório de ordenação, para verificar se houve diferença entre os tratamentos, com provadores treinados, nos mesmos tempos de maturação que os realizados para provadores não treinados. A forma de apresentação foi o queijo frito, conforme citado anteriormente.

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.

4.3.1 Determinações analíticas

A tabela seguinte (Tabela 4) apresenta resumidamente as análises e tempo de estocagem analisados para os tratamentos testados. O detalhamento será feito posteriormente.

TABELA 4: Resumo esquemático das análises realizadas no experimento.

Tipos de Análises	Análises	Leite cru	Leite pasteurizado	Soro	Queijos (3)					
					Tempo de fabricação (dias)					
					3	8	15	30	60	90
Físico-químicas	Densidade a 15 ^o C	X	X	X						
	Acidez Titulável	X		X						
	Índice crioscópico	X								
	Nitrogênio total		X	X	X	X	X	X	X	X
	Nitrogênio não protéico		X	X						
	Nitrogênio solúvel pH 4,6				X	X	X	X	X	X
	Nitrogênio sol. TCA12%				X	X	X	X	X	X
	Gordura	X	X	X	X					
	Lactose		X	X						
	pH				X	X	X	X	X	X
	Sólidos Totais/Umidade				X	X				
	Resíduo Mineral Fixo				X	X				
	Cloretos				X					
	Sensoriais	ADQM					X			
Ordenação						X	X	X	X	X
Aceitação						X	X	X	X	X
Derretimento	Derretimento					X	X	X	X	X

4.3.1.1 Preparo do leite cru para fabricação

O leite utilizado para os três tratamentos de queijo de coalho foi oriundo do mesmo leite cru, por repetição. A partir da chegada do leite cru destinado à fabricação, foram conduzidas as análises físicas, químicas e físico-químicas, para validação da qualidade. As análises realizadas foram:

- *Densidade a 15 °C*: empregando termolactodensímetro (BRASIL, 2006);
- *Acidez Titulável*: foi utilizado o método titrimétrico com solução de NaOH 0,1 mol/L, o resultado dado em % (m/v) de compostos de caráter ácido expressos como ácido láctico (BRASIL, 2006);

- *Índice crioscópico*: por meio de crioscópio eletrônico, em graus Hortvet (BRASIL, 2006).

4.3.1.2 Análises físicas, químicas e físico-químicas do leite

Estando o leite apto a fabricação, 100 litros do mesmo foram padronizados quanto ao teor de gordura (3 % m/v) e pasteurizados de forma lenta LTLT (65 °C/30min). O leite foi descarregado em tanque apropriado para fabricação dos queijos e em seguida analisado quanto a:

- *Teor percentual (m/v) de proteína verdadeira*: a partir da determinação dos teores de nitrogênio total (NT) e nitrogênio dos compostos não protéicos (N-NPN) dos leites, pelo método de Kjeldahl (PEREIRA et al, 2001). O fator utilizado de conversão de nitrogênio em proteína foi 6,38;
- *Teor percentual (m/v) de caseínas*: método do formol (PEREIRA et al, 2001);
- *Teor percentual (m/v) de gordura*: método butirométrico (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);
- *Teor percentual (m/m) de resíduo mineral fixo (RMF)*: obtido pela diferença entre o total de sólidos e os teores de gordura, lactose e proteínas totais;
- *Acidez Titulável*: foi utilizado o método titrimétrico com solução de NaOH 0,1 mol/L, o resultado dado em % (m/v) de compostos de caráter ácido expressos como ácido láctico (BRASIL, 2006);
- *pH*: por meio de leitura em medidor de pH calibrado (BRASIL, 2006);
- *Densidade a 15 °C*: realizada em termolactodensímetro (BRASIL, 2006).

4.3.1.3 Análises físicas, químicas e físico-químicas dos soros

As amostras dos soros foram coletadas 15 minutos após o corte da coalhada e foi analisada quanto a:

- *Acidez Titulável*: foi utilizado o método titrimétrico com solução de NaOH 0,1 mol/L, o resultado dado em % (m/v) de compostos de caráter ácido expressos como ácido láctico (BRASIL, 2006);
- *pH*: por meio de leitura em medidor de pH calibrado (BRASIL, 2006);
- *Teor percentual (m/v) de proteína verdadeira*: a partir da determinação dos teores de nitrogênio total (NT) e nitrogênio dos compostos não protéicos (N-NPN), pelo método de Kjeldahl (PEREIRA et al, 2001). O fator utilizado de conversão de nitrogênio em proteína foi 6,38;
- *Teor percentual (m/m) de extrato seco total*: método gravimétrico de estufa (BRASIL, 2006);
- *Teor percentual (m/v) de gordura*: método butirométrico (BRASIL, 2006);
- *Teor percentual (m/v) de lactose*: por meio do método da Cloramina-T (PEREIRA et al, 2001);
- *Densidade a 15 °C*: realizada em termolactodensímetro (BRASIL, 2006).
- *Resíduo Mineral Fixo*: pela diferença entre o percentual de extrato seco total e a soma de lactose, proteína e gordura.

4.3.1.4 Amostragens dos queijos durante a estocagem

Nos tempos de estocagem refrigerada (3, 8, 15, 30, 60 e 90 dias após a fabricação), foram coletados aleatoriamente 2 exemplares de cada lote, sendo 1 para análises físico-químicas e de derretimento e 1 para análise sensorial (ADQM, método de ordenação e teste de aceitação). O processo de preparo de amostra foi realizado segundo Brasil (2006).

4.3.1.5 Análises dos queijos três dias após a fabricação

A determinação da composição centesimal dos queijos foi realizada segundo as metodologias:

- *Teores percentuais (m/m) de Umidade e Sólidos Totais*: método gravimétrico em estufa a $102^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ (BRASIL, 2006);
- *Teor percentual (m/m) de gordura*: método butirométrico (BRASIL, 2006);
- *Teor percentual (m/m) de resíduo mineral fixo (cinzas)* (BRASIL, 2006);
- *Teor percentual de cloretos (m/m)* (PEREIRA et al, 2001);
- *pH*: por meio de leitura em medidor de pH calibrado (BRASIL, 2006);
- *Teor percentual (m/m) de lactose*, por meio da diferença entre o teor de sólidos totais – (teor de gordura + teor de proteína+ teor de cinzas);
- *Teores percentuais (m/m) de Nitrogênio total, Nitrogênio solúvel em pH 4,6 e Nitrogênio solúvel em TCA a 12 % (m/v)*: obtidos pelo método Kjeldahl, conforme descrito (PEREIRA et al, 2001) para se calcular:
 - *Índice de extensão de proteólise (relação % de $NS_{\text{pH}4,6}/\text{NT}$)*;
 - *Índice de profundidade de proteólise (relação % de $NS_{\text{TCA } 12\%}/\text{NT}$)*;e
- *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;

4.3.1.6 Análises físicas, químicas e físico-químicas durante a estocagem refrigerada dos queijos

Os queijos foram analisados nos tempos: 3, 8, 15, 30, 60 e 90 dias após a fabricação, em cada repetição, quanto aos seguintes aspectos:

- *pH*: por meio de leitura em medidor de pH calibrado (BRASIL, 2006);
- *Teores percentuais (m/m) de Nitrogênio total, Nitrogênio solúvel em pH 4,6 e Nitrogênio solúvel em TCA a 12 % (m/v)*: obtidos pelo método Kjeldahl (PEREIRA et al, 2001) para se calcular:
 - *Índice de extensão de proteólise (relação % $NS_{\text{pH}4,6}/\text{NT}$)*;e
 - *Índice de profundidade de proteólise (relação % $NS_{\text{TCA } 12\%}/\text{NT}$)*.

4.3.1.7 Rendimento de fabricação

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

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

- Coeficiente G/L de acordo com a fórmula:

$$G/L = \frac{\text{sólidos totais do queijo (\% m/m)} \times \text{kg queijo} \times 10}{\text{volume de leite (L)}}$$

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

$$L/\text{kg A} = \frac{\text{volume leite (L)} \times (100 - \% \text{ m/m umidade pretendida})}{\text{kg queijo} \times \text{teor de sólidos totais do queijo (\%)}}$$

- Rendimento técnico pelo método empírico, segundo a fórmula:

$$\text{método empírico GD (\%)} = \frac{\text{teor \% (m/v) gordura soro} \times 100}{\text{teor \% (m/v) gordura leite}}$$

$$\text{método empírico PT (\%)} = \frac{\text{teor \% (m/v) proteína soro} \times 100}{\text{teor \% (m/v) proteína leite}}$$

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

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

$$\text{método técnico PT(\%)} = \frac{(\text{kg leite} - \text{kg queijo}) \times \% \text{ (m/v) proteína soro} \times 100}{(\text{kg leite/densidade leite}) \times \% \text{ (m/v) proteína do leite} \times \text{densidade soro}}$$

4.3.1.8 Análise sensorial

Os queijos de coalho fabricados foram submetidos à análise sensorial com 8 dias após fabricação, para avaliação dos seguintes atributos: aspecto

global, cor externa, odor característico, resistência ao derretimento, textura, ranger ao mastigar, gosto salgado, gosto ácido e sabor, utilizando-se de escala não-estruturada, seguindo a Análise Descritiva Quantitativa Modificada (ADQM), conforme Figura 4 (STONE et al., 1974).

Para avaliar os citados atributos, foi formada uma equipe de 10 julgadores, treinados quanto aos critérios de avaliação, por meio de reuniões e discussões dos parâmetros de interesse do trabalho.

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

Além da ADQM, em cada repetição, foi realizado o método de ordenação com os provadores treinados. Os provadores foram solicitados a classificar as amostras codificadas em ordem crescente para o sabor do queijo (CHAVES & SPROESSER, 1993). A Figura 5 mostra a ficha utilizada no teste de ordenação.

Também foi conduzido o teste de aceitação dos produtos obtidos, mediante o uso de escala hedônica de 9 pontos (JONES et al., 1955) conforme ficha de resposta modelo (Figura 6) utilizando-se provadores não treinados e selecionados aleatoriamente, representando os consumidores potenciais ativos deste tipo de queijo. Foram realizadas 50 avaliações em cabines, para cada repetição, nos tempos 8, 15, 30, 60 e 90 dias após a fabricação. As respostas dos provadores foram transformadas em valores numéricos, para análise estatística dos resultados, por programa estatístico apropriado SISVAR (FERREIRA, 2000).

Na análise sensorial, tanto para a ADQM, para o método de ordenação quanto para o teste de aceitação, o queijo foi oferecido em cubos de 3x3x3 cm, fritos 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.

