

Influência da qualidade do leite cru refrigerado no processamento, rendimento e qualidade do queijo Minas Frescal

RESUMO

Devido à baixa qualidade do leite cru refrigerado produzido no Brasil, objetivou-se avaliar sua influência no tempo de coagulação do leite, tempo de mexedura da massa, rendimento e qualidade do queijo Minas Frescal. Em uma indústria de Viçosa (MG), 30 amostras de leite coletadas do silo de estocagem e 30 amostras de queijos produzidos foram analisados quanto aos parâmetros físico-químicos estabelecidos pela legislação. O leite com alta CCS e teor de proteína apresentaram maior ($p < 0,05$) tempo de coagulação durante a fabricação dos queijos. Quanto maior a acidez do leite, menor ($p < 0,05$) foi o tempo de mexedura da massa. A umidade do queijo foi influenciada positivamente ($p < 0,05$) pela contagem bacteriana, acidez e negativamente ($p < 0,05$) pela densidade do leite. O teor de proteína do queijo diminuiu ($p < 0,05$) à medida que aumentava a CCS e crioscopia do leite. A alta acidez do leite diminuiu ($p < 0,05$) o teor de resíduo mineral fixo do queijo. Quanto maior a CCS e menor os teores de EST e gordura, menor ($p < 0,05$) foi o rendimento do queijo. O monitoramento da qualidade do leite cru é importante para que a indústria não tenha prejuízos e produza queijo com boa qualidade nutricional.

PALAVRAS-CHAVE: CCS. Coagulação. Laticínio. Qualidade. Queijo.

Kamila Soares Coelho

kamilas.coelho@hotmail.com

orcid.org/0000-0002-4891-5256

Centro Universitário de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brasil.

Adriano França da Cunha

adrianofcunha@hotmail.com.br

orcid.org/0000-0001-9118-8464

Centro Universitário de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brasil.

André Luís Guimarães Diogo

andrediogo045@gmail.com

orcid.org/0000-0001-9098-7395

Centro Universitário de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brasil.

Hermínia Miranda de Oliveira

herminiamoliveira@yahoo.com.br

orcid.org/0000-0002-1620-2702

Laticínio Minas Colonial, Viçosa, Minas Gerais, Brasil.

Leonardo Cotta Quintão

leonardo_cotta@yahoo.com.br

orcid.org/0000-0002-2388-0667

Centro Universitário de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brasil.

INTRODUÇÃO

O sistema agroindustrial de leite do Brasil contribui para a economia, geração de empregos e abastecimento de alimentos para a população. Entretanto, a qualidade do leite cru é um dos principais entraves ao desenvolvimento e consolidação da indústria nacional. Além dos consumidores estarem cada vez mais exigentes quanto aos alimentos que consomem, a matéria prima de baixa qualidade pode comprometer a qualidade dos derivados lácteos (MARTINS et al., 2014).

A composição físico-química do leite pode apresentar alterações devido ao manejo e saúde dos animais nas propriedades rurais (COELHO et al., 2014). Já a qualidade microbiológica depende da higiene durante a ordenha dos animais, da temperatura de armazenamento e do transporte do leite das propriedades até aos laticínios (GUERREIRO et al., 2005; VARGAS et al., 2014). Todos estes critérios podem comprometer a produção de derivados lácteos, como os queijos (PAIVA et al., 2012).

O queijo é um produto fresco ou maturado que se obtém por separação parcial do soro do leite após coagulação física do coalho, enzimas de bactérias específicas, ácidos orgânicos, com ou sem agregação de aditivos (BRASIL, 1996). O queijo Minas Frescal encontra-se entre os queijos mais consumidos no Brasil. O produto apresenta massa crua, coloração esbranquiçada, consistência mole, textura fechada e peso entre 0,5 e 3 Kg (SILVA, 2005). A massa utilizada para sua produção é coalhada, dessorada, não prensada, salgada, não maturada, portanto, o produto final é consumido fresco (BRASIL, 2004).

O queijo é passível de alterações devido ao comprometimento da qualidade da matéria prima, principalmente quando o leite é proveniente de vacas com mastite. Esta enfermidade se caracteriza pela inflamação da glândula mamária e alterações na composição do leite, principalmente nos teores de sólidos e contagem de células somáticas (CCS), as quais estão relacionadas com as características enzimáticas do leite. A proteína, importante constituinte do queijo, pode ser degradada no leite, afetando o processamento do produto (SRINIVASAN e LUCEY, 2002; PAIVA et al., 2012).

As alterações da composição do queijo decorrentes da qualidade inferior do leite ocorrem devido às alterações durante o processamento do produto. Podem haver: aumento do tempo de formação do coágulo, baixo enrijecimento do coágulo, aumento do tempo de mexedura da massa e elevada perda de sólidos no soro do queijo, o que diminui o rendimento e qualidade do produto final (MATIOLI et al., 2000; COELHO et al., 2014). Portanto, o objetivo do trabalho foi analisar a influência da qualidade do leite cru refrigerado no tempo de coagulação do leite, tempo de mexedura da massa, rendimento e qualidade do queijo Minas Frescal.

