

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO - CAMPUS RIO VERDE
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**INFLUÊNCIA DA REMOÇÃO DE CÉLULAS SOMÁTICAS NA
QUALIDADE E RENDIMENTO DO LEITE**

Autor: Ruthele Moraes do Carmo
Orientador: Dr. Marco Antônio Pereira da Silva
Coorientadora: Dr.^a Karen Martins Leão
Coorientador: Dr. Adriano Carvalho Costa

Rio Verde - GO
Março - 2017

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO - CAMPUS RIO VERDE
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**INFLUÊNCIA DA REMOÇÃO DE CÉLULAS SOMÁTICAS NA
QUALIDADE E RENDIMENTO DO LEITE**

Autor: Ruthele Moraes do Carmo
Orientador: Dr. Marco Antônio Pereira da Silva
Coorientadora: Dr.^a Karen Martins Leão
Coorientador: Dr. Adriano Carvalho Costa

Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - Campus Rio Verde - Área de concentração Produção animal.

Rio Verde - GO
Março - 2017

Moraes Carmo, Ruthele

M827i Influência da Remoção de Células Somáticas na Qualidade e Rendimento do Leite / Ruthele Moraes do Carmo. – Rio Verde. - 2017.

49 f.: 8 il.

Dissertação (Mestrado) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - Campus Rio Verde, 2017.

Orientador: Prof. Dr. Marco Antônio Pereira da Silva.

Bibliografia

1. Centrifugation. 2. Filtration. 3. Fresh cheeses. 4. *In natura*. I. Dissertação Mestrado. II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - Campus Rio Verde.

CDD:637.1

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO – CÂMPUS RIO VERDE
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**INFLUÊNCIA DA REMOÇÃO DE CÉLULAS SOMÁTICAS
NA QUALIDADE E RENDIMENTO DO LEITE**

Autor: Ruthele Moraes do Carmo
Orientador: Marco Antônio Pereira da Silva

TITULAÇÃO: Mestre em Zootecnia – Área de concentração Zootecnia
– Zootecnia e Recursos Pesqueiros.

APROVADO em 10 de março de 2017.


Prof.^a Dr.^a Rafaella Belchior Brasil
Avaliadora externa
Faculdade Quirinópolis


Prof.^a Dr.^a Fabiana Ramos dos Santos
Avaliadora interna
IF Goiano/ RV


Prof. Dr. Marco Antônio Pereira da Silva
Presidente da banca
IF Goiano/RV


Prof.^a Dr.^a Karen Martins Leão
Avaliadora interna
IF Goiano/ RV

Dedico a Deus, aos meus Pais e minha esposa por toda força e apoio, fazendo com que meu sonho se tornasse realidade.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me conceder a vida, aos meus Pais que não mediram esforços para que eu pudesse realizar meus sonhos, sempre me aconselhando e apoiando constantemente. A todos os meus familiares que de forma direta ou indireta me deram apoio e incentivo para que nunca desistisse dos meus sonhos, em destaque meu tio Ricardo, por sempre se dispor em me auxiliar de todas as formas possíveis.

A minha esposa Jéssica, que sempre esteve ao meu lado nos momentos mais difíceis e felizes da minha trajetória, apoiando constantemente em minhas decisões, nunca me abandonando.

Ao meu orientador professor Dr. Marco Antônio, por todo conhecimento em mim depositado se dispondo em me tornar uma pessoa e um profissional cada vez melhor, durante esses seis anos de companheirismo e amizade. Obrigado pela sinceridade e rigidez quando necessárias sempre pensando no meu bem, tornando assim uma pessoa em que me espelho e admiro.

Aos meus padrinhos (irmãos) Rânio Cesar e Felipe Rocha, pela amizade construída no decorrer dos anos e pela força em mim depositada, sempre me apoiando e incentivando.

Aos meus irmãos de laboratório Guilherme, Luiz Eduardo e Matheus, pela amizade e principalmente pelo auxílio no desenvolvimento da pesquisa, sem eles não seria possível chegar até aqui.

Aos amigos que conheci no Laboratório de Produtos de Origem Animal Norton, Yasmine, Núbia, Diene, Nayane, Lígia e Gustavo, pelos momentos inesquecíveis que vivemos juntos, as risadas e tristezas lá compartilhadas.

Às professoras Karen Martins Leão e Fabiana Ramos dos Santos, pelos conhecimentos compartilhados e por aceitarem participar desse momento especial em minha vida. A Rafaella Belchior Brasil, pelo aceite do convite em participar desse momento único.

Ao professor Edmar Soares Nicolau, da Universidade Federal de Goiás, pelos ensinamentos e auxílio durante a pesquisa se dispondo a todo momento contribuir com meu crescimento pessoal e profissional.

Ao Laboratório de Qualidade do Leite do Centro de Pesquisa em Alimentos da Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás, por disponibilizar toda estrutura para realização das análises da qualidade do leite do presente trabalho.

Ao apoio financeiro disponibilizado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), através da concessão da bolsa, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás (Fapeg) e a Financiadora de Estudos e Projetos (Finep), pelo apoio financeiro a pesquisa.

BIOGRAFIA DO AUTOR

Ruthele Moraes do Carmo, filho de Clodivaldo Silva do Carmo e Maria Abadia Moraes do Carmo, nascido no dia 17 de julho de 1990, na cidade de Rio Verde, Goiás. Casado com Jéssica Martins Malta, no ano de 2016. Em fevereiro de 2011, ingressou no curso de Bacharelado de Zootecnia do Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde, Rio Verde – GO, graduando-se em agosto de 2015. Em agosto de 2011 durante a graduação, ingressou na Iniciação Científica (IC) na área de Qualidade do Leite, como bolsista, sob a orientação do Professor Dr. Marco Antônio Pereira da Silva, permanecendo até agosto de 2015. Ao término da graduação em agosto de 2015, ingressou no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, do Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde, Rio Verde - GO, sob a orientação do Professor Dr. Marco Antônio Pereira da Silva, como bolsista CAPES. No primeiro semestre de 2017, concluiu o Mestrado em Zootecnia no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia do Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde.

ÍNDICE

	Página
RESUMO	1
ABSTRACT	2
INTRODUÇÃO GERAL	3
REVISÃO DA LITERATURA	5
Cenário da Bovinocultura Leiteira no Brasil.....	5
Fatores Que Influenciam na Qualidade do Leite.....	6
Rendimento de Fabricação de Derivados Lácteos.....	8
Métodos Alternativos Para Remoção de Células Somáticas do Leite.....	10
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	12
CAPÍTULO I: INFLUÊNCIA DA REMOÇÃO DE CÉLULAS SOMÁTICAS NA QUALIDADE E RENDIMENTO DO LEITE	18
RESUMO	18
ABSTRACT	18
INTRODUÇÃO	19
MATERIAL E MÉTODOS	19
Local e Descrição da Pesquisa.....	19
Análises Físico-Químicas do Leite.....	20
Rendimento do leite.....	21
Avaliação da Centrifugação por Diferentes Períodos.....	22
Avaliação do Efeito da Centrifugação no Rendimento de Queijos Frescais.....	23

Avaliação da Microfiltração Como Método de Remoção de Células Somáticas.	24
Avaliação do Efeito da Microfiltração no Rendimento de Queijos Frescais.....	24
Análise Estatística.....	25
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	25
CONCLUSÃO.....	32
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	32