PERFIL SENSORIAL POR ADQM (ANÁLISE DESCRITIVA QUANTITATIVA MODIFICADA) QUEIJO DE COALHO	
Código da amostra: _____	Data: _____
Nome: _____	
Analise cada amostra e preencha as repostas na sequência em que aparecerem na sua ficha, fazendo um traço vertical na posição (ponto) que melhor reflita seu julgamento. Prove quantidade suficiente de amostra e disponha do tempo necessário para avaliar as características. Por favor, enxágue a boca entre as avaliações de cada amostra.	
CARACTERÍSTICAS:	
<i>ASPECTO GLOBAL</i>	
_____ / _____	_____ / _____
Atípico	Típico
<i>COR EXTERNA</i>	
_____ / _____	_____ / _____
Clara	Escura
<i>ODOR CARACTERÍSTICO</i>	
_____ / _____	_____ / _____
Ausente	Muito pronunciado
<i>RESISTÊNCIA AO DERRETIMENTO (ARESTAS)</i>	
_____ / _____	_____ / _____
Indefinida	Definida
<i>TEXTURA</i>	
_____ / _____	_____ / _____
Fechada	Aberta
<i>RANGER AO MASTIGAR</i>	
_____ / _____	_____ / _____
Ausente	Intenso
<i>GOSTO SALGADO</i>	
_____ / _____	_____ / _____
Fraco	Forte
<i>GOSTO ÁCIDO</i>	
_____ / _____	_____ / _____
Ausente	Muito pronunciado
<i>SABOR</i>	
_____ / _____	_____ / _____
Ausente	Muito pronunciado

FIGURA 4: Modelo de ficha-resposta da análise descritiva quantitativa modificada (ADQM) do queijo de coalho, em escala não-estruturada de 15 pontos.

Método de Ordenação	
Nome: _____ data: ___/___/___	
<p>Por favor, prove as amostras apresentadas. Ordene-as de acordo com o seu sabor. A amostra de melhor sabor deve ser colocada em 1º lugar. Enxágue a boca após as avaliações e espere de 30-40 segundos.</p>	
Código da amostra	Ordem
_____	_____
_____	_____
_____	_____

FIGURA 5: Modelo de ficha-resposta para o teste de ordenação (CHAVES & SPROESSER, 1993).

ESCALA HEDÔNICA	
Nome: _____ Data: ___/___/___	
<p>Por favor, avalie a amostra usando a escala abaixo para descrever o quanto você gostou ou desgostou do produto. Marque a posição da escala que melhor reflita seu julgamento.</p>	
Código da amostra: _____	
<input type="checkbox"/> Gostei extremamente <input type="checkbox"/> Gostei muito <input type="checkbox"/> Gostei moderadamente <input type="checkbox"/> Gostei ligeiramente <input type="checkbox"/> Indiferente <input type="checkbox"/> Desgostei ligeiramente <input type="checkbox"/> Desgostei moderadamente <input type="checkbox"/> Desgostei muito <input type="checkbox"/> Desgostei extremamente	

FIGURA 6: Modelo da ficha-resposta do teste de aceitação (escala hedônica de nove pontos) para o queijo de coalho.

4.3.1.9 Avaliação da capacidade de derretimento do queijo de coalho

A capacidade de derretimento foi avaliada pelo método modificado de Shreiber (KOSIKOWISKI, 1982). O teste consiste em retirar da peça de queijo, um cilindro de 36 mm de diâmetro. Desse, são retirados, com o auxílio de fatiador, discos com 7 mm de espessura. Quatro fatias, obtidas da região mais interna da peça, são utilizadas sendo que cada uma é colocada em uma placa de Petri, devidamente dividida em 8 áreas iguais por meio de diâmetros. São medidos 4 diâmetros de cada amostra (D_i) e então as amostras são dispostas em uma estufa a 107 °C por 7 minutos. Posteriormente, as placas são mantidas por 30 minutos à temperatura ambiente e os diâmetros de cada amostra derretida são medidos (D_f). A capacidade de derretimento é calculada usando a equação: $CD(\%) = ((D_f^2 - D_i^2) \times 100) / D_i^2$

O teste de capacidade de derretimento dos queijos foi realizado nos tempos: 3, 8, 15, 30, 60 e 90 dias após a fabricação, em cada repetição, segundo a metodologia descrita anteriormente.

5. Resultados e discussão

5.1. Testes preliminares

5.1.1 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 % (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.

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. A Tabela 5 apresenta algumas características dos queijos de coalho produzidos com ácido láctico e com ácido cítrico.

TABELA 5: Características dos queijos de coalho produzidos com ácido láctico e ácido cítrico.

Características	Queijo com ácido láctico	Queijo com ácido cítrico
Umidade	47,55% (m/m)	48,95% (m/m)
Cloreto de sódio	2,22% (m/m)	2,33% (m/m)
Rendimento ajustado para 46% de teor de umidade	8,74 L/kg	9,63 L/kg

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). A Figura 7 mostra esses dados ao longo do tempo.

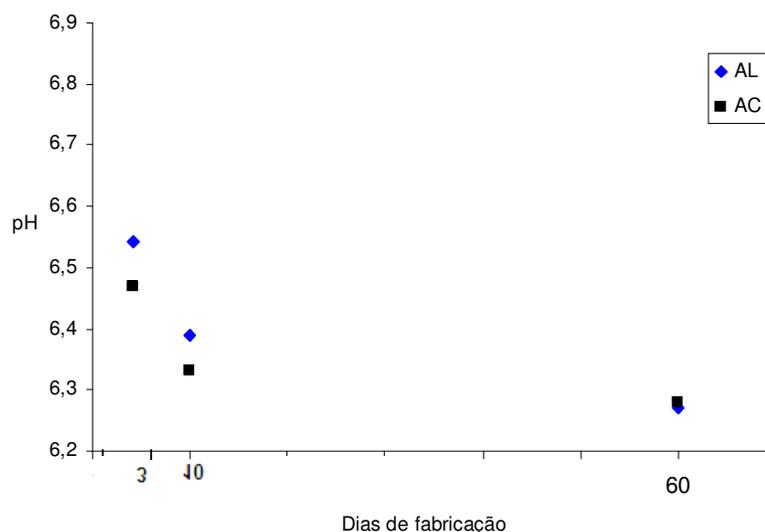


FIGURA 7: Evolução do pH dos queijos de coalho produzidos com ácido láctico (AL) e ácido cítrico (AC) em três tempos de estocagem refrigerada.

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.

5.1.2 Utilização do aroma de manteiga

Os testes para utilização do aroma de manteiga foram realizados em três fabricações: controle (sem aroma), com metade e com um quarto da dose 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). 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 e do tipo de consumidor.

5.2 Acompanhamento dos queijos fabricados com fermento, sem fermento e com ácido láctico durante a estocagem refrigerada

5.2.1 Análises físicas, químicas e físico-químicas do leite cru e pasteurizado e dos soros

5.2.1.1 Análises físicas, químicas e físico-químicas do leite cru

O leite cru utilizado no experimento passou pelas análises de plataforma rotineiras no momento de seu recebimento no Núcleo Industrial, apresentando os resultados listados na Tabela 6.

TABELA 6: Valores físico-químicos do leite cru integral usado em cada fabricação dos três tratamentos de queijo de coalho.

Repetição	Acidez *	Densidade (g/mL)	Índice crioscópico (°H)	Gordura (% m/v)
1	0,16	1,0314	-0,531	3,5
2	0,15	1,0311	-0,520	4,3
3	0,16	1,0317	-0,523	3,2
Média	0,16	1,0314	-0,525	3,67

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

O leite cru apresentou em média 0,16 % (m/v) de acidez expressa em ácido láctico, densidade de 1031,4 g/L, teor de gordura de 3,67 % (m/v) e índice crioscópico de -0,525 °H. Os parâmetros de densidade, acidez e gordura se encontram dentro dos valores especificados na Instrução Normativa nº51 de 2002; contudo, o índice crioscópico apresentou-se alterado, acima do máximo permitido pela legislação citada (máximo – 0,530 °H). A fraude por adição de água está descartada devido à procedência confiável do leite, porém variações naturais desse índice no leite podem acontecer pela fisiologia da glândula

mamária, sazonalidade, alimentação, estágio de lactação, estresse térmico, raça, entre outros fatores (FOX & Mc SWEENEY, 1998).

5.2.1.2 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 7.

TABELA 7: 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 utilizada 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.

A composição centesimal média das três repetições do leite pasteurizado e padronizado, corrigindo-se o percentual para sua expressão em função da massa do leite, é demonstrada na Figura 8.

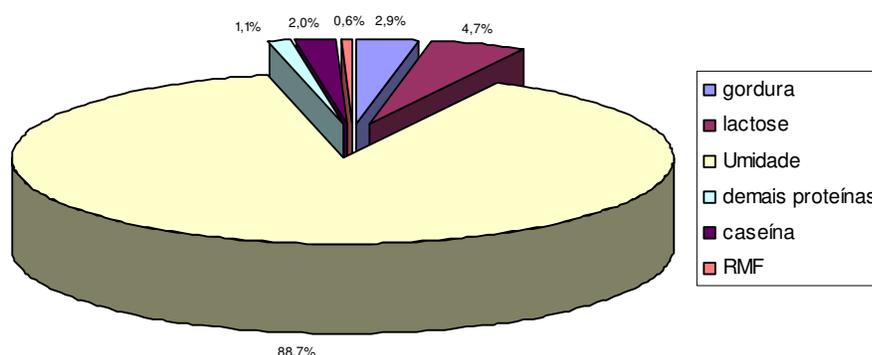


FIGURA 8: Resultados médios da composição centesimal em % (m/m) do leite pasteurizado e padronizado, utilizado na fabricação dos queijos de coalho nas três repetições.

5.2.1.3 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 8.

TABELA 8: Resultados médios físico-químicos 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 ab	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.

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

5.2.2 Rendimento de fabricação

Os rendimentos dos queijos de coalho estudados foram calculados e discutidos a seguir.

5.2.2.1 Rendimento econômico

Numericamente o rendimento econômico de produção expresso em litros de leite por quilos de queijos (L/kg) produzidos do queijo de coalho fabricado com ácido láctico é um pouco maior que para os outros queijos. Porém, estatisticamente não há diferença significativa ($p = 0,5267$), o que demonstra que os diferentes tratamentos foram equivalentes com relação ao rendimento de produção em litros de leite por quilo de queijo produzido, o que é importante considerando-se o fato de que este cálculo é o realizado para estimar o custo final da produção nos laticínios.

Os valores encontrados nos três tratamentos de queijo de coalho (com ácido láctico, com fermento e sem adição de fermento e ácido) estão dentro do esperado para um queijo com teor de umidade em torno de 46 % (m/m). O rendimento econômico em litros de leite necessários para a produção de cada quilo de queijo estão demonstrados na Tabela 9.

TABELA 9: Rendimento econômico médio para os diferentes tratamentos. Média de 3 repetições*.