MATERIAL E MÉTODOS

Leites crus produzidos em propriedades leiteiras do município de Viçosa (MG) e estocados por no máximo 48 horas em tanques de resfriamento a temperatura abaixo de 4 °C foram transportados em caminhão-tanque a temperatura abaixo de 7 °C até o laticínio localizado no mesmo município. Na plataforma de recepção do laticínio foram realizadas análises de rotina de 30 amostras de leite coletadas dos caminhões, para verificação de sua estabilidade, acidez titulável, densidade, crioscopia, teores de sólidos, presença de antimicrobianos, conservantes (formol, peróxido de hidrogênio e cloro/hipoclorito) e reconstituintes (alcalinos, amido e sacarose) de acordo com Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) (BRASIL, 2006).

Do caminhão tanque, todo o leite foi bombeado através de um filtro de malha inoxidável com a finalidade de reter impurezas maiores para silos de estocagem. O resfriamento do leite ocorreu por troca de calor em resfriador a placas de aço inoxidável até a temperatura de no máximo 4 °C, a fim de manter a qualidade do leite inalterada até o momento da produção de 30 bateladas de queijo Minas Frescal. A estocagem foi realizada até 24 horas em tanque inoxidável isotérmico com capacidade de 10.500 litros, evitando a troca de calor com o ambiente externo.

No momento em que foram destinados à produção de queijos, 30 amostras do leite cru refrigerado foram coletadas do silo de estocagem e acondicionadas em dois frascos “Pleion” contendo conservantes Azidiol® e Bronopol® para serem enviadas rapidamente e sob refrigeração para a Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ). As amostras foram analisadas quanto à contagem bacteriana por meio de citometria de fluxo (IDF, 1991) e quanto aos teores de gordura, proteína, extrato seco total (EST), desengordurado (ESD) e CCS por meio de espectrofotometria de luz infravermelha (IDF, 2000; IDF, 1995).

Do silo de estocagem, o leite foi padronizado quanto ao teor de gordura para 3,0 a 3,2%. O leite passou pela padronizadora contendo pratos inoxidáveis onde ocorreu a retirada de impurezas menores. Em seguida, o leite passou pelo método de pasteurização rápida (High Temperature, Short Time - HTST) à temperatura de 75 °C por 15 segundos, em pasteurizador a placas de aço inoxidável acoplado a padronizadora, dotado com válvula inversora de fluxo e termo-registrador gráfico. Assim que saiu do pasteurizador à temperatura de 34 a 35 °C, o leite foi encaminhado para os tanques de aço inoxidável localizados na sala de fabricação de queijos.

Nos tanques de fabricação de queijos Minas Frescal, o leite foi submetido à temperatura de 35 °C, adicionado de cloreto de cálcio p.a. na dosagem de 25 g/100 litros e ácido láctico 87% na dosagem de 25mL/100 litros de leite. Em seguida, o leite foi coagulado por meio da adição de coagulante enzimático (Bela Vista Ltda, Alto Bela Vista, Brasil) na

dosagem de 5 mL/100 litros de leite, diluído inicialmente 1:20 em água. A formação da coalhada foi verificada por meio da aderência da massa à superfície do tanque e pá de agitação. O corte da massa foi realizado para início da sinérese, com auxílio de lira horizontal e vertical, obtendo-se grãos com 1,5 cm de aresta.

Após dois minutos de espera, a massa foi mexida de forma lenta com progressão gradual, visando evitar o rompimento dos grãos. Em seguida, 1/3 do volume inicial de leite foi retirado na forma de soro para que sal fosse adicionado à massa pré-formada na dosagem de 1,5 kg/100 litros de leite inicialmente utilizado. Assim, a massa pré-formada foi novamente agitada até o ponto de enformagem, o que foi verificado por meio da pressão e coalescência dos grãos à mão.

Os queijos foram enformados de forma direta, com uma viragem após 20 minutos, para serem colocados em prateleiras localizadas em câmara fria (10 a 12 °C) até o dia seguinte, para completar o dessoramento. Em seguida, os queijos foram embalados em sacos plásticos e mantidos em câmaras de refrigeração a temperatura entre 1 e 4 °C.

Durante o processamento do queijo Minas Frescal, os tempos de coagulação do leite e de mexedura da massa foram cronometrados, assim como a temperatura do leite durante tais processos. A temperatura foi anotada apenas para controle do processamento. A pesquisa de fosfatase alcalina e lactoperoxidase foi realizada para controle da pasteurização (BRASIL, 2006).