ÍNDICE DE TABELAS

	Página
TABELA 1 - Valores médios dos teores de gordura, proteína, lactose, extrato seco total (EST), extrato seco desengordurado (ESD), caseína e contagem de células somáticas (CCS) do leite com diferentes contagens de células somáticas.....	22
TABELA 2 - Valores médios dos teores de gordura, proteína, lactose, extrato seco total (EST), extrato seco desengordurado (ESD), caseína e contagem de células somáticas (CCS) do leite refrigerado centrifugado e não centrifugado....	24
TABELA 3 - Rendimento do leite <i>in natura</i> com diferentes contagens de células somáticas.....	25
TABELA 4 - Valores médios e erros padrões dos teores de gordura (%), proteína (%), lactose (%), extrato seco total (EST) (%), extrato seco desengordurado (ESD) (%), caseína e contagem de células somáticas (CCS) (x1000 CS/mL) do leite refrigerado e centrifugado durante 0, 5, 10, 15 e 20 minutos.....	27
TABELA 5 - Rendimento de queijos frescos fabricados com leite refrigerado centrifugado e leite refrigerado não centrifugado.....	28
TABELA 6 - Valores médios e erros padrões dos teores de gordura, proteína, lactose, extrato seco total (EST), extrato seco desengordurado (ESD), caseína e contagem de células somáticas (CCS) do leite refrigerado microfiltrado e não	

microfiltrado.....	30
TABELA 7 - Rendimento de queijos frescais fabricados a partir de leite refrigerado e leite refrigerado microfiltrado.....	31

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
FIGURA 1 - Valores médios da contagem de células somáticas (CCS) do <i>pool</i> de amostras de leite centrifugadas por 5, 10, 15 e 20 minutos.....	28

LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS, ABREVIACÕES E UNIDADES

Símbolo	Sigla
%	Por cento
IF Goiano	Instituto Federal Goiano
OCDE	<i>Organization for Economic Cooperation and Development</i>
FAO	<i>Food and Agriculture Organization</i>
µm	Micrômetro
CCS	Contagem de Células Somáticas
PIB	Produto Interno Bruto
L	Litro
CEPEA	Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
IPCA	Instituto Nacional de Preços ao Consumidor Amplo
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
POF	Pesquisa de Orçamentos Familiares
+	Adição
HZ	Holandês-Zebu
CBT	Contagem Bacteriana Total
et al.	E outros
α	Alfa
β	Beta
κ	Capa
Kg	Quilogramas
mL	Miligramas
nm	Nanômetros
<	Menor que
>	Maior que
±	Mais ou menos
CV	Coeficiente de Variação
≤	Menor ou igual a
≥	Maior ou igual a
CS	Células Somáticas
g	Gramas
CEUA	Comitê de Ética no Uso de Animais
ESD	Extrato seco desengordurado
EST	Extrato seco total
IDF	<i>International Dairy Federation</i>

°C	Graus Celsius
μL	Microlitro
m/v	Massa em relação ao volume
pH	Potencial hidrogeniônico
ITR	Instrumentos para laboratórios
rpm	Rotações por minuto
BOD	Demanda bioquímica de oxigênio
R	Rendimento
Pq	Peso do queijo
PL	Peso do leite
CV	Coefficiente de variação

RESUMO

Objetivou-se avaliar a influência das células somáticas no rendimento do leite, assim como a atuação da centrifugação por diferentes minutos e a microfiltração sobre a qualidade físico-química do leite, contagem de células somáticas (CCS) e rendimento de queijos frescais. Foram avaliados a utilização da centrifugação e microfiltração como métodos para remoção de células somáticas do leite, bem como a ação dos mesmos sobre a qualidade físico-química do leite, o rendimento em massa do leite e o rendimento de queijos frescais, além da influência da CCS no rendimento do leite. Foi avaliado a qualidade físico química do leite. As análises foram realizadas em relação aos teores de gordura, proteína, lactose, extrato seco desengordurado (ESD), extrato seco total (EST), CCS e caseína. Avaliou-se o rendimento do leite com diferentes CCS através de coagulação ácida, atuação da centrifugação por diferentes períodos na remoção de células somáticas (CS) e no rendimento de queijos frescais, bem como a influência da microfiltração na remoção de células somáticas (CS) e no rendimento de queijos frescais. Os resultados da composição química do leite, da CCS, do rendimento em massa do leite e rendimento de queijos frescais fabricados a partir do leite microfiltrado e/ou centrifugado, foram comparados por meio do teste de Tukey a 5% de probabilidade através do software SISVAR. O maior rendimento foi observado no leite com $CCS \leq 200$ mil CS/mL, enquanto o leite com $CCS \geq 401$ mil CS/mL demonstrou rendimento mais elevado quando comparado ao leite com CCS de 201 a 400 mil CS/mL. Os menores teores de gordura, EST e a CCS foram observados durante a centrifugação por 20 minutos. O *pool* de amostras de leite centrifugadas durante 20 minutos demonstram a eficiência do processo de centrifugação na remoção de CS do leite, entretanto, não houve variação no rendimento dos queijos frescais fabricados com leite refrigerado centrifugado e não centrifugado. Durante o processo de microfiltração a gordura, EST e a CCS foram reduzidos, apesar de não influenciar no rendimento dos queijos frescais. A centrifugação e a microfiltração podem ser utilizadas como métodos para remoção das células somáticas do leite, entretanto, deve-se levar em consideração a variação nos teores de sólidos do leite.

Palavras-chave: Centrifugação. Frescal. Microfiltração. Refrigerado.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the influence of somatic cells on milk yield, as well as the influence of centrifugation in different minutes and microfiltration on the physical-chemical quality of milk, somatic cell count (SCC) and fresh cheese yield. The use of centrifugation and microfiltration as methods to remove milk somatic cells, as well as their influence on the physical-chemical quality of milk, milk mass yield and fresh cheese yield, as well as the influence of SCC in milk yield were evaluated. The chemical physical quality of the milk was also evaluated. The analyzes were carried out in relation to the contents of fat, protein, lactose, defatted dry extract (SNF), total dry extract (TDE), SCC and casein. It was evaluated the milk yield with different SCC through acid coagulation, the influence of the centrifugation in different periods in the somatic cell removal (SC) and in the yield of fresh cheeses, as well as the influence of the microfiltration on the SC removal and the yield of fresh cheeses. The results of the chemical composition of milk, SCC, milk mass yield and yield of fresh cheeses made from microfiltered and / or centrifuged milk were compared by means of the Tukey test at 5% probability using SISVAR software . The highest yield was observed in milk with $SCC \leq 200.000$ SC/mL, while milk with $SCC \geq 401.000$ SC/mL showed a higher yield when compared to milk with SCC from 201 to 400.000 SC/mL. The lowest fat contents, SNF and SCC were observed during centrifugation for 20 minutes. The *pool* of milk samples centrifuged for 20 minutes demonstrated the efficiency of the centrifugation process in the removal of SC from the milk, however, there was no change in the yield of fresh cheeses made with centrifuged and non-centrifuged refrigerated milk. During the microfiltration process the fat, total dry extract and SCC were reduced, although they did not influence the yield of the fresh cheeses. Centrifugation and microfiltration can be used as methods to remove milk somatic cells, however, the influence of milk solids content should be taken into account.

Key words: Centrifugation. Frescal. Microfiltration. Refrigerated.

INTRODUÇÃO GERAL

A demanda por produtos lácteos crescerá no médio prazo, impulsionada pelo aumento da renda e queda nos preços em relação aos níveis recorde em 2013, entretanto, a busca pela qualidade ainda é um dos principais fatores levado em consideração pelos consumidores na escolha do produto (OCDE/FAO, 2016).

No entanto, a qualidade do leite sofre influência de fatores relacionados a características genéticas e não genéticas, estando estes ligados ao ambiente ou por funções de natureza fisiológica, desta forma, fatores como nutrição, genética, ordem de partos, estágio de lactação e contagem de células somáticas (CCS) afetam diretamente as concentrações dos componentes químicos do leite (GALVÃO JUNIOR et al., 2010).

Mesmo influenciando na composição química do leite, células somáticas (CS) presentes no leite não consistem em fator de risco para a saúde do consumidor, uma vez que os patógenos são destruídos no processo de pasteurização, entretanto, as enzimas não são destruídas neste processo permanecendo nos produtos lácteos (MAGALHÃES et al., 2006).

A elevação dos níveis de enzimas no leite oriundas de CS, além de afetar a composição do leite, provoca redução no rendimento e vida de prateleira dos derivados lácteos (ERDEM et al., 2010).