Tratamento nos queijos	L leite/ kg queijo
AL	10,13 a
CF	9,47 a
SF	10,04 a

Legenda: queijo de coalho produzido com adição de ácido láctico (AL), com fermento (CF) e sem adição de fermento e ácido láctico (SF).* Letras iguais correspondem a médias semelhantes conforme teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

5.2.2.2 Produção ajustada

Se por um lado o rendimento simplesmente calculado em litros de leite utilizados para fabricação de cada quilo de queijo (L/kg) é uma informação importante para cálculos econômicos, por outro lado dificulta a comparação entre bateladas que originam queijos com teores de umidade diferente entre si, uma vez que o maior rendimento de determinada fabricação pode ter sido dado somente devido ao maior teor de umidade do queijo. Assim, o rendimento pode ser ajustado para um determinado teor de umidade, tornando a comparação entre os tratamentos mais realista (FURTADO, 1999). Para os queijos de coalho analisados neste experimento foi realizado o cálculo de rendimento ajustado para 46 % (m/m) de teor de umidade (média recomendada para a tecnologia deste queijo), e também foram feitos cálculos para o rendimento ajustado utilizando teores de umidade de 36 % (m/m) e 54,9 % (m/m), que são os teores de umidade mínimo e máximo respectivamente que o queijo de coalho pode apresentar de acordo com seu Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade (BRASIL, 2001). A análise de variância demonstrou que os queijos possuem valores de rendimento ajustado para 36 % (m/m) de umidade ($p = 0,8239$), 46 % (m/m) ($p = 0,8248$) e 54,9 % (m/m) ($p = 0,8262$) semelhantes. Os valores médios para o rendimento ajustado estão demonstrados na Tabela 10.

TABELA 10: Rendimentos ajustados para os diferentes tratamentos. Média de 3 repetições*.

Tratamento nos queijos	L leite/kg queijo ajustado para 36 % (m/m) de teor de umidade	L leite/kg queijo ajustado para 46 % (m/m) de teor de umidade	L leite/kg queijo ajustado para 54,9 % (m/m) de teor de umidade
AL	11,68 a	9,85 a	8,23 a
CF	11,32 a	9,55 a	7,98 a
SF	11,64 a	9,82 a	8,20 a

* Letras iguais correspondem a médias semelhantes na mesma coluna conforme teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

O teor de umidade de 54,9 % (m/m) confere ao queijo um ótimo rendimento, porém pode prejudicar propriedades funcionais do queijo devido à maior proteólise e derretimento; já o queijo com 36 % (m/m) de teor de umidade, tem um péssimo rendimento e fica muito duro e “borracho”. O teor de umidade média do queijo de coalho encontrada na literatura (Tabela 2) foi de 43 % (m/m), que está entre os valores mínimo e máximo preconizados na legislação; Andrade et al (2005) encontrou variação de teor de umidade entre 44,52 % a 45,06 % (m/m) para queijos de coalho produzidos no Ceará e Silva (2010) encontrou 45,5 % a 51,5 % (m/m) dessa variação naqueles produzidos no sertão de Alagoas. Assim, 46 % (m/m) foi o teor de umidade escolhido para cálculos de rendimento ajustado do queijo de coalho.

5.2.2.3 Coeficiente G/L

O coeficiente G/L é a determinação da quantidade de sólidos totais dos queijos, em gramas, por litro de leite utilizado na fabricação; é um parâmetro que demonstra a eficiência do processo em termos de aproveitamento dos elementos do leite no queijo. Sua determinação é importante de ser determinado, pois além de sofrer alterações devido à própria composição de sólidos do leite, também é influenciado pelas etapas de fabricação do queijo, como corte, dessoragem, etc. (FURTADO, 1999). Os diferentes tratamentos não causaram diferenças significativas no coeficiente G/L dos queijos de coalho

($p = 0,8156$) da mesma forma que a produção ajustada e o rendimento econômico. Os resultados estão dispostos na Tabela 11.

TABELA 11: Coeficientes de rendimento G/L médios para os diferentes tratamentos. Média de 3 repetições*.

Tratamento nos queijos	Coeficiente G/L
AL	54,91 a
CF	56,70 a
SF	55,12 a

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

5.2.2.4 Rendimentos técnicos

Os cálculos dos rendimentos técnicos pelos métodos empírico ($p = 0,0226$) e técnico calculado GD ($p = 0,0227$) demonstraram que há diferença significativa para estes parâmetros entre os tratamentos. Estas duas maneiras de expressar o rendimento da fabricação de queijos estão relacionadas com a perda de gordura no soro, que por sua vez está relacionada com parâmetros da fabricação (corte da coalhada, agitação, tipo de coalho, etc.) e com a relação caseína/gordura do leite empregada na produção dos queijos. O método empírico não leva em consideração o volume de leite utilizado nem a quantidade de queijo produzida, apresentando desvios do valor exato, enquanto o método técnico calculado considera esses fatores e retorna assim um parâmetro mais adequado de comparação (FURTADO, 1999). A Tabela 12 demonstra os resultados para os rendimentos técnicos obtidos para os queijos de coalho estudados.

TABELA 12: Rendimentos técnicos médios para os diferentes tratamentos. Média de 3 fabricações*.

Tratamento nos queijos	Rendimento técnico pelo método empírico GD (%)	Rendimento técnico pelo método técnico calculado GD (%)	Rendimento técnico pelo método empírico PT (%)	Rendimento técnico pelo método técnico calculado PT (%)
AL	13,18 a	13,23 a	21,64 a	20,49 a
CF	17,56 b	17,62 b	24,77 a	23,46 a
SF	15,37 ab	15,43 ab	22,42 a	21,25 a

* Letras iguais correspondem a médias semelhantes por coluna conforme teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

O cálculo para os dois rendimentos não foram muito diferentes entre si para cada tratamento, pois o volume de leite utilizado nas fabricações foi o mesmo e a quantidade de queijo produzido foi semelhante (conforme comprovado nos outros cálculos de rendimento). Porém, entre os tratamentos pode ser observada diferença no rendimento técnico, tanto no empírico quanto no técnico calculado, sendo que o queijo de coalho produzido com ácido láctico obteve significativamente perda menor de gordura no soro que os demais tratamentos. A perda de gordura no soro para o queijo de coalho produzido sem fermento e sem ácido láctico (SF) não diferiu daquela observada para os dois outros tratamentos. O melhor desempenho do queijo de coalho produzido com ácido láctico nesse quesito se deve ao fato de que a coalhada formada durante a coagulação do leite ficou mais firme que nos outros tratamentos, o que ajudou a reter melhor os sólidos do leite na massa durante o corte e a agitação subsequentes, entre eles a gordura. O ácido láctico melhora a atuação da enzima coagulante – quimosina – devido à aproximação do seu pH ótimo de atuação, melhorando assim as características da coalhada e também a retenção de sólidos do leite na massa (FOX et al, 2000). Não houve diferença significativa para os rendimentos técnicos empírico e calculado ($p = 0,0782$) com base na perda de proteína do leite para o soro entre os tratamentos.

5.2.3 Análises físicas, químicas e físico-químicas dos queijos de coalho

5.2.3.1 Composição centesimal

A Tabela 13 apresenta os valores médios de composição centesimal encontrados para cada queijo de coalho com três dias após a fabricação.

TABELA 13: 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.

O Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Queijo de Coalho (BRASIL, 2001) prescreve variações muito grandes de umidade e de gordura no extrato seco (GES) 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 fabricados podem ser classificados de acordo com a portaria nº 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 do teor de cloreto de sódio dos queijos estudados, embora não tenha sido significativa entre os tratamentos ($p \geq 0,05$), mostra que o queijo de coalho produzido com fermento obteve maior teor de NaCl que os demais, o que pode ser explicado pelo seu maior teor de umidade e

consequente maior difusão de sal na massa. A quantidade de absorção do NaCl no queijo aumenta com o maior teor de umidade na massa. (FURTADO, 1991) 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.

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, cujos valores médios foram 43 % (m/m) para a umidade, 46,5 % (m/m) para gordura no extrato seco e 2,3 % (m/m) de NaCl (Tabela 2). 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).

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.

5.2.3.2 Extensão da proteólise

A extensão da proteólise é uma medida importante na maturação dos queijos e é encontrado pela razão entre o percentual de nitrogênio solúvel em pH 4,6 pelo nitrogênio total (WOLFSHOON-POMBO & LIMA, 1989). Para cada tratamento foi ajustado um modelo de regressão linear para a extensão da proteólise, mostrados na Figura 9.

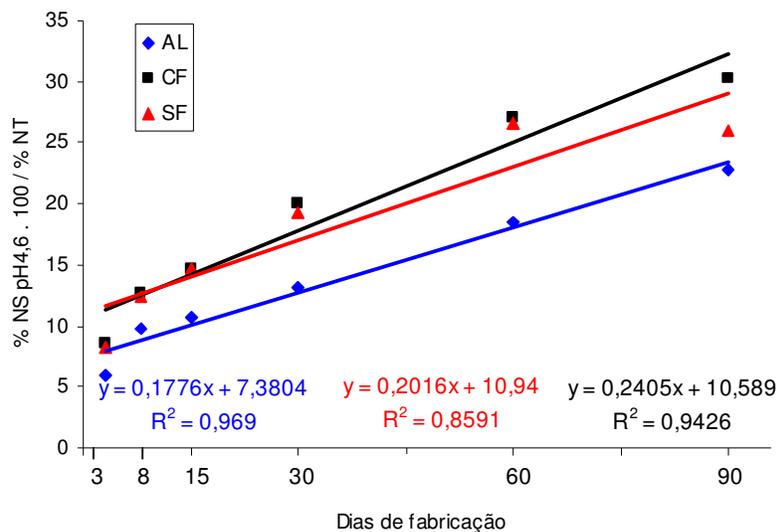


FIGURA 9: Variação da extensão da proteólise, média para os três tratamentos.

Estatisticamente foi realizada a análise de variância de fator duplo com repetição a 5 % de probabilidade para os valores de extensão da proteólise dos queijos de coalho nos tratamentos: adição de ácido láctico, adição de fermento; e sem adição de fermento, ao longo dos 90 dias de estocagem refrigerada. Não foi significativa ($p = 0,9660$) a interação entre tratamento e tempo de estocagem, o que demonstra que o tratamento não influenciou significativamente a extensão da proteólise em cada tempo nos queijos estudados.

Os tratamentos foram diferentes entre si ($p = 0,0030$), sendo que o queijo produzido com ácido láctico apresentou uma extensão menor que os queijos produzidos com e sem fermento, cujos valores analisados apresentaram-se semelhantes. A Tabela 14 apresenta os valores médios de extensão da proteólise para os três tratamentos de queijo de coalho.

TABELA 14: Valores médios de extensão da proteólise para os queijos de coalho com ácido láctico (AL), com fermento (CF) e sem fermento (SF) para todos os tempos de estocagem refrigerada. Médias de 3 tratamentos*.

Tratamento	Extensão da proteólise (%NS_{pH4,6}/NT)
AL	13,48 a
SF	17,86 b
CF	18,85 b

*Letras iguais indicam valores semelhantes pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Uma possível causa para esse fenômeno pode estar no fato de que o queijo de coalho produzido sem adição de fermento pode ter apresentado maior atividade de plasmina, devido ao cozimento realizado em maiores temperaturas que os demais queijos (50 °C), propiciando a ativação do plasminogênio, provavelmente devido à inativação térmica dos inibidores dos ativadores de plasminogênio. Sendo a plasmina importante na proteólise primária do queijo, esse dado pode ter sido relevante na determinação da extensão da proteólise durante a maturação dos queijos (FOX & Mc SWEENEY, 1998). A plasmina tem atividade ótima em pH 7,5 e 37 °C e é mais ativa em queijos cozidos, devido à desnaturação de inibidores e aumento da sua ativação e também em queijos em que ocorre aumento do pH durante a maturação (Mc SWEENEY, 2004). Embora no queijo com adição de ácido láctico, a massa também fora aquecida até 50 °C, o pH mais baixo devido à adição do ácido pode ter influenciado na atividade da plasmina, que tem melhor atuação em pH mais elevado.