Para verificação do rendimento, todos os queijos foram pesados após embalagem, para que o peso fosse correlacionado com o volume de leite utilizado para produção, que oscilou de 950 a 1750 litros. Assim, foi obtido o peso de todo o queijo produzido com o leite inicialmente colocado no tanque, obtendo-se o rendimento. Amostras de cada batelada de queijo foram coletadas para serem analisadas quanto à acidez titulável, umidade, teores de gordura, proteína, resíduo mineral fixo (cinzas) e cloreto, de acordo com metodologia estabelecida pelo MAPA (BRASIL, 2006).

A qualidade físico-química e microbiológica das amostras de leite cru refrigerado e amostras de queijos foi analisada descritivamente quanto aos parâmetros estabelecidos pela legislação nacional (BRASIL, 2011). Os efeitos da qualidade do leite cru refrigerado sobre o tempo de coagulação do leite, mexedura da massa, rendimento e qualidade físico-química do queijo foram avaliados por meio de regressão linear simples e multivariada, ao nível de 5% de significância, utilizando software SigmaPlot 12.0 (Systat Software Inc., San Jose, USA). O projeto de pesquisa foi submetido ao Conselho de Ética em Pesquisa do Centro Universitário de Viçosa (UNIVICOSA) sob número de protocolo 093/2015-I.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na maioria das propriedades rurais de Viçosa (MG), onde o leite foi coletado para processamento dos queijos, os animais eram mestiços Holandês-Zebu. De forma geral, os animais eram mantidos a pasto e suplementados com concentrado alimentar no período das chuvas. No período da seca, os animais eram suplementados com cana de açúcar e/ou silagem de milho e concentrado. A produção média diária de leite dos animais era de aproximadamente 10 litros, sendo ordenhados duas vezes ao dia.

Observou-se que todas as 30 amostras de leite (100%) apresentaram teores de gordura, proteína, EST e ESD acima dos padrões legais mínimos de 3,0, 2,9, 11,4 e 8,4%, respectivamente (BRASIL, 2011) (Tabela 1). Todas as amostras de leite apresentaram acidez entre 14 e 18 °Dornic, densidade entre 1,028 e 1,034 g mL⁻¹, crioscopia acima de -0,530 °Hortvet, estabilidade ao teste de álcool-alizarol 72% e não apresentaram resíduos de antimicrobianos e fraudes por adição de peróxido de hidrogênio, formol, alcalinos, amido, sacarose e cloro/hipoclorito (BRASIL, 2011).

Tabela 1- Qualidade e conformidade do leite cru refrigerado de um laticínio de Viçosa (MG) de acordo com a legislação brasileira

Parâmetro	N	Média	CV (%)	Conformidade*			
				Sim	%	Não	%
CCS [cél. mL ⁻¹ (x 1000)]	30	479,9	29,51	20	66,7	10	33,3
CB [UFC mL ⁻¹ (x1000)]	30	1.831,8	73,56	3	10,0	27	90,0
Gordura (%)	30	3,86	3,78	30	100,0	0	0,0
Proteína (%)	30	3,30	2,49	30	100,0	0	0,0
EST (%)	30	12,61	1,29	30	100,0	0	0,0
ESD (%)	30	8,75	1,79	30	100,0	0	0,0
Acidez (°Dornic)	30	15,9	2,44	30	100,0	0	0,0
Densidade (g mL ⁻¹)	30	1,031	0,05	30	100,0	0	0,0
Crioscopia (°Hortvet)	30	-0,535	0,77	30	100,0	0	0,0

*Conformidade de acordo com IN62 (BRASIL, 2011); N: número de amostras; CV: coeficiente de variação; CCS: Contagem de Células Somáticas; CB: Contagem Bacteriana; EST: Extrato Seco Total; ESD: Extrato Seco Desengordurado.

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Quanto à CCS, 10 amostras (33,3%) estavam acima da contagem máxima exigida, ou seja, 500.000 céls. mL⁻¹ (BRASIL, 2011). A alta CCS do leite está relacionada com a alta prevalência de mastite nos rebanhos (SOUZA et al., 2005). O manejo inadequado de ordenha, a falta de higiene de funcionários e animais, a qualidade inferior da água utilizada nas propriedades e a higiene do ambiente das vacas são fatores determinantes de mastite bovina nas propriedades leiteiras (DA CUNHA et al., 2015).

Observou-se que 27 amostras (90%) estavam acima da contagem bacteriana máxima exigida pela legislação, ou seja, 300.000 UFC mL⁻¹ (BRASIL, 2011). Molineri et al. (2012)

observaram que as principais fontes de contaminação do leite são superfícies de equipamentos de ordenha e tanque de resfriamento das propriedades leiteiras, superfície externa dos tetos, úberes e patógenos causadores de mastites. Segundo Guerreiro et al. (2005), a temperatura e o tempo de armazenagem do leite estão diretamente ligados com a multiplicação dos micro-organismos presentes no leite.