Nesse sentido, tecnologias como a microfiltração e centrifugação são técnicas utilizadas para separação seletiva de CS e outras partículas presentes no leite (LI et al.,

2014). O leite contém partículas com tamanhos variados em sua composição, ou seja, o tamanho das CS varia de 6 μm a 15 μm , glóbulos de gordura de 0,2 μm a 15 μm , bactérias de 0,2 μm a 62 μm , micelas de caseínas de 0,08 μm a 0,45 μm , além da diferença de densidade entre estas (PIERRE et al., 1998).

Desta forma, a centrifugação atua na remoção das CS por meio da diferença de densidade, reduzindo de 34,6% a 75,6% as CS do leite, dependendo do binômio velocidade/tempo de centrifugação (SANTOS et al., 2003).

Através do processo de centrifugação é possível prolongar a vida útil do leite pasteurizado por três a cinco dias, ou seja, após a centrifugação do leite com intuito de remover bactérias e CS, o leite deve ser pasteurizado visando a eliminação de microrganismos que não foram removidos durante a centrifugação (SANT'ANA, 2014).

Já a microfiltração dentro da indústria de laticínios pode ser empregada na remoção de bactérias e esporos, enriquecimento de caseínas micelares para fabricação de queijos, remoção de células somáticas e fracionamento de proteínas do leite através de operações de separação por membranas (CARVALHO & MAUBOIS, 2010).

Nesse sentido, a utilização de leite microfiltrado na fabricação de queijos vem sendo estudado há bastante tempo, a princípio o leite microfiltrado era utilizado na fabricação de queijos que necessitavam de um longo período de maturação, reduzindo assim o problema de estufamento tardio dos queijos e aumentando a vida de prateleira (SABOYA & MAUBOIS, 2000).

REVISÃO DA LITERATURA

Cenário da Bovinocultura Leiteira no Brasil

Uma das principais atividades do agronegócio brasileiro responsável pelo aumento do produto interno bruto (PIB) do Brasil é a pecuária leiteira, com alta relevância no processo de desenvolvimento econômico e social do país, principalmente em relação aos pequenos e médios produtores (STOCK et al., 2011).

No ano de 2014, o PIB do agronegócio brasileiro apresentou crescimento acumulado de 1,59%, acompanhando a pecuária leiteira que cresceu 14,93%, em especial pelo aumento de 14,30% na produção e variação nos preços que não passou de 0,55% (IBGE, 2016).

Já a queda no preço do leite pago ao produtor no ano de 2015 e o aumento dos custos de produção no primeiro semestre de 2016, acarretou na diminuição de investimentos pelos produtores, resultando em queda na produção e aumento do preço do leite em todos os elos da cadeia produtiva (OCDE/FAO, 2016). Fato que influenciou diretamente no segundo trimestre de 2016, em que a coleta de leite realizada por empresas que atuavam sob algum tipo de inspeção sanitária foi de 5,17 bilhões de litros, volume esse que foi menor, 8,4% e 11,8% quando comparado ao primeiro trimestre de 2016 e 2º trimestre de 2015, respectivamente (OCDE/FAO, 2016).

Os segundos trimestres se destacam por apresentarem os menores valores de aquisição de leite em cada ano, queda essa atribuída a diminuição nas temperaturas e chuvas nas principais regiões produtoras do país, acarretando queda na produção de forragens utilizada na alimentação animal, aumento dos custos de produção e diminuição na produção de leite (CONAB, 2016).

A diminuição na produção e no preço do litro de leite pago ao produtor refletiu diretamente no consumidor final, de acordo com o Instituto Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA), entre janeiro e junho de 2016, o leite e derivados apresentaram aumento de 16,83% e segundo a pesquisa de orçamentos familiares (POF) do IBGE, a população gasta em média 7,9% de sua renda mensal com leite e derivados (IBGE, 2016).

Contudo, apesar da queda na produção de leite as projeções realizadas pela *Organization for Economic Cooperation and Development* e *Food and Agriculture*

Organization (OECD/FAO), demonstraram que entre 2016 e 2024 a produção de queijo aumentará 13,9% (1,6% ao ano), leite em pó integral em 25,5% (2,9% ao ano), leite em pó desnatado em 6,9% (0,8% ao ano) e a manteiga em 7,0% (0,8% ao ano) (OCDE/FAO, 2016).

Fatores que Influenciam na Qualidade do Leite

Vários fatores podem ser associados à variabilidade na qualidade do leite, fatores estes que vão desde o manejo, sanidade, alimentação, genética, ordem de partos, estágio de lactação, armazenamento do leite e a contagem de células somáticas (CCS) (ANDRADE et al., 2007).

A CCS é utilizada como ferramenta de monitoramento de mastite no rebanho, indicando de maneira quantitativa o grau de infecção da glândula mamária (MACHADO et al., 2000). Uma das principais características principalmente da mastite subclínica é o aumento das CCS e diminuição de 15% a 45% da produção diária de leite (BHUTTO et al., 2010).

Os principais problemas do leite relacionados à elevação na CCS são alterações nos componentes químicos, como: redução dos teores de lactose, gordura, caseína, cálcio e fósforo, aumento da albumina sérica e ácidos graxos livres de cadeia curta, e incremento da atividade proteolítica e lipolítica no leite pela ação de enzimas leucocitárias (GARGOURI et al., 2013).

Nesse sentido, correlações negativas entre CCS e gordura foram observadas por Najafi et al. (2009) e El-Tahawy & El-Far (2010), ou seja, os teores de gordura do leite podem diminuir de acordo com o aumento da CCS, principalmente pela ação de lipases leucocitárias.

Já Reis et al. (2013) observaram correlação positiva entre CCS e proteína do leite, ou seja, conforme a CCS se eleva a permeabilidade vascular aumenta, proteínas séricas migram da corrente sanguínea para o interior da glândula mamária, principalmente albuminas séricas, influenciando diretamente os níveis de proteína no leite, entretanto, ocorre a diminuição nos teores de caseína do leite, reduzindo então o rendimento industrial dos derivados.

Portanto, o controle e monitoramento da CCS são de suma importância, pois, além de fazer parte das exigências da IN/ 62 (BRASIL, 2011) do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), está relacionada diretamente com o

rendimento industrial e segurança alimentar do produto final, enquanto, para os produtores, auxilia no controle da saúde da glândula mamária dos animais (WICKSTRÖM et al., 2009).

Além do monitoramento da CCS do leite, a contagem bacteriana total (CBT) é outra variável que afeta diretamente a qualidade do leite, principalmente por estar relacionada a efeitos adversos sobre o rendimento industrial e segurança alimentar do leite (BUENO et al., 2008).

A CBT é umas das principais ferramentas utilizadas por técnicos e agropecuaristas para avaliar a eficiência de processos de produção, limpeza e práticas de saneamento, e para prever a qualidade de conservação e prazo de validade do leite e produtos lácteos (GONZALO et al., 2006).

Para Molineri et al. (2012) o principal problema relacionado a CBT é a presença de microrganismos psicrotróficos, geralmente encontrados no solo e água não tratada que contaminam o leite principalmente através da superfície externa de tetos e úberes contaminados.

Existem vários gêneros de bactérias psicrotróficas termodúricas produtoras de enzimas que não são desativadas durante o processo de pasteurização, permanecendo ativas mesmo depois do processamento térmico, influenciando no rendimento de derivados (MOLINERI et al., 2012). Essa redução no rendimento do queijo está relacionada diretamente a presença de lipases que hidrolisam lipídios e proteases que hidrolisam aminoácidos e peptídeos oriundos das caseínas, fazendo com que as mesmas sejam perdidas para o soro ao invés de formar a coalhada (MARINO et al., 2005).