A plasmina foi considerada como fundamental para a extensão do queijo de coalho nesses dois tratamentos, pois o coagulante é termicamente desnaturado à temperatura entre 55 - 60 °C, dependendo do tipo e do pH (Mc SWEENEY, 2007). Já o queijo de coalho fabricado com fermento mesofílico aromático teve como fatores que influenciaram a extensão da proteólise, além da ação da quimosina residual, enzimas proteolíticas do fermento atuando sobre as proteínas.

Os tempos de estocagem refrigerada foram também diferentes entre si ($p = 0,0000$), conforme Tabela 15. Pode-se observar que a extensão da proteólise, de uma maneira geral, aumentou significativamente ao longo do tempo durante a maturação dos queijos. Este comportamento era esperado devido à hidrólise da malha protéica pelas proteases presentes nos queijos, aumentando cada vez mais o percentual de nitrogênio solúvel em pH 4,6 e alterando assim as características do queijo, principalmente aquelas relacionadas ao amolecimento da massa e ao ranger ao mastigar.

TABELA15: Valores médios de extensão da proteólise ao longo do tempo de estocagem refrigerada para todos os tratamentos avaliados. Média de 3 fabricações*.

Dias de estocagem	Extensão da proteólise (%NS _{pH4,6} /NT)
3	7,63 a
8	11,56 ab
15	13,36 bc
30	17,49 cd
60	24,03 e
90	26,30 ef

*Letras iguais indicam valores semelhantes pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

5.2.3.3 Profundidade da proteólise

A profundidade da proteólise é dada pelo quociente entre o percentual de nitrogênio solúvel em ácido tricloroacético a 12 % (m/v) e o teor de nitrogênio total do queijo. Este parâmetro demonstra o quanto do nitrogênio total está presente principalmente na forma de peptídeos de massa molecular menor até aminoácidos, o que indica uma hidrólise realmente mais profunda das proteínas do queijo (WOLFSHOON-POMBO & LIMA, 1989). Para cada tratamento foi feita a análise de regressão do parâmetro profundidade da proteólise nos queijos de coalho, sendo estas demonstradas na Figura10.

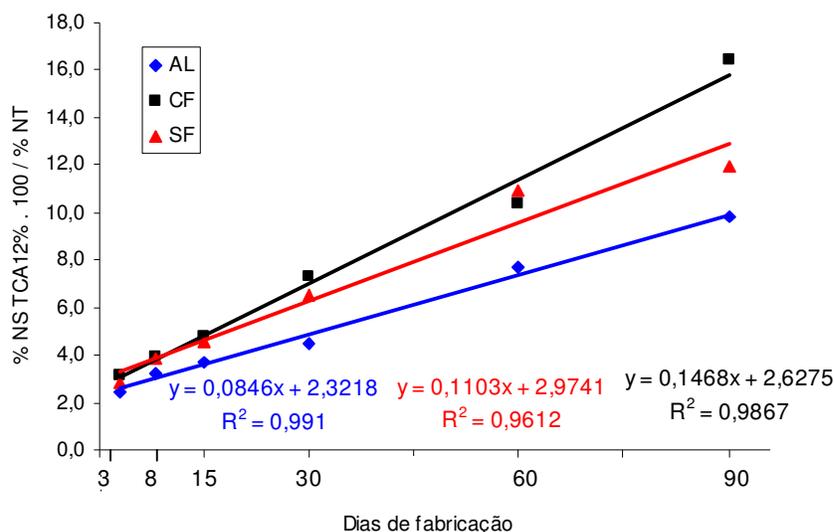


FIGURA 10: Resultados médios da profundidade da proteólise para os três tratamentos de queijo de coalho ao longo do tempo. Média de 3 fabricações.

A análise de variância realizada nos valores de profundidade da proteólise para os queijos de coalho produzidos nos três tratamentos mostrou que não houve interação entre tratamento e tempo de estocagem refrigerada ($p = 0,0830$). Assim, demonstrou-se que os tratamentos – adição de ácido láctico, adição de fermento e sem adição de fermento e ácido – não foram diferentes entre si em cada tempo de maturação. Porém, os tratamentos apresentaram comportamento distinto com relação à profundidade da proteólise ($p = 0,0000$), sendo que o queijo de coalho produzido com ácido láctico teve um valor menor que os demais, conforme apresentado na Tabela 16. O ácido láctico adicionado no queijo de coalho possivelmente inibiu o crescimento de microrganismos contaminantes nos queijos por apresentar menor valor de pH em relação aos demais. A presença de ácido láctico em queijos possui papel importante na fabricação, pois controla e previne o crescimento de microrganismos patogênicos e deterioradores (FOX e Mc SWEENEY, 1998).

TABELA 16: Valores médios de profundidade da proteólise para os queijos de coalho com ácido láctico (AL), com fermento (CF) e sem fermento (SF) para todos os tempos de estocagem refrigerada*.

Tratamento	Profundidade da proteólise (%NS_{TCA12%}/NT)
AL	5,22 a
SF	6,76 b
CF	7,67 b

*Letras iguais indicam valores semelhantes pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

A Tabela 17 apresenta os valores médios de profundidade de proteólise para os tempos estudados. Os tempos de estocagem apresentaram diferença significativa ($p = 0,0000$), sendo que com 60 e 90 dias os valores foram bem maiores que os encontrados no início da maturação. O comportamento foi esperado, já que a profundidade da proteólise aumenta com o tempo de maturação devido à atuação dos microrganismos presentes nos queijos, sendo que a sua influência se torna cada vez maior com o tempo. As bactérias lácticas possuem uma célula “envelope” associadas a proteinase que contribui para a formação de pequenos peptídeos no queijo, provavelmente por hidrólise de peptídeos maiores produzidos a partir de α_{s1} -caseína pela quimosina ou a partir de β -caseína pela plasmina, enquanto as aminopeptidases, dipeptidases e tripeptidases (que são intra-celulares) são responsáveis pela liberação de aminoácidos livres após a lise das células. Médios e pequenos peptídeos contribuem para um sabor agradável em muitas variedades de queijo, no entanto, peptídeos pequenos hidrofóbicos são amargos (Mc SWEENEY, 2004).

TABELA 17: Valores médios de profundidade da proteólise para os queijos de coalho ao longo do tempo de estocagem refrigerada para todos os tratamentos avaliados*.

Dias de estocagem	Profundidade da proteólise (%NS _{TCA12%} /NT)
3	2,78 a
8	3,67 ab
15	4,36 bc
30	6,09 cd
60	9,64 e
90	12,76 f

* Letras iguais indicam valores semelhantes pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

5.2.3.4 pH dos queijos

O pH da coalhada afeta nos parâmetros como sinerese, consistência, maturação e desenvolvimento de sabor do queijo (WASLTRA et al, 1999).

Modelos de regressão foram ajustados para os dados de pH obtidos para os queijos de coalho produzidos com ácido láctico, com fermento e sem fermento e os dados estão demonstrados na Figura 11.

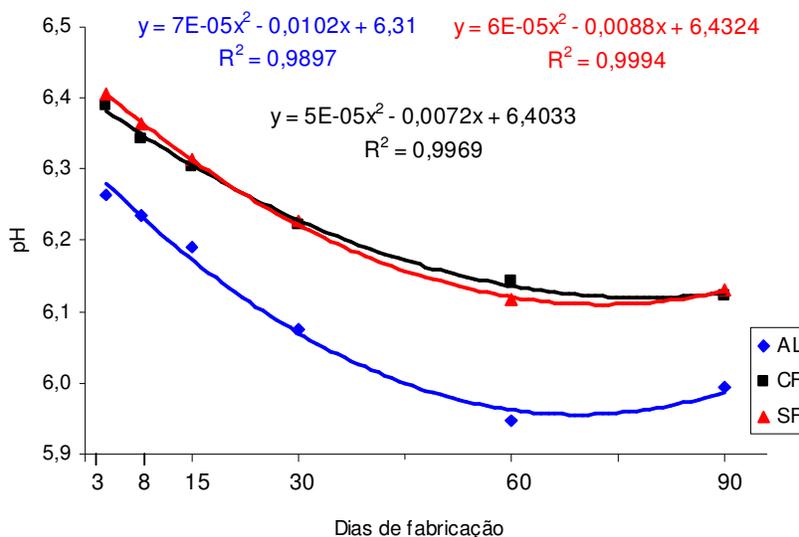


FIGURA 11: Variação média do pH dos queijos fabricados nos três tratamentos ao longo do tempo.

O comportamento do pH durante a maturação dos queijos mostrou uma queda no início e durante o período de estocagem, seguida de um aumento nos últimos dias analisados. Conforme Salaün et al (2005), a alcalinização é esperada durante a maturação de queijos devido à degradação do ácido láctico e à formação de compostos nitrogenados alcalinos.

Os valores de pH encontrados para os queijos de coalho fabricados nesse trabalho são condizentes com os encontrados por outros autores. O pH médio encontrado para queijo de coalho na literatura consultada foi de 5,9, sendo que Perez (2005) encontrou valores de pH de 5,8 a 6,7 para queijos do mercado de Campinas, e Nassu et al (2001) encontraram para queijos de coalho cearenses valores de 5,30 a 6,64 de pH.

A análise de variância realizada para os valores de pH encontrados para os queijos de coalho nos tratamentos estudados demonstrou que não houve interação entre tempo e tratamento ($p = 0,9870$). Desta forma os tratamentos não se diferenciaram quanto ao pH ao longo do tempo da estocagem refrigerada. Porém, para os efeitos principais de tempo ($p = 0,0000$) e tratamento ($p = 0,0270$) separadamente, diferenças foram encontradas. Os queijos de coalho adicionados e não adicionados de fermento foram semelhantes com relação ao pH, porém diferentes daqueles produzidos com ácido láctico, que apresentaram pH inferior aos outros dois tratamentos, conforme apresentado na Tabela 18.

TABELA 18: Valores médios de pH para os queijos de coalho com ácido láctico (AL), com fermento (CF) e sem fermento e ácido láctico (SF) para todos os tempos de estocagem refrigerada *.

Tratamento	pH
AL	6,19 a
CF	6,25 ab
SF	6,26 b

* Letras iguais indicam valores semelhantes pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

O tratamento com ácido láctico provocou um pH mais baixo após a sua adição no leite e esse declínio foi contínuo durante o tempo de estocagem, apresentando o mesmo comportamento que os outros dois tratamentos. O tipo e a quantidade de fermento adicionado não influenciaram no abaixamento do pH, quando comparado com o queijo fabricado sem fermento, uma vez que a dose utilizada foi de apenas 1/8 da normalmente recomendada, e o fermento mesofílico aromático LD é heterofermentativo, produzindo além de ácido láctico, compostos aromáticos (diacetil).