Após a pasteurização do leite para processamento dos queijos, observou-se que todas as amostras de leite apresentaram resultados negativos e positivos quanto à pesquisa de fosfatase alcalina e lactoperoxidase, respectivamente, o que indica que todos os leites foram eficientemente pasteurizados.

Todas as amostras de queijo Minas Frescal tiveram umidade maior que 55%, limite mínimo estabelecido para queijos de muita umidade de acordo com a legislação (BRASIL, 2004). Quanto ao teor de gordura no extrato seco total, todas amostras tiveram porcentagens entre 25,0 e 44,9%, limites inferior e superior estabelecidos para queijos semi-gordo (BRASIL, 1996). Portanto, as médias de tais parâmetros encontraram-se dentro dos parâmetros legais (Tabela 2).

Tabela 2- Qualidade de queijos Minas Frescal produzidos em um laticínio de Viçosa (MG)

Parâmetro	N*	Média	CV (%)*
Acidez (% Ácido Láctico)	30	0,078	21,76
pH	30	6,57	1,13
Umidade (%)	30	62,05	12,36
Gordura (% no EST)	30	42,04	23,78
Proteína (%)	30	18,43	12,12
Resíduo Mineral Fixo (%)	30	2,67	10,66
Cloreto (%)	30	0,898	29,68

* N: número de amostras; CV: coeficiente de variação.

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Analisando queijos Minas Frescal, Sangaletti et al. (2009) encontraram pH médio de 6,6, valor semelhante ao encontrado no presente estudo. Entretanto, a acidez média dos queijos no presente estudo foi maior, o que pode estar relacionado às diferentes concentrações de ácido láctico adicionado durante o processamento dos queijos.

Perry (2004) observou teores de proteína de queijos Minas Frescal entre de 23 e 25%, valores maiores ao encontrado no presente estudo. De forma proporcional, as maiores umidade vista nos queijos analisados reduziram os teores de proteína (BITTENCOURT et al., 2013).

Os teores de resíduo mineral fixo foram maiores que os teores encontrados por Martins et al. (2012), que observaram valores entre 2,31 e 2,57%. Teores de cloreto maiores que os queijos do presente estudo foram encontrados por Silveira Júnior et al. (2012).

Por meio de análise de regressão multivariada, não foi observada significância ($p > 0,05$) entre os parâmetros de qualidade do leite e tempo de coagulação do leite, tempo de mexedura da massa, rendimento e qualidade dos queijos.

O tempo médio de coagulação dos queijos foi de 23,7 minutos. Por meio de regressão simples, observou-se que a qualidade do leite influenciou significativamente ($p < 0,05$) o tempo de coagulação do leite durante o processo de fabricação dos queijos (Tabela 3). O leite com alta CCS e teor de proteína ocasionaram maior tempo de coagulação ($r = 0,467$) durante o processo de fabricação do queijo.

Tabela 3- Influência da qualidade do leite cru refrigerado sobre o tempo de coagulação do leite para fabricação da massa do queijo Minas Frescal

Parâmetro	p*	r**	Regressão
CCS	0,009	0,467	Minutos = $14,198 + 0,0000198 \cdot \text{cél. mL}^{-1}$
UFC	0,514	0,124	Minutos = $22,689 + 0,000000552 \cdot \text{UFC mL}^{-1}$
EST	0,115	0,294	Minutos = $-74,819 + 7,810952 \cdot \% \text{EST}$
ESD	0,058	0,349	Minutos = $-138,488 + 18,53437 \cdot \% \text{ESD}$
Gordura	0,332	0,183	Minutos = $-5,376 + 7,528217 \cdot \% \text{Gordura}$
Proteína	0,046	0,337	Minutos = $-57,435 + 24,61385 \cdot \% \text{Proteína}$
Acidez	0,972	0,002	Minutos = $22,054 + 0,1036468 \cdot ^\circ \text{D}$
Densidade	0,634	-0,091	Minutos = $30,735 - 0,0007036 \cdot \text{g mL}^{-1}$
Crioscopia	0,168	-0,258	Minutos = $-177,587 - 375,8866 \cdot ^\circ \text{H}$

* Valor $p < 0,05$ indica regressão significativa entre parâmetro avaliado e tempo de coagulação do leite. ** Coeficiente $r \geq 0,7$ ou $r \leq -0,7$ indica forte regressão, $0,3 \leq r < 0,7$ ou $-0,3 \geq r > -0,7$ indica moderada regressão e $0,3 > r > -0,3$ indica fraca regressão.

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Segundo Gigante et al. (2008), a obtenção do coágulo por meio da ação enzimática é principalmente dependente da caseína, proteína que é quebrada para formação da coalhada. As enzimas produzidas pelas células somáticas atacam a caseína, alterando o sítio de ação das enzimas do coalho. Portanto, a alta CCS provoca redução do teor de caseína intacta, o que eleva o tempo de coagulação do leite.