Outro fator que afeta indiretamente ao rendimento de derivados lácteos é o período de lactação, afetando os componentes químicos do leite, sendo este o principal fator fisiológico envolvido no processo de aumento ou queda dos constituintes do leite (GOMES et al., 2004), ou seja, nos primeiros 60 dias de lactação o teor de proteína é menor e vai aumentando gradativamente, entretanto com o avanço do estágio de lactação a produção de leite diminui (NORO et al., 2006)

Campos et al. (2006) ao avaliarem a composição do leite de vacas de alta produção em diferentes períodos da primeira fase da lactação, observaram que os teores de gordura foram menores na oitava semana de lactação, próximo ao pico de produção. Entretanto, Kolver et al. (2007) observaram que o teor de gordura é menor próximo ao pico de lactação e maiores no início e final de lactação, considerando lactações

padronizadas para 305 dias.

Segundo Costa et al. (2009) quando o animal avança o estágio de lactação, há uma tendência de diminuição na produção diária de leite, conseqüentemente, no teor de lactose, com possível aumento de gordura, proteína e CCS. Corroborando com Voltolini et al. (2001) que observaram que a CCS em relação aos estágios da lactação apresentou acréscimo numérico no início e no final da lactação. Já Bennedsgaard et al. (2003) apontaram que a CCS pode alterar a composição do leite em qualquer estágio de lactação, principalmente em relação aos teores de gordura e proteína.

Existem também variações na quantidade e qualidade do leite que são influenciadas pela idade do animal, vacas jovens apresentaram menores produções iniciais e taxa de declínio da produção, quando comparadas com as vacas mais velhas (COBUCI et al., 2000).

Santos & Fonseca (2006) observaram que animais de primeira lactação ainda estão em fase de crescimento corporal e desenvolvimento da glândula mamária e como conseqüente, produzem menos leite. No entanto, animais de primeiro parto tem menor contato com patógenos causadores da mastite, com o avanço do número de lactações o que também coincide com o aumento da idade, os animais vão se tornando mais susceptíveis e são expostos com maior frequência à infecção, ocorrendo elevação da CCS e diminuição dos sólidos no leite (MAGALHÃES et al., 2006).

Em relação aos sólidos do leite, Noro et al. (2006) observaram menor teor proteico no leite de animais de primeiro parto enquanto Souza et al. (2010) não observaram diferença nos teores de proteína do leite de vacas até a quinta lactação.

No entanto, o teor de lactose do leite é maior na primeira e segunda lactação, mantendo-se constante da terceira até a sétima, com queda acentuada na nona lactação (CORRÊA, 2010).

Rendimento de Fabricação de Derivados Lácteos

As principais preocupações das indústrias de beneficiamento é o rendimento industrial e qualidade dos produtos finais, pois influenciam diretamente nas perdas ou ganhos econômicos da empresa (VIANNA et al., 2008)

O rendimento utilizado pela indústria é definido a partir da quantidade de queijo em Kg obtidos a partir de 100 Kg de leite, ou também a quantidade de leite em litros necessário para produzir 1 Kg de queijo, porém, alguns laticínios definem de acordo

com a quantidade de leite em litros para se produzir 1 tonelada de queijo (LUCEY & KELLY, 1994).

O maior componente proteico do leite relacionado ao rendimento de queijos é a caseína, correspondendo cerca de 80% do total da proteína do leite, cuja importância na indústria de laticínios está relacionada com a funcionalidade e produtividade dos derivados lácteos (FARRELL et al., 2004).

A caseína se encontra entre os componentes mais importantes do leite, apresentando quatro tipos, α_1 , α_2 , β e κ , sua estrutura é frágil e facilmente desestabilizada por quaisquer alterações que ocorrem no leite (DE KRUIF, 1998).

No leite, as caseínas em conjunto com fosfato de cálcio formam agregados conhecidos como micelas de caseína, podendo estas serem moderadamente aquecidas ou arrefecidas sem significativa perturbação na estrutura, porém, são facilmente desestabilizadas por tratamento com enzimas proteolíticas ou por acidificação para formação de coágulos, que são a base de queijos e iogurte (FOX & BRODKORB, 2008).

Estudos indicaram que a genética, manejo alimentar e composição do leite podem afetar o tamanho das micelas de caseína. Micelas menores são mais compactas e têm maior proporção de κ -caseína, promovendo um coágulo mais firme durante a produção de queijos, portanto, a seleção de animais para a produção de leite com micelas de caseínas menores melhoram as propriedades da coalhada e consequentemente o rendimento do queijo (DE KRUIF & HUPPERTZ, 2012).

O diâmetro médio das micelas de caseínas gira em torno de 200 nm, porém, existe variação no tamanho das micelas de um animal para o outro, variando de 154 nm a 230 nm, além dessa variação, o conjunto de proteínas que compõem as micelas pode ser influenciado pelo polimorfismo genético (GLANTZ et al. 2009).

Alterações na estrutura e redução nos teores de caseína do leite afetam diretamente o rendimento industrial, principalmente na fabricação de queijos, prolongando o tempo de coagulação, firmeza do coágulo, remoção do soro e desenvolvimento da acidez (MUNRO et al., 1984).

As caseínas podem ser facilmente hidrolisadas através da ação de enzimas oriundas das células somáticas, influenciando diretamente no rendimento industrial do leite. Segundo Mazal et al., (2007), o aumento na CCS do leite diminui a coalhada e rendimento do queijo, aumento o teor de umidade e tempo de coagulação.

Existe correlação positiva entre CCS e os níveis de enzimas endógenas presentes no leite, principalmente da enzima plasmina (forma ativa do plminogênio) que é produzida pelas células de defesa do organismo animal, ocorrendo assim, a hidrólise das porções de caseína, afetando a estrutura e tornando-as instáveis (MOUSSAOUI et al., 2002).

Existem outras enzimas endógenas que são encontradas no leite com elevada CCS, tais como: catepsina D, catepsinas G e B, elastase e colagenase. Estas enzimas presentes em altas concentrações irão hidrolisar caseínas com afinidade para a plasmina α_{S1} , α_{S2} e β caseínas, reduzindo o rendimento industrial (LE ROUX et al., 2003).

Larsen et. (2010) identificaram proteases como plasmina, catepsinas e elastase em leite com elevada CCS, utilizando ácido lipoteicoico isolado a partir de *Staphylococcus aureus*, sendo um dos principais agentes causadores de mastite subclínica.

Estudos já realizados apontaram que queijo prato oriundo de leite com elevada CCS (> 600 mil CS/mL) apresentou maiores taxas de proteólise e teores superiores de umidade, quando comparado ao queijo fabricado com leite de baixa CCS (< 200 mil CS/mL), afetando diretamente a qualidade sensorial do produto final, principalmente em relação a odores indesejáveis (MAZAL et al., 2007).

Segundo Vianna et al. (2008) o leite com elevada CCS pode proporcionar custos adicionais durante o processamento, principalmente pelas dificuldades de fabricação, as perdas com o produto final e menor rendimento industrial.

Métodos Alternativos para Remoção de Células Somáticas do Leite

Uma vez que não é possível e viável aquecer o leite até o ponto em que ocorra a eliminação de bactérias, esporos e células indesejáveis sem afetar as características do alimento, outras técnicas podem ser aplicadas para tal, dentre estas, pode-se utilizar a centrifugação e a microfiltração (SABOYA & MAUBOIS, 2000).

Esses processos são diferenciados de acordo com as propriedades físicas que utilizam e a forças que são exercidas sobre o leite. A centrifugação é aplicada a componentes separados (microrganismos, glóbulos de gordura, proteínas insolúveis e células) por diferença de densidade, enquanto a microfiltração atua em relação ao tamanho de partículas utilizando membranas e filtros semipermeáveis (WALSTRA et al., 2006).

A centrifugação é aplicada na maioria das vezes para remoção do creme do leite, entretanto, pode ser utilizada para separar partículas que possuem densidade maior que a dos constituintes químicos do leite como sujeiras, CS e microrganismos, entretanto, vários fatores devem ser levados em consideração para avaliação da eficiência das centrífugas, principalmente em relação ao tamanho dos microrganismos e das células a serem removidas (WAES & VAN HEDDEGHEM, 1990).