A Tabela 19 apresenta os valores de pH médios para cada tempo estudado. O pH dos queijos sofreu variação significativa ($p = 0,0000$) durante o tempo de estocagem, comportamento esperado devido à ação de microrganismos contaminantes (e do próprio fermento, no caso do tratamento em que o mesmo foi adicionado) sob a lactose residual no período avaliado. O pH sofreu ligeiro aumento no final da maturação possivelmente devido aos produtos da proteólise ocorrida nos queijos durante a estocagem (FOX et al, 2000).

TABELA 19: Valores médios de pH para os queijos de coalho ao longo do tempo de estocagem refrigerada para todos os tratamentos avaliados*.

Dias de estocagem	pH
3	6,37 a
8	6,34 ab
15	6,29 bc
30	6,21 cd
60	6,09 e
90	6,11 ef

* Letras iguais indicam valores semelhantes pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

5.2.3.5 Derretimento

O derretimento é um importante parâmetro de estudo do queijo de coalho, pois uma das características deste tipo de queijo é a capacidade de ser submetido ao calor sem sofrer alteração da sua forma original. O derretimento foi avaliado nos queijos de coalho produzidos com ácido láctico, com fermento e sem fermento, sendo que os valores médios encontrados nos diferentes tempos de estocagem estão demonstrados na Figura 12.

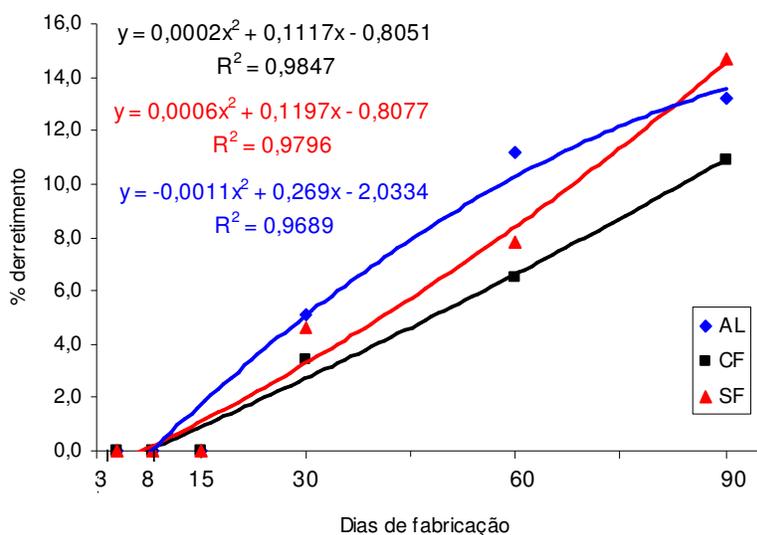


FIGURA 12: Evolução do derretimento dos queijos de coalho nos três diferentes tratamentos, média de três repetições.

A análise de variância demonstrou que o derretimento nos efeitos principais dos tratamentos aumentou com o tempo ($p = 0,0000$), sendo maior em tempos maiores de estocagem conforme demonstrado pelo teste de Tukey em cada tratamento na Tabela 20. O fato do tempo interferir no derretimento pode ser explicado pela proteólise avançada que os queijos demonstraram nos últimos estágios de armazenamento. Os tratamentos ($p = 0,4547$) não diferiram entre si com relação ao derretimento e para cada tempo os tratamentos são semelhantes ($p = 0,9652$). Isso mostra que o tratamento não interferiu significativamente no derretimento dos queijos, apenas o tempo foi um fator estatisticamente relevante na avaliação deste parâmetro, embora o queijo

produzido com ácido láctico tenha mostrado em média um derretimento maior que os demais, que pode ser explicado pelo seu menor valor de pH e consequente maior desmineralização.

TABELA 20: Resultados médios de percentual de aumento de diâmetro das amostras (derretimento) ao longo de cada tempo para todos os tratamentos*.

Dias de estocagem	% derretimento
3	0,0 a
8	0,0 a
15	0,0 a
30	4,34 ab
60	8,50 bc
90	12,93 c

* Letras iguais indicam valores semelhantes pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

5.2.4 Análise sensorial dos queijos de coalho

5.2.4.1 Análise Descritiva Quantitativa Modificada (ADQM)

Previamente à realização das análises sensoriais dos queijos de coalho, os dez provadores treinados do Instituto de Laticínios Cândido Tostes da EPAMIG (treinamento este realizado em queijo de coalho durante a realização de um projeto de pesquisa anterior a este na instituição) se reuniram para definir os atributos que seriam avaliados as expressões quantitativas a serem utilizadas para cada atributo estudado. Os atributos sensoriais serão avaliados e discutidos separadamente.

5.2.4.1.1 Aspecto global

O aspecto global foi o primeiro atributo avaliado pelos provadores treinados, sendo este um parâmetro em que as diversas características do

queijo são avaliadas em conjunto no momento em que o queijo é apresentado ao julgador. Numa escala de 15 cm variando entre os termos atípico e típico, as notas conferidas pelos julgadores foram para todos os queijos e todos os tratamentos maiores que 11, aproximando-se do termo típico, que é o desejável para o queijo de coalho.

A análise de variância demonstrou que o efeito global dos tratamentos não diferiu entre si ($p = 0,3940$), bem como não houve interação entre tempo de estocagem refrigerada e tratamentos ($p = 0,7320$). Dessa forma o queijo de coalho produzido com ácido láctico foi semelhante em relação ao seu aspecto global aos outros dois queijos em cada tempo de análise. Porém, o tempo foi um fator relevante para a avaliação do aspecto global dos queijos ($p = 0,0000$), sendo que as melhores notas foram encontradas no início da maturação do produto, conforme pode ser visualizado na Tabela 21. Este comportamento está relacionado com a deterioração dos atributos gerais do queijo devido aos processos bioquímicos ocorridos no produto durante o tempo que se manteve estocado. Assim, recomenda-se que o queijo de coalho seja consumido o mais fresco possível para preservar suas características gerais, sendo que o período de validade de 3 a 4 meses normalmente encontrado nos queijos de coalho vendidos no mercado pode ser considerado muito extenso.

TABELA 21: Notas médias dos avaliadores para o aspecto global dos queijos de coalho durante seu tempo de estocagem refrigerada*.

Dias de estocagem	Queijo AL	Queijo CF	Queijo SF	Média
8	13,2 A	13,2 A	13,7 A	13,4 a
15	13,3 A	13,2 A	13,1 A	13,2 a
30	11,8 A	12,4 A	12,0 A	12,1 b
60	11,4 A	12,0 A	12,6 A	12,0 b
90	11,4 A	11,1 A	11,5 A	11,3 b
Média	12,2 A	12,4 A	12,6 A	

* Letras iguais indicam valores semelhantes pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Letras maiúsculas devem ser consideradas nos tempos (linhas) e minúsculas nos tratamentos (colunas).

5.2.4.1.2 Cor externa

A cor do queijo de coalho é uma característica intrínseca deste tipo de produto, sendo relevante para sua aceitação sensorial. O escurecimento do queijo durante seu aquecimento se deve principalmente à reação de Maillard, reação esta que ocorre entre os glúcidos redutores e os grupos amino livres oriundos de proteínas do alimento; a lisina é o principal aminoácido que participa desta reação (ARAÚJO, 2008). Sendo o queijo de coalho de massa não lavada e com baixa fermentação, apresenta alto teor de lactose e assim se torna susceptível a este tipo de escurecimento quando frito ou assado.

A variação da cor para o queijo de coalho frito em manteiga de garrafa foi do 0 (queijo claro) ao 15 (queijo escuro), sendo o ideal para este tipo de queijo devendo estar mais próximo do termo escuro, devido a reação de Maillard que é característica nesse queijo. O valor de 15 nessa escala é uma cor escura extrema que não é desejável no produto. Como as notas médias dos julgadores treinados estiveram acima de 10 para todos os tratamentos e tempos, estas notas foram próximas ao esperado para o queijo de coalho.

A análise de variância mostrou que os tratamentos não diferiram entre si ($p = 0,3580$), bem como não houve interação entre tempo e tratamento para a cor dos queijos estudados ($p = 0,5350$), porém o tempo foi significativo para este atributo ($p = 0,0320$), o que pode ser visto na Tabela 22. Os queijos obtiveram notas menores no final da maturação aproximando-se do termo “clara”, possivelmente pela degradação da lactose durante o período estudado e assim diminuindo a ocorrência da reação de Maillard, apesar da proteólise mais avançada, durante a fritura dos queijos. Essa redução no teor residual de lactose era esperada devido à ação de bactérias lácticas (contaminantes ou adicionadas, no caso do tratamento “com fermento”) que ao fermentar a lactose a transformam em ácido láctico, diminuindo o pH dos queijos, o que pode ser observado neste trabalho.

TABELA 22: Notas médias dos avaliadores para a cor dos queijos de coalho durante seu tempo de estocagem refrigerada*.

Dias de estocagem	Queijo AL	Queijo CF	Queijo SF	Média
8	11,5 A	11,1 A	10,9 A	11,2 ab
15	11,4 A	11,9 A	10,8 A	11,4 b
30	11,3 A	11,2 A	10,8 A	11,1 ab
60	10,4 A	10,9 A	10,7 A	10,7 ab
90	10,3 A	10,6 A	10,8 A	10,6 a
Média	11,0 A	11,1 A	10,8 A	

* Letras iguais indicam valores semelhantes pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Letras maiúsculas devem ser consideradas nos tempos (linhas) e minúsculas nos tratamentos (colunas).

5.2.4.1.3 Odor característico

Outra característica avaliada nos queijos foi o odor característico dos mesmos, uma vez que foram consumidos fritos em manteiga de garrafa e quentes, e o odor foi influenciado por esses fatores. Sendo avaliado de ausente (0) a muito pronunciado (15), os queijos de coalho em todos os tratamentos e tempos receberam notas médias maiores que 10. Conforme o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Queijo de Coalho (BRASIL, 2001) este produto deve apresentar odor ligeiramente ácido lembrando massa coagulada, podendo ser considerado como pronunciado.

A Tabela 23 apresenta as notas médias dos avaliadores para o odor dos queijos de coalho durante seu tempo de estocagem refrigerada. A análise de variância mostrou que não houve diferença entre os odores dos queijos de coalho produzidos com ácido láctico, com fermento e sem adição de fermento ($p = 0,9740$) para nenhum tempo de estocagem refrigerada ($p = 0,4620$), assim como o tempo também não foi significativo ($p = 0,1060$) para este atributo nos queijos de coalho. Embora tenha sido utilizado fermento mesofílico aromático

em um dos tratamentos (CF), o odor não foi diferenciado devido a baixa dosagem empregada (1/8 da dose normal).

TABELA 23: Notas médias dos avaliadores para o odor dos queijos de coalho durante seu tempo de estocagem refrigerada*.

Dias de estocagem	Queijo AL	Queijo CF	Queijo SF	Média
8	11,5 A	11,3 A	11,3 A	11,4 a
15	11,6 A	11,2 A	11,3 A	11,4 a
30	11,1 A	10,6 A	11,5 A	11,1 a
60	11,5 A	11,1 A	11,3 A	11,3 a
90	10,3 A	11,3 A	10,4 A	10,7 a
Média	11,2 A	11,1 A	11,2 A	

* Letras iguais indicam valores semelhantes pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Letras maiúsculas devem ser consideradas nos tempos (linhas) e minúsculas nos tratamentos (colunas).