Como a dosagem de coalho usado pela indústria onde o experimento foi realizado é padronizada para toda produção de lotes de queijos, o leite com maior teor de proteína terá maior tempo de coagulação. Entretanto, o teor de proteína não foi suficiente para que os teores de ESD ou EST, extratos do leite compostos por proteína, influenciassem o tempo de coagulação. A concentração dos demais constituintes do leite não influenciaram o tempo de coagulação.

O tempo médio de mexedura da massa do queijo Minas Frescal foi de 15,6 minutos. O tempo de mexedura foi influenciado significativamente ($p < 0,05$) apenas pela acidez do leite utilizado para sua produção (Tabela 4). Quanto maior a acidez do leite, menor foi o tempo de mexedura da massa.

Tabela 4- Influência da qualidade do leite sobre o tempo de mexedura da massa para fabricação do queijo Minas Frescal

Parâmetro	p*	r**	Regressão
CCS	0,968	0,021	Minutos = 15,73 + 0,000000272*céls. mL ⁻¹
UFC	0,656	0,085	Minutos = 16,183 - 0,000000318*UFC mL ⁻¹
EST	0,264	-0,211	Minutos = 75,239 - 4,728419*%EST
ESD	0,269	-0,208	Minutos = 97,259 - 9,331827*%ESD
Gordura	0,386	-0,164	Minutos = 37,571 - 5,688562*%Gordura
Proteína	0,419	-0,153	Minutos = 46,724 - 9,442039*%Proteína
Acidez	0,013	-0,447	Minutos = 108,522 - 5,850288*°D
Densidade	0,509	0,125	Minutos = -1265,728 + 1243,022*g mL ⁻¹
Crioscopia	0,438	0,147	Minutos = 112,174 + 180,3428*°H

* Valor p<0,05 indica regressão significativa entre parâmetro avaliado e tempo de mexedura da massa. ** Coeficiente r≥0,7 ou r≤-0,7 indica forte regressão, 0,3≤r<0,7 ou -0,3≥r>-0,7 indica moderada regressão e 0,3>r>-0,3 indica fraca regressão.

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

A hipótese para tal resultado é que com o leite mais ácido, as enzimas do coalho atuam de forma eficiente, apesar da desestabilização da caseína. Isso ocasiona maior força de adesão do coágulo formado, o que aumenta a sinérese e, conseqüentemente, diminui o tempo de mexedura. A alta acidez da massa em processamento pode facilitar as forças eletrostáticas, o que mantém os grãos mais unidos (ORDONEZ, 2005).

Quanto à influência da qualidade do leite nos parâmetros físico-químicos do queijo, observou-se que quanto maior a contagem bacteriana e acidez do leite, maior (p<0,05) foi a umidade do produto final (Tabela 5). Quanto maior a densidade do leite, menor (p<0,05) foi a umidade do queijo. A maior retenção de água na massa de queijos fabricados com leite estocado sob refrigeração é causada pela degradação da caseína por proteases e lipases de bactérias (BASTOS, 2015).

Tabela 5- Influência da qualidade do leite sobre a qualidade do queijo Minas Frescal

Parâmetro (Queijo x Leite)	p*	r**	Regressão
Umidade x UFC	0,001	0,585	% Umidade = 60,783 + 0,000000642*UFC mL ⁻¹
Umidade x Acidez	0,002	0,566	% Umidade = 22,225 + 2,512*°D
Umidade x Densidade	0,049	-0,324	% Umidade = 1007,656 - 917,389*g mL ⁻¹
Gordura _{EST} x Gordura	0,045	0,192	% Gordura _{EST} = -16,826 + 15,224*%Gordura
Gordura _{EST} x Densidade	0,033	0,412	% Gordura _{EST} = -19771,579 + 19223,722*g mL ⁻¹
Proteína x CCS	0,030	-0,299	% Proteína = 22,253 - 0,000007942*céls. mL ⁻¹
Proteína x Proteína	0,002	0,324	% Proteína = -10,402 + 8,665*%Proteína
Proteína x Crioscopia	0,040	-0,398	% Proteína = -96,014 - 213,321*°H
Resíduo Mineral x Acidez	0,048	-0,370	% Resíduo Mineral = -1,608 + 0,270*°D

* Valor p<0,05 indica regressão significativa entre parâmetro avaliado e a qualidade do queijo. ** Coeficiente r≥0,7 ou r≤-0,7 indica forte regressão, 0,3≤r<0,7 ou -0,3≥r>-0,7 indica moderada regressão e 0,3>r>-0,3 indica fraca regressão.

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

O teor de gordura no EST do queijo foi influenciado ($p < 0,05$) pelos teores de gordura e densidade do leite. Maior quantidade de gordura é retida na rede tridimensional proteica após a quebra enzimática da caseína do leite com maior teor de sólidos (DE OLIVEIRA et al., 2013).