As maiores taxas de remoção de CS podem ser obtidas com o processo de bactofugação (processo esse utilizado na remoção de microrganismos através da centrifugação) e não somente com a centrifugação do leite, de acordo com Garcera & Toujas (1998) 95% das CS podem ser removidas por bactofugação e apenas 30% por centrifugação.

Já a microfiltração tem como principais funções dentro da indústria de laticínios remover bactérias, CS, gordura do soro e enriquecimento micelar do leite para fabricação de queijos (BRANS et al., 2004). Na maioria das vezes ocorre em membrana de 1,4 μm , permitindo a remoção de células somáticas principalmente do leite desnatado, diante disso, o leite passa a ser considerado seguro para o consumo humano como leite pasteurizado (SABOYA & MAUBOIS, 2000).

A utilização de membranas de 0,8 μm é eficiente na remoção de microrganismos, esporos indesejáveis e CS do leite (TOMASULA et al., 2011). Fato também observado por Carvalho & Maubois (2010) que utilizaram membranas com 0,8 μm , visando aumentar a vida de prateleira do leite.

No entanto Ma et al. (2003), afirmaram que mesmo com a remoção das CS do leite, a taxa de proteólise pode não ser alterada, por causa do crescimento da população mista de microrganismos.

A proteólise que ocorre no leite mesmo após a remoção das células somáticas é indicativo que a ação da plasmina tenha ocorrido antes do processo de microfiltração (ELWELL & BARBANO, 2006). Fato também observado por Saeman et al. (1988) explicando que a plasmina não é desativada durante o processo de pasteurização, assim, as células somáticas não tem efeito direto sobre a proteólise do leite, ou seja, o leite centrifugado após o processo de ordenha possui maiores chances de possuir menor taxa de proteólise.

Contudo, existem pesquisas adicionais que apontam a utilização da microfiltração isoladamente ou em combinação com outros processos visando o

aumento da vida útil do leite, incluindo análises de vitaminas. A relação custo/benefício na utilização da microfiltração é favorável, por conservar a biodisponibilidade dos componentes do leite com alta termossensibilidade, principalmente de peptídeos bioativos (FRITSCH & MORARU, 2008).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, L.M.; EL FARO, L.; CARDOSO, V.L.; ALBUQUERQUE, L.G.; CASSOLI, L.D.; MACHADO, P.F. Efeitos genéticos e de ambiente sobre a produção de leite e a contagem de células somáticas em vacas holandesas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.343-349, 2007.
- BENNEDSGAARD, T.W.; ENEVOLDSEN, C.; THAMSBORG, S.M.; VAARST, M. Effect of Mastitis Treatment and Somatic Cell Counts on Milk Yield in Danish Organic Dairy Cows. **Journal of Dairy Science**, v. 86, 2003.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem animal. **Instrução Normativa n° 62** de 29 de Dezembro de 2011.
- BHUTTO, A.L.; MURRAY, R.D.; WOLDEHIWET, Z. California Mastitis Test scores as indicators of subclinical intra-mammary infections at the end of lactation in dairy cows. **Research in Veterinary Science**. V. 34, p.1-5, 2010.
- BOTARO, B.G.; CORTINHAS, C.S.; MESTIERI, L.; MACHADO, P.F.; SANTOS, M. V. Composição e frações proteicas do leite de rebanhos bovinos comerciais. **Veterinária e Zootecnia**, Botucatu, v. 18, p. 81-91, 2011.
- BRANS, G.; SCHRÖEN, C.G.P.H.; VAN DER SMAN, R.G.M.; BOOM, R.M. Membrane fractionation of milk: state of the art and challenges. **Journal Membrane Science**, v.243, p.263-272, 2004.
- BUENO, V.F.F.; MESQUITA, A.J.; OLIVEIRA, A.N.; NICOLAU, E.S.; NEVES, R. B.S. Contagem bacteriana total do leite: relação com a composição centesimal e período do ano no Estado de Goiás. **Revista Brasileira Ciência Veterinária**, v. 15, p. 40-44, 2008.
- CAMPOS, R.; GONZÁLEZ, F.; COLDEBELLA, A.; CARDOSO, F. Indicadores do ambiente ruminal e suas relações com a composição do leite e células somáticas em diferentes períodos da primeira fase da lactação em vacas de alta produção. **Revista Ciência Rural**, v.36, 2006.
- CARVALHO, A.F.; MAUBOIS, J.L. Applications of membrane technologies in the dairy industry. In J. S. R. Coimbra & J. A. Teixeira (Eds.), Engineering aspects of milk and dairy products. p.33-56, **New York: CRC Press**, Taylor & Francis Group, 2010.

- COBUCI, J.A.; EUCLYDES, R. F.; VERNEQUE, R. S.; TEODORO, R. L.; LOPES, P. S.; SILVA, M.A. Curva de Lactação na Raça Guzerá. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.1332-1339, 2000.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Conjuntura Mensal. Leite e Derivados**, 2016.
- CORRÊA, A.M.F. **Variação na produção e qualidade do leite de vacas da raça holandesa em função da ordem de parto**. Monografia (Especialização em Zootecnia) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2010.
- COSTA, R.G.; QUEIROGA, R.C.R.E.; PEREIRA, R.A.G. Influência do alimento na produção e qualidade do leite de cabra. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.307-321, 2009.
- DE KRUIF C.G.; HUPPERTZ, T. Casein Micelles: size Distribution in Milks from Individual Cows. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.60, p.4649-4655, 2012.
- DE KRUIF C.G. Supra-aggregates of casein micelles as a prelude to coagulation. **Journal of Dairy Science**, v.81, p.3019-3028, 1998.
- ELWELL, M.W.; BARBANO, D.M. Use of microfiltration to improve fluid milk quality. **Journal of Dairy Science**. V.89, p.20-30, 2006.
- EL-TAHAWY AS, EL-FAR AH. Influences of somatic cell count on milk composition and dairy farm profitability. **International Journal of Dairy Technology**, v.63, p.463-469, 2010.
- ERDEM, H., ATASEVER, S., & KUL, E. Relationships of milk ability traits to udder characteristics, milk yield and somatic cell count in Jersey cows. **Journal of Applied Animal Research**, v.37, p.43-47, 2010.
- FARRELL H.M.J.R.; JIMENEZ-FLORES R.; BLACK G.T.; BUTLER J.E.; CREAMER L.K. Nomenclature of the proteins of cows' milk. **Journal of Dairy Science**, v.87, p.1641-1674, 2004.
- FOX PF, BRODKORB A. The casein micelle: historical aspects, current concepts and significance. **International Dairy Journal**, v.18, p.677-684, 2008.
- FRITSCH, J., MORARU, C.I. Development and optimization of a carbon dioxide-aided cold microfiltration process for the physical removal of microorganisms and somatic cells from skim milk. **Journal of Dairy Science**, v.91, p.3744-3760, 2008.
- GALVÃO JÚNIOR, J.G.B.; RANGEL, A.H.N.; MEDEIROS, H.R.; SILVA, J.B.A.; AGUIAR, E.M.; MADRUGA, R.C.; JÚNIOR, D.M.L. Efeito da produção diária e da ordem de parto na composição físico-química do leite de vacas de raças zebuínas. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.4, p.25-30, 2010.