5.2.4.1.4 Resistência ao derretimento

A resistência ao derretimento é uma das características funcionais do queijo de coalho. O consumidor espera que este queijo, quando submetido ao calor, não sofra deformação significativa de suas arestas e de sua forma. Esse atributo passa a ser mais relevante se o queijo de coalho for assado em espetos, maneira pela qual é muitas vezes consumido em diversas partes do país. As arestas dos queijos de coalho foram avaliadas entre as denominações indefinidas (0) a definidas (15) que é o ideal esperado para este tipo de queijo, sendo que a menor nota média para este atributo foi 10,7 para o queijo adicionado de ácido láctico com 60 dias de estocagem refrigerada. Como para o queijo de coalho é esperado que não ocorra o derretimento (arestas definidas), as notas altas dadas pelos julgadores mostraram que esta característica foi de uma maneira geral atendida em todos os tratamentos.

A Tabela 24 apresenta as notas médias para a resistência ao derretimento nos tempos estudados. Para este parâmetro também não foram encontradas diferenças significativas, sejam elas relacionadas aos efeitos principais de tempo ($p = 0,0750$) e tratamento ($p = 0,1350$), ou à interação entre o tempo de estocagem e os tratamentos estudados ($p = 0,1930$). O queijo de coalho produzido com ácido láctico apresentava maiores deformações que os demais queijos a medida que a maturação avançou (embora não tenha comprometido sua resistência ao derretimento), o que pode ser explicado pelo menor pH e conseqüentemente maior desmineralização da massa tornado-a mais frágil e susceptível à deformação quando submetida ao calor. Este resultado foi semelhante ao obtido pelo teste de derretimento em estufa.

TABELA 24: Notas médias dos avaliadores para a resistência ao derretimento dos queijos de coalho durante seu tempo de estocagem refrigerada*.

Dias de estocagem	Queijo AL	Queijo CF	Queijo SF	Média
8	12,3 A	11,9 A	12,6 A	12,3 a
15	12,1 A	11,9 A	11,5 A	11,8 a
30	11,5 A	12,1 A	11,9 A	11,8 a
60	10,7 A	11,9 A	12,3 A	11,6 a
90	11,1 A	11,5 A	11,6 A	11,4 a
Média	11,5 A	11,9 A	12,0 A	

* Letras iguais indicam valores semelhantes pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Letras maiúsculas devem ser consideradas nos tempos (linhas) e minúsculas nos tratamentos (colunas).

5.2.4.1.5 Textura

A textura do queijo está relacionada com a presença de olhaduras no produto, sejam elas mecânicas ou oriundas de gases produzidos por processos

bioquímicos de microrganismos. Este atributo foi avaliado entre os termos fechada (0) e aberta (15) e devido à presença de algumas olhaduras mecânicas que são esperadas no queijo submetido a salga na massa, esperava-se as notas intermediárias recebidas para o queijo de coalho em relação a esse atributo, entre 8,0 e 10,3.

A Tabela 25 apresenta as notas médias para a textura do queijo de coalho nos tempos estudados. A análise de variância mostrou que houve diferença significativa da textura dos queijos entre os tratamentos ($p = 0,0120$), enquanto o tempo de estocagem ($p = 0,5470$) e a interação entre tempo e tratamento ($p = 0,4950$) não foram significativamente diferentes para este atributo sensorial. A textura dos queijos de coalho produzidos com ácido láctico foi mais aberta que a do produzido com fermento. Uma vez que as olhaduras observadas não foram oriundas de fermentação devido a baixa dosagem utilizada, mas sim mecânicas, este fato pode ser explicado por diferenças na prensagem dos queijos e também devido à salga na massa após a dessoragem parcial (FURTADO, 1991).

TABELA 25: Notas médias dos avaliadores para a textura dos queijos de coalho durante seu tempo de estocagem refrigerada*.

Dias de estocagem	Queijo AL	Queijo CF	Queijo SF	Média
8	9,4 A	9,1 A	8,8 A	9,1 a
15	9,3 A	8,9 A	9,0 A	9,1 a
30	9,5 A	8,7 A	9,8 A	9,3 a
60	9,5 A	7,8 A	8,9 A	8,7 a
90	10,2 A	8,0 A	10,3 A	9,5 a
Média	9,6 A	8,5 B	9,4 AB	

* Letras iguais indicam valores semelhantes pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Letras maiúsculas devem ser consideradas nos tempos (linhas) e minúsculas nos tratamentos (colunas).

5.2.4.1.6 Ranger ao mastigar

O queijo de coalho apresenta tradicionalmente um ranger ao mastigar que é característico deste produto. Sua avaliação sensorial foi determinada entre os termos ausente (0) a intenso (15). Um ranger muito intenso pode ser considerado um defeito, pois o queijo com essa característica seria rejeitado pelo consumidor. Porém, como o queijo de coalho apresenta a propriedade funcional de ranger ao mastigar, as notas obtidas estão de acordo com o desejado, pois variaram de 5,8 para o queijo de coalho sem fermento com 60 dias de estocagem a 10,8 para o queijo produzido com ácido láctico após 8 dias de estocagem refrigerada.

A Tabela 26 apresenta as notas médias dos avaliadores para o ranger ao mastigar dos queijos de coalho durante seu tempo de estocagem refrigerada. Para este atributo a análise de variância mostrou que os tratamentos foram semelhantes entre si ($p = 0,0510$), isto é, os queijos de coalho produzidos com ácido láctico, com fermento e sem fermento apresentaram um ranger ao mastigar semelhantes (considerando os tratamentos como efeitos principais). Não houve interação significativa ($p = 0,9020$) entre tempo de estocagem e tratamentos, o que mostra que para cada tempo de estocagem foram atribuídas notas semelhantes aos queijos quanto ao citado atributo sensorial. Porém, o tempo em que os queijos foram estocados foi relevante para influenciar as notas dos mesmos ($p = 0,0000$), sendo que estas foram diminuindo gradativamente à medida que os queijos foram ficando mais tempo estocados. Assim nota-se que com o tempo, o queijo de coalho vai perdendo a sua característica de ranger ao ser mastigado e isto possivelmente se deve ao fato dos queijos apresentarem uma proteólise que vai se intensificando com o passar do tempo, tornando a malha protéica mais frágil e menos resistente.

TABELA 26: Notas médias dos avaliadores para o ranger ao mastigar dos queijos de coalho durante seu tempo de estocagem refrigerada*.

Dias de estocagem	Queijo AL	Queijo CF	Queijo SF	Média
8	10,8 A	10,2 A	10,2 A	10,4 a
15	10,3 A	8,9 A	9,2 A	9,5 ab
30	8,8 A	8,1 A	7,4 A	8,1 bc
60	7,1 A	6,5 A	5,8 A	6,5 d
90	6,2 A	5,4 A	6,3 A	6,0 de
Média	8,6 A	7,8 A	7,8 A	

* Letras iguais indicam valores semelhantes pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Letras maiúsculas devem ser consideradas nos tempos (linhas) e minúsculas nos tratamentos (colunas).

5.2.4.1.7 Gosto salgado

O gosto salgado dos queijos de coalho, importante atributo sensorial por ser um queijo de origem nordestina onde a preferência por produtos mais salgados é reconhecida, foi avaliada pelo grupo de provadores treinados entre os termos fraco (0) e forte (15), sendo 8,1 e 10,4 respectivamente a menor e maior nota conferida a um dos queijos estudados. O valor de 15 nesse atributo seria um queijo extremamente salgado, o que dificultaria seu consumo.

A Tabela 27 apresenta as notas médias dos avaliadores para o gosto salgado dos queijos de coalho durante seu tempo de estocagem refrigerada. Os tratamentos não foram diferentes entre si ($p = 0,1180$) com relação ao gosto salgado e não houve interação entre tempo de estocagem e tratamento ($p = 0,2650$). Porém, o tempo de estocagem alterou a percepção sensorial dos provadores em relação ao gosto salgado ($p = 0,0000$), uma vez que o teor de NaCl se manteve constante e os queijos foram conservados embalados na câmara fria, não ocorrendo assim perda de umidade e consequente concentração do extrato seco. Observou-se que nos tempos 8 e 15 dias de

estocagem, as notas foram semelhantes e maiores que as obtidas nos tempos 30, 60 e 90 dias. Assim, como as notas para o gosto salgado diminuíram com o tempo, a percepção para essa característica diminuiu, se tornando menos importante sensorialmente que os demais gostos e atributos que foram gerados no queijo durante os processos bioquímicos que ocorreram durante a estocagem, como o gosto amargo, detectável a partir de 30 dias de fabricação.

TABELA 27: Notas médias dos avaliadores para o gosto salgado dos queijos de coalho durante seu tempo de estocagem refrigerada*.

Dias de estocagem	Queijo AL	Queijo CF	Queijo SF	Média
8	9,7 A	10,3 A	10,4 A	10,1 a
15	10,2 A	10,6 A	9,7 A	10,2 a
30	8,8 A	9,0 A	9,3 A	9,0 b
60	8,9 A	9,9 A	8,1 A	9,0 b
90	8,2 A	8,9 A	9,3 A	8,8 b
Média	9,2 A	9,7 A	9,4 A	

* Letras iguais indicam valores semelhantes pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Letras maiúsculas devem ser consideradas nos tempos (linhas) e minúsculas nos tratamentos (colunas).

5.2.4.1.8 Gosto ácido

O gosto ácido é um interessante atributo a ser pesquisado, uma vez que no queijo de coalho produzido no nordeste, apesar das diferenças regionais locais, tradicionalmente é feito com leite cru e sem adição de fermento. A acidez desenvolvida neste tipo de queijo é, assim, oriunda da fermentação produzida pelas bactérias lácticas endógenas do leite e contaminantes. O gosto ácido passa a ser então característico deste produto e o uso de leite pasteurizado, a adição ou não de fermento, e outros parâmetros de fabricação, podem levar a modificações dessa característica.

A avaliação foi feita entre os termos ausente (0) e muito pronunciado (15), e como o gosto ácido é pouco relevante para o queijo de coalho, notas baixas (média geral 2,5) como as conferidas pelos julgadores treinados eram esperadas. A Tabela 28 apresenta as notas médias dos avaliadores para o gosto ácido dos queijos de coalho durante seu tempo de estocagem refrigerada. O tempo foi relevante na percepção do gosto ácido ($p = 0,0000$), que foi aumentando com o tempo de estocagem. Com 60 e 90 dias de estocagem refrigerada foram atribuídas as maiores notas para este atributo, resultado da produção de ácido ao longo da estocagem pelas bactérias do fermento e contaminantes. Não houve interação entre tempo e tratamento dos queijos analisados ($p = 0,7750$) e os tratamentos (efeito principal) foram semelhantes entre si ($p = 0,1740$).

TABELA 28: Notas médias dos avaliadores para o gosto ácido dos queijos de coalho durante seu tempo de estocagem refrigerada*.