O teor de proteína foi influenciado ($p < 0,05$) pela CCS, teor de proteína e crioscopia do leite. O teor de resíduo mineral fixo do queijo foi influenciado pela acidez do leite. O leite com alta CCS ocasiona maior perda de proteínas do soro durante a sinérese da massa do queijo, diminuindo o rendimento do produto. O leite de animal com mastite apresenta maior concentração de proteínas do soro devido ao aumento da permeabilidade vascular na glândula mamária. Além disto, a mastite é responsável pela diminuição de caseína no leite (SCHÄELLIBAUM, 2001; SILVA, 2012).

O rendimento médio de queijo Minas Frescal foi $5,58 \text{ L Kg}^{-1}$, ou seja, para produção de 1 Kg de queijo foram necessários 5,58 litros de leite. O rendimento foi influenciado significativamente ($p < 0,05$) pela CCS e teores de EST e gordura (Tabela 6). Quanto maior a CCS e menores os teores de EST e gordura, menor o rendimento, pois foram necessários maiores volumes de leite para produção de 1 Kg de queijo.

Tabela 6- Influência da qualidade do leite sobre o rendimento do queijo Minas Frescal

Parâmetro	p*	r**	Regressão
CCS	0,029	0,330	$\text{L/Kg} = 5,527 + 0,000000116 \cdot \text{cél. mL}^{-1}$
UFC	0,860	0,034	$\text{L/Kg} = 5,559 + 0,000000137 \cdot \text{UFC mL}^{-1}$
EST	0,033	-0,303	$\text{L/Kg} = 14,913 - 0,740 \cdot \% \text{EST}$
ESD	0,164	-0,261	$\text{L/Kg} = 16,690 - 1,269 \cdot \% \text{ESD}$
Gordura	0,038	-0,267	$\text{L/Kg} = 9,462 - 1,004 \cdot \% \text{Gordura}$
Proteína	0,238	-0,222	$\text{L/Kg} = 10,499 - 1,491 \cdot \% \text{Proteína}$
Acidez	0,882	-0,029	$\text{L/Kg} = 6,223 - 0,0402 \cdot ^\circ \text{D}$
Densidade	0,421	-0,153	$\text{L/Kg} = 175,207 - 164,552 \cdot \text{g mL}^{-1}$
Crioscopia	0,176	0,254	$\text{L/Kg} = 23,700 + 33,829 \cdot ^\circ \text{H}$

* Valor $p < 0,05$ indica regressão significativa entre parâmetro avaliado e rendimento do queijo. ** Coeficiente $r \geq 0,7$ ou $r \leq -0,7$ indica forte regressão, $0,3 \leq r < 0,7$ ou $-0,3 \geq r > -0,7$ indica moderada regressão e $0,3 > r > -0,3$ indica fraca regressão.

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

A gordura do leite é importante na manufatura de vários derivados lácteos, inclusive queijos. Após a formação da rede tridimensional de para- κ -caseína resultante da quebra da κ -caseína, a gordura é aprisionada em razão de ser insolúvel, e portanto, não é eliminada por meio do soro. Quanto maior a concentração de gordura no leite, maior o rendimento de queijos (FOX et al., 2004). Este fenômeno pode ter contribuído para a influência positiva dos teores de EST no rendimento dos queijos, já que a gordura faz parte deste extrato do leite.

Como relatado anteriormente, a alta CCS aumenta o tempo de coagulação do leite e também diminui o rendimento de queijo. A ação das enzimas excretadas por células

somáticas pode comprometer o sítio de ação do coalho, o que compromete a formação da massa e, conseqüentemente, causa a perda de grande parte da proteína e gordura por meio do soro (COELHO et al., 2014; GIGANTE et al., 2008).

A alta CCS do leite está relacionada com a prevalência de mastite nos rebanhos, o que pode alterar a composição do leite, como por exemplo, reduzir o teor de gordura, constituinte que irá compor o queijo. A mastite também pode ocasionar redução dos teores de cálcio e fósforo, importantes minerais que conferem estabilidade ao leite (SRINIVASAN e LUCEY, 2002; PAIVA et al., 2012; GARGOURI et al., 2013). Porém, Mazal et al. (2007) não observaram efeito da CCS sobre o rendimento de queijo.

CONCLUSÕES

A qualidade do leite cru influencia o processamento, rendimento e qualidade do queijo Minas Frescal. O monitoramento da qualidade do leite cru é importante para estipular o tempo de coagulação do leite e mexedura da massa, teores de gordura, proteína, resíduo mineral fixo, umidade e rendimento do queijo. Para isto, programas que incentivem os produtores a produzirem leite de boa qualidade são importantes para que a indústria não tenha prejuízos e possa oferecer queijo com boa qualidade nutricional.