- GARCERA D.; TOUJAS E. Macroporous support with permeability gradient and its manufacturing process. **European Patent**, 1998.
- 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, p.1405-1411, 2013.
- GLANTZ, M. Effects of animal selection on Milk composition and processability. **Journal of Dairy Science**, v.92, p.4589-4603, 2009.
- GOMES V.; LIBERA A.M.M.P.D.; MADUREIRA K.M.; ARAÚJO W.P. Influência do estágio de lactação na composição do leite de cabras (*Capra hircus*). **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 41, p.339-342, 2004.
- GONZÁLEZ, F.H.D. Composição bioquímica do leite e hormônios da lactação. In: **Uso do leite para monitorar a nutrição e o metabolismo de vacas leiteiras**. Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.
- GONZALO, C.; CARRIEDO, J.A.; BENEITEZ, E.; JUA´REZ, M.T.; LA FUENTE, L.F.; SAN PRIMITIVO, F. Short Communication: Bulk Tank Total Bacterial Count in Dairy Sheep: Factors of Variation and Relationship with Somatic Cell Count. **Journal of Dairy Science**,v.89, 2006.
- GROSSI, S.F.; FREITAS, M.A.R. Eficiência Reprodutiva e Produtiva em Rebanhos Leiteiros Comerciais Monitorados por Sistema Informatizado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.1362-1366, 2002.
- IBGE. Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Agropecuária. **Pesquisa Trimestral do Leite**, 2011-2016. 2016.
- KOLVER, E.S.; ROCHE, J.R.; BURKE, C.R.; KAY, J.K.; ASPIN, P.W. Extending Lactation in Pasture-Based Dairy Cows: I. Genotype and Diet Effect on Milk and Reproduction. **Journal of Dairy Science**, v.9, p.5518-5530, 2007.
- LARSEN, L.B.; K. HINZ, A.L. JORGENSEN; H.S. MOLLER; O. WELLNITZ; R.M. BRUCKMAIER, AND A. L. KELLY. Proteomic and peptidomic study of proteolysis in quarter milk after infusion with lipoteichoic acid from *Staphylococcus aureus*. **Journal of Dairy Science**, v.93, p.5613-5626. 2010.
- LE ROUX, Y.; LAURENT, F.; MOUSSAOUI, F. Polymorphonuclearproteolytic activity and milk composition change. **Veterinary Research**, v.34, p.629-645, 2003.
- LI, N.; RICHOUX, R.; BOUTINAUD, M.; MARTIN, P.; GAGNAIRE, V. Role of somatic cells on dairy processes and products: A review. **Dairy Science and Technology**, 94, p. 517-538, 2014.

- LUCEY, J.; KELLY, J. Characteristics in milk influencing the cheese yield and cheese quality. **Journal Animal and Feed Science**, v.16, p.130-142, 1994.
- MACHADO, P.F.; PEREIRA, A.F.; SARRÍES, G.A. Composição do Leite de Tanques de Rebanhos Brasileiros Distribuídos Segundo sua Contagem de Células Somáticas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.1883-1886, 2000.
- MAGALHÃES, H.R.; FARO, L.E.; CARDOSO, V.L.; PAZ, C.C.P.; CASSOLI, L.D.; MACHADO, P. F. Influência de fatores de ambiente sobre a contagem de células somáticas e sua relação com perdas na produção de leite de vacas da raça Holandesa. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.415-421, 2006.
- MARINO, R.; T. CONSIDINE, A.S.; P.L.H. MCSWEENEY, KELLY A.L. Contribution of proteolytic activity associated with somatic cells in milk to cheese ripening. **International Dairy Journal**. v.15, p.1026-1033, 2005.
- MAZAL, G.; VIANNA, P.C.B.; SANTOS, M.V.; GIGANTE, M.L. Effect of Somatic Cell Count on Prato Cheese Composition. **Journal of Dairy Science**, v.90, p.630-636, 2007.
- MOLINERI, A.I.; SIGNORINI, M.L.; CUATRÍN, A.L.; CANAVESIO, V.R.; NEDER, V.E.; RUSSI, N.B.; BONAZZA, J.C.; CALVINHO, L.F. Association between milking practices and psychrotrophic bacterial counts in bulk tank milk. **Revista Argentina de Microbiologia**, v. 44, p. 187-194, 2012..
- MOUSSAOUI, F.; MICHELUTTI, I.; LE ROUX, Y.; LAURENT, F. Mechanisms involved in milk endogenous proteolysis induced by a lipopolysaccharide experimental mastitis. **Journal of Dairy Science**, v. 85, p. 2562-2570, 2002.
- MUNRO, G.L.; GRIEVE, P.A.; KITCHEN, B.J. Effects of mastitis on milk yield, milk composition, processing properties and yield and quality of milk products. **The Australian Journal of Dairy Technology**, v.39, p.7-16, 1984.
- NAJAFI N.M.; MORTAZAVI S.A.; KOOCHEKI A.; KHORAMI J.; REKIK B. Fat and protein contents, acidity and somatic cell counts in bulk milk of Holstein cows in the Khorosan Razavi Province, Iran. **International Journal of Dairy Technology**, v.62, p.19-26, 2009.
- NORO, G.; GONZÁLEZ, F.H.D.; CAMPOS, R.; DÜRR, J.W. Fatores ambientais que afetam a produção e a composição do leite em rebanhos assistidos por cooperativas no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.1129-1135, 2006.
- OCDE/FAO (2016), “Lait et produits laitiers”, dans Perspectives agricoles del OCDE et de La FAO 2016-2025, **Éditions OCDE**, Paris.
- PIERRE, A.; GOUDÉDRANCHE, H.; GAREN, A.; DAUFIN, G. Les separations sur membrane dans les procédés de l’industrie alimentaire. In: DAUFIN, G.; RENÉ, F., AIMAR, P. (Coord.) **Industrie Laitière. Paris: Technique et Documentation Lavoisier**, p. 282-371, 1998.

- REIS, A.M.; COSTA, M.R.; COSTA, R.G.; SUGUIMOTO, H.H.; SOUZA, C.H.B.; ARAGON-ALEGRO, L.C.; LUDOVICO, A.; SANTANA, E.H.W. Efeito do grupo racial e do número de lactações sobre a produtividade e a composição do leite bovino. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, p. 3421-3436, 2012.
- REIS, C.B.M.; BARREIRO, J.R.; MESTIERI, L.; PORCIONATO, M.A.F.; SANTOS, M.V. Effect of somatic cell count and mastitis pathogens on milk composition in Gyr cows. **BMC Veterinary Research**, v.9, p.1-7, 2013.
- SABOYA, L.V.; MAUBOIS, J.L. Current developments of microfiltration technology in the dairy industry. **Lait**. v.80, p.541-553, 2000.
- SAEMAN, A. I., R. J. VERDI, D. M. GALTON, AND D. M. BARBANO. Effect of mastitis on proteolytic activity in bovine milk. **Journal of Dairy Science**, 71:505-512, 1988.
- SANT'ANA, A.S. Physical Removal of Microfloras /Centrifugation. **Encyclopedia of Food Microbiology**, v3. University of Campinas, Campinas, Brazil. 2014.
- SANTOS, M.V. & FONSECA, L.F.L. Estratégias para controle de mastite e melhoria da qualidade do leite. Barueri: Manole. 314p, 2006.
- SANTOS, M.V.; MA, Y.; BARBANO, D.M. Effect of somatic cell count on proteolysis and lipolysis in pasteurized fluid milk during shelf life storage. **Journal of Dairy Science**, v.86, p.2491-2503, 2003.
- SOUZA, R.; SANTOS, G.T.; VALLOTO, A.A.; SANTOS, A.L.; GASPARINO, E.; SILVA, D.C.; SANTOS, W.B.R. Produção e qualidade do leite de vacas da raça Holandesa em função da estação do ano e ordem de parto. **Revista Brasileira de Saúde Produção Animal**, v.11, p. 484-495, 2010.
- STOCK, L.A.; ZOCCAL, R.; CARVALHO, G.R.; SIQUEIRA, K.B. Competitividade do Agronegócio do Leite Brasileiro. Brasília: **Embrapa Informação Tecnológica**, 326p, 2011.
- TOMASULA, P.M.; MUKHOPADHYAY, S.; DATTA, N.; PORTO-FETT, A.; CALL, J. E.; LUCHANSKY, J. B. Pilot-scale crossflow-microfiltration and pasteurization to remove spores of *Bacillus anthracis* (Sterne) from milk. **Journal of Dairy Science**, v.94, p. 4277-4291, 2011.
- VIANNA, P.C.B.; MAZAL, G.; SANTOS, M.V. Microbial and Sensory Changes Throughout the Ripening of Prato Cheese Made from Milk with Different Levels of Somatic Cells. **Journal of Dairy Science**, v.91, 2008.
- VOLTOLINI, T.V.; SANTOS, G.T.; ZAMBOM, M.A.; RIBAS, N.P.; MÜLLER, E.E.; DAMASCENO, J.C.; ÍTAVO, L.C.V.; VEIGA, D.R. Influência dos estádios de lactação sobre a contagem de células somáticas do leite de vacas da raça holandesa e identificação de patógenos causadores de mastite no rebanho. **Acta Scientiarum Maringá**, v. 23, p. 961-966, 2001.