Dias de estocagem	Queijo AL	Queijo CF	Queijo SF	Média
8	1,5 A	1,8 A	1,4 A	1,6 a
15	1,7 A	2,0 A	2,0 A	1,9 ab
30	2,3 A	2,4 A	2,9 A	2,5 bc
60	2,6 A	2,3 A	3,1 A	2,7 cd
90	3,4 A	3,7 A	4,0 A	3,7 e
Média	2,3 A	2,4 A	2,7 A	

* Letras iguais indicam valores semelhantes pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Letras maiúsculas devem ser consideradas nos tempos (linhas) e minúsculas nos tratamentos (colunas).

5.2.4.1.9 Sabor

O sabor dos queijos de coalho foi avaliado pelos julgadores, sendo para esta característica atribuída os seguintes termos de avaliação: ausente (0) a

muito pronunciado (15); as notas ficaram mais próximas do termo muito pronunciado (média geral 9,8). O sabor é fundamental para a aceitação sensorial do produto e notas altas não estão exatamente relacionadas com um sabor melhor, uma vez que o termo utilizado para esta característica não foi sabor característico, mas somente sabor.

A Tabela 29 ilustra as notas conferidas aos queijos de coalho com ácido láctico, com fermento e sem fermento, nos diferentes dias de estocagem refrigerada estudados. A análise de variância mostrou que não houve interação entre tempo e tratamento ($p = 0,7670$) e os tratamentos foram semelhantes entre si com relação ao sabor ($p = 0,8750$). O tempo foi o fator significativamente ($p = 0,0010$) influenciador das notas atribuídas pelos julgadores ao sabor dos queijos de coalho. As notas maiores foram atribuídas no início e no final da estocagem refrigerada. Nos primeiros dias de estocagem o sabor estava relacionado com atributos sensoriais agradáveis intrínsecos ao queijo e avaliados globalmente pelos julgadores. Porém, no final da estocagem o sabor estava muito pronunciado, e o gosto amargo, embora não relacionado na ficha de avaliação, foi o que mais contou para aumentar novamente as notas para o sabor dos queijos de coalho.

Os queijos de coalho adicionados de fermento apresentaram gosto amargo mais pronunciado, que começou a ser notado com 60 dias de fabricação. Conforme Sousa et al (2001) o gosto amargo em queijos é devido principalmente a peptídeos hidrofóbicos liberados pela proteólise das caseínas, sendo a quimosina residual a enzima mais importante neste processo. Os queijos fabricados sem fermento e com ácido láctico foram aquecidos até 50°C durante a fabricação, o que pode ter levado a uma desnaturação parcial do coagulante. Os peptídeos de média e baixa massa molecular gerados da proteólise contribuem para um sabor agradável em muitas variedades de queijos, no entanto, esses últimos oriundos do coagulante são hidrofóbicos e apresentam gosto amargo (Mc SWEENEY, 2004).

TABELA 29: Notas médias dos avaliadores para o sabor dos queijos de coalho durante seu tempo de estocagem refrigerada*.

Dias de estocagem	Queijo AL	Queijo CF	Queijo SF	Média
8	9,9 A	10,6 A	10,3 A	10,3 a
15	10,4 A	10,3 A	10,2 A	10,3 a
30	9,3 A	8,4 A	9,1 A	8,9 b
60	10,1 A	9,6 A	9,4 A	9,7 ab
90	9,5 A	9,9 A	9,5 A	9,6 ab
Média	9,8 A	9,8 A	9,7 A	

* Letras iguais indicam valores semelhantes pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Letras maiúsculas devem ser consideradas nos tempos (linhas) e minúsculas nos tratamentos (colunas).

5.2.4.1.10 Correlação entre os atributos sensoriais

A Tabela 30 apresenta os valores de correlação entre os atributos avaliados sensorialmente na ADQM para os queijos de coalho com 8 dias de fabricação, onde o queijo apresenta suas características físico-químicas e sensoriais ainda inalteradas pelo tempo de estocagem.

Conforme Oliveira* (2010) para grandes amostras ($n > 30$) é preferível considerar como significativas as correlações com valores de $r \geq 0,7$. Dessa forma, não há correlação significativa entre os atributos de qualidade avaliados dos queijos de coalho, mostrando que os atributos são independentes entre si.

*Comunicado técnico. OLIVEIRA, P. 2010.

TABELA 30: Correlação de Pearson para os atributos dos queijos de coalho avaliados na ADQM com 8 dias de estocagem refrigerada.

	Aspecto Global	Cor	Odor	Derret.	Textura	Ranger	Gosto salgado	Gosto ácido
Cor	0,293							
Odor	-0,107	-0,016						
Derretimento	0,456	0,197	0,044					
Textura	0,116	0,138	0,198	0,028				
Ranger	0,195	0,177	0,124	0,338	0,025			
G. salgado	0,108	0,168	-0,118	0,019	0,237	0,033		
G. ácido	0,003	0,121	-0,155	0,240	0,270	0,127	-0,072	
Sabor	0,338	0,134	-0,044	0,351	-0,107	0,302	0,383	0,080

5.2.4.2 Teste de aceitação

A Tabela 31 apresenta os resultados médios obtidos quando os termos hedônicos foram transformados em escores de 1 a 9, sendo 9 a nota atribuída ao termo “gostei extremamente” e 1 ao termo “desgostei extremamente”, para os três tratamentos de queijo de coalho em cada tempo de estocagem refrigerada avaliado.

TABELA 31: Resultados médios do teste de aceitação com provadores não treinados para os queijos de coalho ao longo do tempo de estocagem refrigerada. Média de 3 fabricações*.

Dias de estocagem	Queijo AL	Queijo CF	Queijo SF	Média
8	7,5 a A	7,4 a A	7,7 a A	7,53 a
15	7,3 a A	7,2 a A	7,2 a A	7,23 ab
30	7,2 ab A	6,5 b B	7,2 a A	6,97 b
60	6,6 bc A	6,0 b B	6,4 b AB	6,33 c
90	6,5 c A	5,3 c B	5,7 c B	5,83 d
Média	7,02 A	6,48 B	6,84 A	

* Letras iguais indicam valores semelhantes pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Letras maiúsculas devem ser consideradas nos tempos (linhas) e minúsculas nos tratamentos (colunas).

A análise de variância para os dados obtidos no teste de aceitação mostrou que houve diferença significativa ($p = 0,0000$) entre os tratamentos estudados (efeito principal). Os queijos de coalho produzidos com ácido láctico e sem fermento foram semelhantes entre si, apresentando como médias de escores 7,02 e 6,84 respectivamente. O queijo de coalho com fermento foi estatisticamente diferente dos outros dois tratamentos sendo sua média, 6,48; menor que a dos demais. O escore médio para o queijo de coalho com ácido láctico se situou entre os termos hedônicos “gostei moderadamente” e “gostei

muito” enquanto para os outros tratamentos as médias estão situadas entre “gostei moderadamente” e “gostei ligeiramente”. O queijo fabricado com fermento apresentou gosto amargo mais pronunciado entre os três tratamentos segundo os provadores e perceptível aos 30 dias de fabricação. Isso é devido à temperatura de aquecimento da massa do queijo fabricado com fermento no tanque que não ultrapassa 42 °C, o que não inativa o coagulante. O coagulante é termicamente desnaturado a temperatura de 55 - 60 °C, dependendo do tipo e do pH (Mc SWEENEY, 2007). Os queijos fabricados sem fermento e com ácido láctico foram aquecidos até 50 °C durante a fabricação, o que pode ter levado a uma desnaturação parcial do coagulante. Peptídeos de média e baixa massa molecular oriundos da proteólise contribuem para o sabor agradável em muitas variedades de queijos, no entanto, esses últimos oriundos do coagulante são hidrofóbicos e apresentam gosto amargo (Mc SWEENEY, 2004).

A aceitação dos queijos de coalho diminuiu de maneira significativa estatisticamente ao longo do tempo de estocagem refrigerada ($p = 0,0000$). O escore médio com 8 dias de fabricação atribuído aos queijos foi 7,53, escore correspondente aos termos hedônicos “gostei moderadamente” a “gostei muito”. Com 90 dias de fabricação a média obtida foi 5,83, nota entre “indiferente” e “gostei ligeiramente”. Esses resultados indicam que os queijos de coalho devem ser consumidos com menor tempo de validade possível, quando se apresentam com melhores características sensoriais na opinião dos consumidores.

A interação entre tempos de estocagem refrigerada e tratamentos dos queijos de coalho foi significativamente relevante ($p = 0,0047$). Na Tabela 30 percebe-se que com 8 e 15 dias de fabricação os queijos não apresentaram aceitação diferente entre si nos tratamentos. A partir de 30 dias de estocagem refrigerada as diferenças começaram a aparecer entre os tratamentos, sendo que o queijo de coalho fabricado com fermento apresentou um escore menor que os outros dois que ainda se mantiveram semelhantes quanto à aceitação. Com 60 dias o queijo produzido sem fermento começou a apresentar uma queda na sua pontuação geral assemelhando-se ao queijo produzido com fermento. Com 90 dias, o queijo produzido com ácido láctico era significativamente mais aceito que os demais, apresentando um escore médio de 6,5, que se situa entre os termos hedônicos “gostei ligeiramente” a “gostei

moderadamente”, enquanto os queijos de coalho produzidos com e sem fermento estavam situados entre “indiferente” e “gostei ligeiramente”.

A Figura 13 apresenta a regressão linear dos escores médios de cada tratamento nos tempos de estocagem refrigerada estudados. Nesta figura pode ser percebido que o queijo de coalho produzido com ácido láctico apresentou uma menor queda da aceitação ao longo do tempo que os demais.

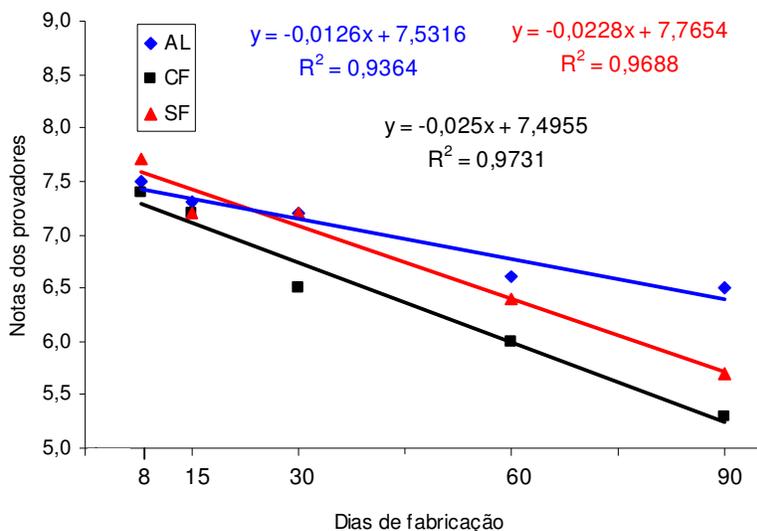


FIGURA 13: Curva dos escores médios no Teste de Aceitação dos 50 provadores não treinados para os queijos de coalho em cada tempo de estocagem refrigerada e cada tratamento.