Influence of refrigerated raw milk quality in processing, yield and quality of Minas Frescal cheese

ABSTRACT

Due to the low quality of refrigerated raw milk produced in Brazil, the objective of this study was to evaluate its influence on milk clotting time, hammering mass time, yield and quality the cheeses. In industry of Viçosa (MG), 30 milk samples collected from the storage silo and 30 cheese samples produced were analyzed for physicochemical parameters established by law. The milk with higher SCC and protein tenor showed higher ($p<0.05$) coagulation time during the manufacture of cheeses. How higher the milk acidity, lower ($p<0.05$) was the time of hammering mass. The humidity cheese was influenced positively ($p<0.05$) by the bacterial count, acidity and negatively ($p<0.05$) by the milk density. The tenor of cheese protein decreased ($p<0.05$) with the increase of the milk SCC and freezing point. The high acidity of the milk decreased ($p<0.05$) fixed mineral residue tenor of the cheese. How higher the SCC and lower solids and fat tenors, lower ($p<0.05$) was the cheese yield. Monitoring the quality of raw milk is important for the industry has no losses and produce cheese with good nutritional quality.

KEYWORDS: Cheese. Coagulation. Dairy. Quality. SCC.

REFERÊNCIAS

- BASTOS, R.A. **Influência do armazenamento e da contagem de bactérias psicrotróficas do leite nas características do queijo prato durante a maturação.** 2015. 209f. Dissertação (Doutorado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG
- BITTENCOURT, R. H. F. P. de M. et al. Caracterização de Requeijão Marajoara e Minas Frescal produzidos com leite de búfalas no Estado do Pará, Brasil. **Ciência Rural**, v. 43, n. 9, p. 1687-1692, 2013. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782013005000110>
- BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 68, de 12 de dezembro de 2006. Métodos Analíticos Físico-Químicos para Controle de Leite e Produtos Lácteos. **Diário Oficial da União**, Brasília, seção 1:8, 14 de dezembro de 2006.
- BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 62, de 29 de dezembro de 2011. Altera a Instrução Normativa nº 51, de 18 de setembro de 2002. Regulamento Técnico de Produção, Identidade e Qualidade do Leite tipo A, Leite Cru Refrigerado, Leite Pasteurizado e Coleta de Leite Cru Refrigerado e seu Transporte a Granel. **Diário Oficial da União**, Brasília, 29 de dezembro de 2011.
- BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 4, de 1 de março de 2004. Altera a Resolução MERCOSUL nº 145, de 13 de dezembro de 1996. Regulamento Técnico MERCOSUL de Identidade e Qualidade de Queijo Minas Frescal. **Diário Oficial da União**, Brasília, 05 de março de 2004.
- BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 146, de 07 de março de 1996. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Queijos. **Diário Oficial da União**, Brasília, seção 1:3977, 11 de março de 1996.
- COELHO, K. O. et al. Efeito da contagem de células somáticas sobre o rendimento e a composição físico-química do queijo muçarela. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 66, n. 4, p. 1260-1268, 2014. <https://doi.org/10.1590/1678-7616>
- DA CUNHA, A. F. et al. Prevalência, etiologia e fatores de risco de mastite clínica em rebanhos leiteiros de Viçosa-MG. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 10, n. 1, p. 48-54, 2016. <https://doi.org/10.21708/avb.2016.10.1.5476>

DE OLIVEIRA, Débora Francielly et al. Caracterização físico-química de queijos Minas Artesanal produzidos em diferentes microrregiões de Minas Gerais. **Oikos: Família e Sociedade em Debate**, v. 24, n. 2, p. 185-196, 2013.

FOX, P.F., MCSWEENEY, P.L.H., COGAN, T.M., GUINEE, T.P. 2004. **Cheese: chemistry, physics and microbiology**. 3rd Ed. London: Elsevier Academic Press. 640p.

FOX, Patrick F. et al. (Ed.). **Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology**, 3rd Ed. London: Elsevier Academic Press, 2004, 640 p.

GARGOURI, A.; HAMED, H.; ELFEKI, A. Analysis of raw milk quality at reception and during cold storage: combined effects of somatic cell counts and psychrotrophic bacteria on lipolysis. **Journal of Food Science**, v. 78, n. 9, p. 1405-1411, 2013. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.12188>

GIGANTE, M. L.; COSTA, M. R. Influência das células somáticas nas propriedades tecnológicas do leite e derivados. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO LEITE, 3., 2008. Recife, **Anais...** Recife: CCS Gráfica e Editora, 1, 2008, p. 161-174.

GUERREIRO, Paola Kiara et al. Qualidade microbiológica de leite em função de técnicas profiláticas no manejo de produção. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 1, p. 216-222, 2005. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542005000100027>

IDF, International Dairy Federation. **Methods for estimating colony forming units**. IDF Standard 256. Brussels: International Dairy Federation, 1991. 5 p.