- WAES G.; VAN HEDDEGHEM A. Prevention of butyric acid fermentation by bacterial centrifugation of the chesse milk. **Bull Int Dairy Fed**, v.251, p.47±50, 1990.
- WALSTRA, P.; WOUTERS, J.T.M.; GEURTS, T. **Journal Dairy science and technology**. New York: CRC, 2006.
- WICKSTRÖM, E.; PERSSON-WALLER, K.; LINDMARK-MÅNSSON, H.; ÖSTENSSON, K.; STERNESJÖ, A. Relationship between somatic cell count, polymorphonuclear leucocyte count and quality parameters in bovine bulk tank milk. **Journal of Dairy Research**.v.76, p.195-201, 2009.

CAPÍTULO I

INFLUÊNCIA DA REMOÇÃO DE CÉLULAS SOMÁTICAS NA QUALIDADE E RENDIMENTO DO LEITE

RESUMO

Objetivou-se avaliar a influência da contagem de células somáticas (CCS) no rendimento do leite, bem como a atuação da centrifugação e microfiltração sobre a qualidade físico-química do leite, CCS e rendimento de queijos frescais. Foram avaliados o rendimento do leite com diferentes CCS, efeito da centrifugação e microfiltração na remoção de células somáticas (CS) do leite, e rendimento de queijos frescais. Os resultados da composição química do leite, rendimento em massa do leite e rendimento bruto de queijos frescais fabricados a partir do leite microfiltrado e/ou centrifugado, foram comparados por meio do teste de Tukey a 5% de probabilidade. O leite com $CCS \leq 200$ mil CS/mL apresentou maior rendimento. A centrifugação e microfiltração afetaram diretamente os teores de gordura, EST e CCS do leite refrigerado, entretanto, não influenciaram no rendimento dos queijos frescais. A centrifugação e microfiltração podem ser utilizadas como métodos para remoção das CS do leite, entretanto, deve-se levar em consideração a influência nos teores de sólidos do leite. A qualidade físico-química do leite após o processo de centrifugação e microfiltração afetou a gordura e CCS, dessa forma a utilização de leite desnatado pode ser opção para realização de novos estudos.

Palavras-chave: Centrifugação. Frescal. Microfiltração. Refrigerado.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the influence of SCC on milk yield, as well as the influence of centrifugation and microfiltration on the physical-chemical quality of milk, SCC and yield of fresh cheeses. The yield of milk with different SCC, the effect of centrifugation and microfiltration on the removal of SC from the milk, and the yield of fresh cheeses were evaluated. The results of the chemical composition of milk, milk mass yield and crude yield of fresh cheeses made from microfiltered and / or centrifuged milk were compared by means of the Tukey test at 5% probability. The milk with $SCC \leq 200$ thousand SC / mL presented higher yield. Centrifugation and microfiltration directly affected the fat, total dry extract and SCC contents of the refrigerated milk, but did, not influence the yield of the fresh cheeses. Centrifugation and microfiltration can be used as methods to remove milk somatic cells, however, the influence of milk solids content should be taken into account. The physical-chemical quality of the milk after the centrifugation and microfiltration process affected the fat and SCC, so the use of skim milk can be an option to carry out new studies.

Key words: Centrifugation. Frescal. Microfiltration. Refrigerated

INTRODUÇÃO

O aumento da CCS do leite influencia diretamente no rendimento de queijos, maior lipólise em iogurte e maior proteólise em leite pasteurizado, existindo também a hidrólise das caseínas por proteases (FERNANDES et al., 2007). De acordo com Arcuri et al. (2006) a CCS deve ser um parâmetro de avaliação da qualidade do leite, estando associada à problemas com sabor, odor, queda do rendimento na fabricação de queijos e perda de gordura e caseína no soro.

Nesse sentido, técnicas como a centrifugação e microfiltração podem ser aplicadas dentro da indústria de beneficiamento, visando à remoção de esporos de microrganismos e células indesejáveis sem afetar as características do alimento (SABOYA & MAUBOIS, 2000). A centrifugação atua reduzindo as CS e microrganismos do leite, principalmente os patogênicos (SPREER, 1991).

Com a utilização somente da microfiltração, cerca de 75% das CS presentes no leite desnatado são removidas, pela retenção na membrana de filtração ou até mesmo pela inativação das mesmas através da força de cisalhamento imposta a estas durante o processamento (ELWELL & BARBANO, 2006).

A utilização da centrifugação acompanhada pelo processo de microfiltração, resulta na redução de 92,6% a 99,5% das CS do leite (SANTOS et al., 2006).

Pesquisas similares ao presente estudo já são realizadas há algum tempo, entretanto, apenas em relação aos queijos Cheddar ou Cottage, e poucas pesquisas demonstram resultados sobre queijos muçarela, frescal e prato, mas Santos et al. (2004) ao realizarem pesquisas em diferentes derivados lácteos, observaram que a elevação nas CS do leite, afetou diretamente o rendimento industrial.

Diante o exposto, objetivou-se avaliar a influência das CS no rendimento do leite, assim como a atuação da centrifugação e microfiltração sobre a qualidade físico-química do leite, contagem de células somáticas (CCS) e rendimento de queijos frescais.

MATERIAL E MÉTODOS

Local e descrição da pesquisa

A pesquisa foi realizada nos Laboratórios de Produtos de Origem Animal e Bovinocultura do Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde, Rio Verde - Goiás, localizado na latitude 17°48'11,99"S e longitude 50°54'18,88"O. O projeto foi aprovado

pelo Comitê de Ética no Uso de Animais - CEUA do IF Goiano mediante o protocolo n. 024/2015.

Foram coletadas amostras de leite *in natura* de animais mestiços com diferentes CCS para avaliação da influência da CCS no rendimento do leite. Coletou-se leite refrigerado para avaliação da centrifugação e microfiltração como métodos para remoção de CS do leite, bem como a influência dos mesmos sobre a qualidade físico-química do leite e o rendimento de queijos frescais.

Análises físico-químicas do leite

Para realização das análises físico-químicas, o leite foi coletado durante a ordenha da manhã com utilização de ordenhadeira canalizada da marca WESTFALIA em circuito fechado, modelo espinha de peixe composta por conjunto de teteiras e balde ao pé. Após a coleta, o leite foi encaminhado ao Laboratório de Produtos de Origem Animal do IF Goiano - Campus Rio Verde para realização das análises.

Para avaliação do rendimento do leite com diferentes CCS, as amostras de leite foram coletadas de forma que representasse a produção individual diária de leite dos animais (2/3 na ordenha da manhã + 1/3 na ordenha da tarde), a coleta foi realizada com auxílio de medidor individual acoplado ao conjunto de teteira. Na parte inferior do medidor uma válvula foi posicionada na função agitar por 30 segundos antes da coleta das amostras, ocorrendo assim a correta homogeneização do leite. Após a homogeneização a válvula foi posicionada na opção esvaziar realizando a transferência do conteúdo do medidor para os frascos coletores.

Para avaliação da centrifugação e microfiltração do leite refrigerado, o mesmo foi coletado no tanque de expansão localizado no Laboratório de Bovinocultura do IF Goiano - Campus Rio Verde, ao lado da sala de ordenha. A coleta foi realizada em tambor plástico com capacidade de 30 litros. Após a coleta o leite foi encaminhado ao Laboratório de Produtos de Origem Animal para realização das análises.

A coleta das amostras de leite foi realizada de forma asséptica em frascos plásticos de aproximadamente 40 mL contendo conservante Bronopol[®], para análise da composição química e CCS.