5.2.4.3 Teste de ordenação

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). Conforme Minim (2006) as diferenças entre as amostras, dado o nível de probabilidade escolhido, são estabelecidas utilizando uma das técnicas da estatística não paramétrica para dados ordenados. As médias das somas das pontuações para o teste de ordenação para o atributo sabor dadas por 10 provadores treinados para cada queijo de coalho testado nos tempos de estocagem estão listadas na Tabela 32.

TABELA 32: Resultado médio de três repetições para a soma das ordenações de preferência para cada tratamento de queijo de coalho em cada tempo de estocagem.

Dias de estocagem	Queijo AL	Queijo CF	Queijo SF
8	14,0	10,3	17,3
15	14,0	14,7	13,7
30	13,0	17,3	11,7
60	12,7	15,7	13,7
90	12,7	15,3	14,0

O teste de Kramer (MINIM, 2006) retorna que a soma mínima e máxima para que haja diferença significativa são respectivamente 10 e 18 ($p = 0,05$), sendo esses valores válidos tanto para comparar todos os tratamentos, quanto para comparação de um tratamento preestabelecido com os demais. Dessa forma, nota-se que não houve diferença significativa para o sabor entre tratamentos em cada tempo estudado. O mesmo pode ser verificado na ADQM para o atributo sabor, no qual a análise de variância mostrou que não houve diferença significativa entre os tratamentos.

6. Conclusões

Os resultados obtidos podem levar às seguintes conclusões:

- 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.
- Foi observada diferença no rendimento técnico, tanto no empírico quanto no técnico calculado, sendo que o produzido com ácido láctico obteve perda menor de gordura no soro que o queijo produzido com fermento.
- A adição de ácido láctico durante a fabricação do queijo de coalho não altera significativamente sua composição centesimal quando comparada aos queijos com e sem fermento.
- O queijo produzido com ácido láctico apresentou uma proteólise menor que os queijos produzidos com e sem fermento. A proteólise, de uma maneira geral, aumentou significativamente ao longo do tempo durante a maturação dos queijos.
- O queijo produzido com ácido láctico apresentou pH inferior aos outros dois tratamentos. O pH dos queijos sofreu variação significativa durante o tempo de estocagem.
- O tratamento não interferiu significativamente no derretimento dos queijos, apenas o tempo foi um fator significativo na avaliação deste parâmetro.
- A Análise Descritiva Quantitativa Modificada mostrou que para a maior parte dos atributos o tempo foi o único parâmetro realmente significativo nos julgamentos dos queijos de coalho, sendo que para cada tempo estudado os queijos foram semelhantes entre si e somente para o atributo textura houve diferenciação entre os tratamentos.
- O teste de aceitação mostrou que os queijos de coalho produzidos com ácido láctico, com fermento e sem fermento foram semelhantes sensorialmente nos

primeiros tempos de estocagem estudados, e gradativamente o queijo de coalho com ácido láctico foi sendo mais aceito que os demais.

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

Considerações finais

O queijo de coalho produzido com ácido láctico apresentou vantagens tecnológicas e sensoriais em relação aos queijos produzidos com fermento e sem fermento e ácido láctico, podendo esta tecnologia ser implantada nos laticínios. O tempo foi fundamental em muitas análises realizadas, sejam físico-químicas ou sensoriais, portanto sugere-se que o queijo de coalho seja consumido o mais rápido possível para manter suas características típicas, no máximo, em 30 dias após a fabricação, tempo a partir do qual as características sensoriais (aspecto global, sabor e ranger ao mastigar) e capacidade de derretimento começam a se alterar.

Referências bibliográficas

ANDRADE, A. A. ; NASSU, R. T. ; RODRIGUES, M. C. P.; SILVA, A. C.; SILVA, G. J. F.; FERNANDES, R. L. A. Características físico-químicas de queijos de coalho industriais e artesanais no estado do Ceará. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**. Juiz de Fora, v. 60, n. 345, p. 214-217, 2005.

ARAÚJO, J. M. A. **Química de Alimentos Teoria e Prática**. Editora UFV. Viçosa, 4 ed., 596p. 2008.

BLEY, M. E.; JOHNSON, M. E.; OLSON, N. F. Factors affecting nonenzymatic browning of process cheese. **Journal of Dairy Science**. Champaign. v.68, n.3, p.555-561, mar. 1985.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 146, de 7 de março de 1996. Regulamento técnico de identidade e qualidade dos queijos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 11 mar. 1996. Seção 1, p.3977.

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. Seção 1, p.13.

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 da terra ou manteiga de garrafa, queijo de coalho e queijo de manteiga. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 16 jul. 2001. Seção 1, p.13.

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. Seção 1, p.8.

CAVALCANTE, J. F. M.; ANDRADE, N. J.; FURTADO, M. M.; FERREIRA, C. L. L. F.; PINTO, C. L. O.; ELARD, E. Processamento do queijo coalho regional empregando leite pasteurizado e cultura láctica endógena. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, 27(1): 205-214, jan.-mar. 2007.

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

CHINELATE, G. C. B.; TELLES, F. J. S.; GUIMARÃES, A. C. L.; GASPAR JÚNIOR, J. C.; MELO, G. B.; SILVA, C. E. M. Avaliação do teor de sódio no

queijo de coalho produzido no estado do Ceará. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v.59, n.339, p.134-137, jul/ago 2004.

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

DORNELLAS, J. R. **Efeito de tipo de coagulante e acidificante no rendimento, proteólise e “shelf life” do queijo Minas Frescal**. 1997. 96p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos)- Faculdade de Engenharia de Alimentos, UNICAMP.

EL SODA, M. Acceleration of flavour formation during cheese ripening. G. Charalambous, **Food Flavors: Generation, Analysis and Process Influence**. p.721-746, 1995.

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

FERREIRA, W. L.; FILHO, J. R. F.; Avaliação da qualidade físico - química do queijo coalho comercializado no município de Barreiros-PE. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**. v. 02, n. 01, p. 127-133, 2008.

FOX, P. F.; GUINEE, T. O.; COGAN, T. M.; McSWEENEY, P. L. H. **Fundamentals of Cheese Science**. Springer – Verlag, 638p. 2000.

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

FOX, P. F.; Mc SWEENEY, P.L.H.; COGAN, T. M.; GUINEE, T. P. **Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology**. London: Chapman & Hall, v.1, 617p. 2004.

FRANCISCO, M. S.; OLIVEIRA, M. C.; LIMA, R. C.; LACERDA, P. N.; RABELO, W. C. A. C.; SANTOS, E. P. Avaliação da qualidade físico-química de queijo de coalho comercializado no município de Bananeiras, PB. In: **II Jornada Nacional da Agroindústria**. 2007.

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

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

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.

FURTADO, M. M. **Quesos típicos de latinoamérica**. Fonte comunicações e editora. Danisco A/S 192p. 2005.

Informativo Ha-La Biotec publicado por Chr. Hansen, Ano XV Nº 92 Março/Abril 2006.

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

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.

KOSIKOWSKI, F. **Cheese and Fermented Milk Foods**. New York: Elsevier, 711p.1982.

KRAMER, A.; KAHAN, G.; COOPER, D.; PAPAVALIIOU, 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.

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

McSWEENEY, P. L.H Biochemistry of cheese ripening. **International Journal of Dairy Technology**, v. 27, n.2/3 p.127-144, mai/agosto de 2004.

McSWEENEY, P. L.H **Cheese problem solved**. Cambridge: Woodhead Publishing Limited, 2007. 402 p.

MENDES, E. S.; MENDES, P. P. de; COELHO, M. I. S. de; SOUZA, J. C. R.; CRUZ, M. C. S.; MOREIRA, R. T.; ASSIS, A. S. Avaliação sensorial de queijos de coalho elaborados com diferentes técnicas. **Higiene Alimentar**. V. 16, n. 100, p.59-65, 2002.

MENDES, E. S.; LIMA, E.C. ; COELHO, M.I. S. ; MENDES, P.P. Influência do tipo de salga e culturas lácteas, sobre a qualidade do queijo de coalho processado

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.

PEREZ, R. M. **Perfil sensorial, físico-químico e funcional de queijo coalho comercializado no município de Campinas, SP**. Campinas, SP, 2005. 122p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) Faculdade de Engenharia de Alimentos. Universidade Estadual de Campinas, SP, 2005.

RANGEL, R. Leite e derivados com mais qualidade e preço justo. **Inovação em pauta**. FINEP. Edição 7. p. 66 a 72. agosto a outubro 2009.

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.

SALAÜN, F.; MIETTON, B.; GAUCHERON, F. Buffering capacity of dairy products. **International Dairy Journal**. v.15, p.95-109, 2005.

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.

SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Pequenas Empresas. **Idéias de negócios: fábrica de queijo artesanal (coalho e manteiga)**. 2010. Disponível em: [http://www.sebrae.com.br/uf/bahia/acesse/ideias-de-negocios/integra_ideia?rs=Fábrica de queijo artesanal \(coalho e manteiga\)&id=58EA683500B0DF7B832577220062CAA3&campo=impNeg](http://www.sebrae.com.br/uf/bahia/acesse/ideias-de-negocios/integra_ideia?rs=Fábrica+de+queijo+artesanal+(coalho+e+manteiga)&id=58EA683500B0DF7B832577220062CAA3&campo=impNeg) Acesso em out. 2010.

SILVA, A. E. A. da.; SANTOS, N. N.; SEABRA, L. M. A. J.; DAMASCENO, K. S. F. da S. C. Quantificação de lipídios, cinzas e umidade de queijos tipos manteiga e coalho comercializados na Cidade de Natal, RN. **Higiene Alimentar**, v. 20, n.145, 2006.

SILVA, M. C. D.; RAMOS, A. C. S.; MORENO, I.; MORAES, J. O. Influência dos procedimentos de fabricação nas características físico-químicas, sensoriais e microbiológicas de queijo de coalho. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, 69(2): 2010.

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.

SOUSA, M.J.; ARDO, Y.; McSWEENEY, P.L.H. Advances in the study of proteolysis during cheese ripening. **International Dairy Journal**. v.11, p.327-345, 2001.

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

TESHIMA, E. VIANA, A. C.; ASSIS, M. M. S.; FIGUEIREDO, H. M. Identidade e qualidade do queijo de coalho comercializado em Feira de Santana. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v.59, n.339, p.194-198, jul/ago 2004.

VALLE, J. L. E. do; LEITÃO, M.F.F. Desmineralização, pH e acidez durante a fermentação/acidificação do queijo mozzarella produzido pelas tecnologias tradicional e acidificação direta. **Coletâneas Ital**, Campinas, v.25, n. 1, p. 59-66, jan./jun. 1995.

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.

WALSTRA, P.; JENNESS, R. **Química y física lactológica**. Zaragoza: Editorial Acribia, 423 p. 1984.

WALSTRA, P.; GEURTS, T. J.; NOOMEN, A.; JELLEMA, A.; VAN BOEKEL, M. A. J. S. **Dairy Technology: principles of milk properties and processes**. New York: Marcel Dekker, 727p. 1999.

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

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