IDF, International Dairy Federation. **Milk: enumeration of somatic cells**. IDF Standard 148, Brussels: International Dairy Federation, 1995. 8 p.

IDF, International Dairy Federation. **Whole milk – determination of milk fat, protein and lactose content. Guidance on the operation of mid infrared instruments**. IDF Standard 141C. Brussels: International Dairy Federation, 2000, 8 p.

MARTINS, Henrique Cordeiro et al. Os impactos da difusão tecnológica na bovinocultura leiteira: um estudo dos integrantes da cadeia agroindustrial do leite em um município de Minas Gerais. **Ciência Rural**, v. 44, n. 6, p. 1141-1146, 2014. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782014000600030>

MARTINS, Susi Cristina dos Santos Guimarães et al. Rendimento, composição e análise sensorial do queijo minas frescal fabricado com leite de vacas mestiças

alimentadas com diferentes volumosos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, n. 4, p. 993-1003, 2012. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982012000400023>

MATIOLI, Gilson Pinto et al. Influência do leite proveniente de vacas mastíticas no rendimento de queijo minas frescal. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 54, n. 313, p. 38-45, 2000.

MAZAL, G. et al. Effect of somatic cell count on Prato cheese composition. **Journal of dairy science**, v. 90, n. 2, p. 630-636, 2007. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(07\)71545-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(07)71545-X)

MOLINERI, Ana I. et al. Association between milking practices and psychrotrophic bacterial counts in bulk tank milk. **Revista Argentina de Microbiologia**, v. 44, n. 3, p. 187-194, 2012.

ORDÓÑEZ, J.A. **Tecnologia de Alimentos: Alimentos de Origem Animal**. Vol. 2, Porto Alegre: Ed. Artmed, 2005, 280 p.

PAIVA, C. A. V. et al. Evolução anual da qualidade do leite cru refrigerado processado em uma indústria de Minas Gerais. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 64, n. 2, p. 471-479, 2012. <https://doi.org/10.1590/S0102-09352012000200030>

PERRY, Katia SP. Queijos: aspectos químicos, bioquímicos e microbiológicos. **Química nova**, v. 27, n. 2, p. 293-300, 2004. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422004000200020>

SANGALETTI, Naiane et al. Estudo da vida útil de queijo Minas. **Food Science and Technology**, v. 29, n. 2, p. 262-269, 2009. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612009000200004>

SCHÄELLIBAUM, M. Impact of SCC on the quality of fluid milk and cheese. In: ANNUAL MEETING NATIONAL MASTITIS COUNCIL, 40, 2001, Reno. **Proceedings...** Madison: National Mastitis Council, 2001. p.39.

SILVA, F.T. **Queijo Minas Frescal**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. 2005. 50p.

SILVA, N.M.A. **Influência da contagem de células somáticas e da contagem bacteriana total do leite cru no rendimento da produção de queijos, utilizando metodologia em escala reduzida**. 2012. 43 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG.

SILVEIRA JÚNIOR, José F. et al. Caracterização físico-química de queijos Coloniais produzidos em diferentes épocas do ano. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 67, n. 386, p. 67-80, 2012. DOI: <https://doi.org/10.5935/2238-6416.20120038>

SOUZA, G. N. et al. Fatores de risco associados à alta contagem de células somáticas do leite do tanque em rebanhos leiteiros da Zona da Mata de Minas Gerais. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 57, p. 251-260, 2005. <https://doi.org/10.1590/S0102-09352005000800018>

SRINIVASAN, M.; LUCEY, J. A. Effects of added plasmin on the formation and rheological properties of rennet-induced skim milk gels. **Journal of Dairy Science**, v. 85, n. 5, p. 1070-1078, 2002. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(02\)74167-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(02)74167-2)

VARGAS, Diego Prado de et al. Correlações entre contagem de células somáticas e parâmetros físico-químicos e microbiológicos de qualidade do leite. **Ciência Animal Brasileira**, v. 15, n. 4, p. 473-483, 2014. <https://doi.org/10.1590/1809-6891v15i420637>

Recebido: 22 fev. 2020.

Aprovado: 12 fev. 2021.

Publicado: 25 jun. 2021.

DOI: 10.3895/rbta.v15n1.11665

Como citar:

COELHO, K. S. et al. Influência da qualidade do leite cru refrigerado no processamento, rendimento e qualidade do queijo Minas Frescal. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, Francisco Beltrão, v. 15, n. 1, p. 3468-3482, jan./jun. 2021. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rbta>>. Acesso em: XXX.

Correspondência:

Adriano França da Cunha

R. Olinda Martins Dantonino, 336, apt. 202, Liberdade, Viçosa, Minas Gerais, Brasil. CEP: 36576-264.

Direito autoral: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