Imediatamente após a coleta, as amostras foram acondicionadas em caixas isotérmicas contendo gelo e encaminhadas ao Laboratório de Qualidade do Leite do Centro de Pesquisa em Alimentos da Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade

Federal de Goiás, para realização das análises eletrônicas.

A análise da composição química do leite foi realizada em relação aos teores de gordura, proteína, lactose, extrato seco desengordurado (ESD) e extrato seco total (EST), que foram determinados através do princípio analítico que se baseia na absorção diferencial de ondas infravermelhas pelos componentes do leite, utilizando o equipamento Milkoscan 4000 (Foss Electric A/S. Hillerod, Denmark). As amostras foram previamente aquecidas em banho-maria à temperatura de 40°C/15 minutos para dissolução da gordura. Os resultados foram expressos em porcentagem (ISO-IDF, 2000).

Os teores de ureia e caseína foram determinados através da absorção diferencial de ondas infravermelhas, transformadas por Fourier-FTIR, utilizando o equipamento Lactoscope (Delta Instruments) e os resultados foram expressos em mg/dL e porcentagem (%) respectivamente.

A análise da CCS foi realizada de acordo com o princípio analítico que se baseia na citometria de fluxo realizada através do equipamento Fossomatic 5000 Basic (Foss Electric A/S. Hillerod, Denmark). Antes da análise, as amostras de leite foram previamente aquecidas em banho-maria à temperatura de 40°C/15 minutos para dissolução da gordura. Os resultados foram expressos em CS/mL (ISO-IDF, 2006).

Rendimento do leite

OS animais utilizados durante o experimento eram mestiços e pesavam em média 550 kg de peso vivo. Ao início do experimento foram coletadas amostras de leite *in natura* de todos os animais em lactação para avaliação da qualidade físico-química do leite. A partir da avaliação da qualidade físico-química, foram selecionados três animais de acordo com a CCS, ou seja, um animal com CCS menor que 200 mil CS/mL, um animal com CCS de 201 a 400 mil CS/mL e um animal com CCS acima de 401 mil CS/mL.

O período experimental teve duração de quatro semanas e dentro de cada semana era coletado uma amostra de 2,250 L de leite, do animal com CCS menor que 200 mil CS/mL, uma do animal com CCS de 201 a 400 mil CS/mL e outra do animal com CCS acima de 401 mil CS/mL. Contudo foram coletadas quatro amostras de leite de cada animal durante todo período experimental e foram utilizados 9 L de leite para cada tratamento. Totalizando ao final do estudo quatro repetições por tratamento.

Para avaliação do rendimento, o leite foi aquecido a 50°C e os 9 litros de leite de cada tratamento foram divididos em copos descartáveis em parcelas de 50 gramas, totalizando 180 repetições, para cada tratamento. Em seguida o leite foi acidificado a pH 5,7, com adição de 2,5 mL de solução de ácido cítrico a 10% (m/v) e adição de 20 µL de cloreto de cálcio. O valor de pH (5,7) foi escolhido para simular a produção de queijos com pré-maturação láctica conforme Vasconcelos et al., (2004). Após a acidificação do leite, o mesmo permaneceu em repouso por dez minutos e em seguida o copo foi invertido em superfície telada para a retirada do soro. O copo permaneceu transposto por uma hora até que o soro fosse totalmente removido.

Na Tabela 1, estão descritos os valores médios da composição química e CCS do leite com diferentes contagens de células somáticas.

TABELA 1 - Valores médios e desvio padrão dos teores de gordura, proteína, lactose, extrato seco total (EST), extrato seco desengordurado (ESD), caseína e contagem de células somáticas (CCS) do leite com diferentes contagens de células somáticas.

Parâmetros	CS/mL		
	≤ 200 mil	201 a 400 mil	≥ 401 mil
Gordura (%)	3,84 ±0,37	3,04 ±0,85	2,45 ±0,72
Proteína (%)	3,07 ±0,07	3,13 ±0,18	3,13 ±0,22
Lactose (%)	4,42 ±0,04	4,29 ±0,07	4,18 ±0,19
EST (%)	12,34 ±0,31	11,45 ±1,14	10,75 ±0,74
ESD (%)	8,50 ±0,09	8,41 ±0,29	8,30 ±0,18
Caseína (%)	2,38 ±0,08	2,34 ±0,07	2,41 ±0,18
CCS (x1000 CS/mL)	47 ±30,00	348 ±54,00	585 ±79,00

CS = células somáticas.

Avaliação da centrifugação por diferentes períodos

Foram coletados 17,5 L de leite refrigerado no Laboratório de Bovinocultura do IF Goiano - Campus Rio Verde. Após a coleta o mesmo foi encaminhado ao Laboratório de Produtos de Origem Animal e armazenado em geladeira a 4°C para análises posteriores.

Foi utilizada centrífuga da marca ITR Modelo 8BT com velocidade de 1.100 rpm, com oito suportes para tubos de ensaio. O leite foi distribuído em tubos de ensaio com capacidade de 30 mL e levados a centrífuga. Os períodos de centrifugação avaliados foram de 5, 10, 15 e 20 minutos. Ao final do estudo foram avaliadas 80 repetições para o leite centrifugado por 5 minutos, 77 amostras do leite centrifugado por 10 minutos, 79 amostras para o leite centrifugado por 15 minutos, 77 amostras do leite

centrifugado por 20 minutos e 242 amostras que não foram centrifugadas (controle).

Após a centrifugação, os tubos de ensaio foram retirados da centrífuga e o leite foi transferido para frasco contendo conservante Bronopol[®] para análise da composição química e CCS. Entretanto, durante a transferência do leite para os frascos, deixava-se em torno de 5 mL no fundo do tubo de ensaio, visando a produção de um *pool* das amostras já centrifugadas, ou seja, após a centrifugação acredita-se que as células somáticas permaneceram no fundo do tubo de ensaio devido a diferença de densidade, diante disso, o *pool* foi coletado para posteriores comparações. Ao final do estudo foram coletadas 20 amostras do *pool* para o leite centrifugado durante os diferentes períodos.

Avaliação do efeito da centrifugação no rendimento de queijos frescais

Foram coletados 36 litros de leite refrigerado no Laboratório de Bovinocultura do IF Goiano - Campus Rio Verde. Após a coleta o mesmo foi encaminhado ao Laboratório de Produtos de Origem Animal. Dos 36 litros de leite, 18 litros foram centrifugados em Centrífuga Modelo 8BT, com oito suportes para tubos de ensaio e velocidade de 1.100 rpm e os outros 18 litros não foram centrifugados. Em seguida os mesmos foram armazenados em BOD com temperatura de 4°C.

Os 18 litros de leite centrifugados e não centrifugados foram divididos em nove parcelas de 2 L cada, em seguida foram produzidos nove queijos frescais para cada tratamento.

A fabricação dos queijos frescais seguiu a metodologia descrita por Furtado (1994) com adaptações. O leite foi pasteurizado a temperatura de 72°C/15", em seguida resfriado a temperatura de 4°C. Após o resfriamento, foram adicionados 0,8 mL de cloreto de cálcio, 0,5 mL de ácido láctico e 1,8 mL de coalho (coagulação enzimática). Em seguida, aguardou-se 30 minutos e foi realizado o corte da massa, após o corte, aguardou-se cinco minutos e iniciou a mexedura, que foi realizada por 30 minutos. Após a mexedura, a massa foi enformada, aguardou-se 15 minutos e a mesma foi virada. A viragem foi realizada duas vezes e em seguida o queijo foi pesado para realização do rendimento. O rendimento bruto do queijo foi determinado pela fórmula:

$$R (\%) = (Pq / PL) \times 100$$

Em que: R = rendimento; Pq = peso do queijo; PL = peso do leite utilizado para fabricação do queijo.

Na Tabela 2, são descritos os valores médios da composição química e CCS do leite refrigerado centrifugado e não centrifugado, utilizados na fabricação de queijos frescais.

TABELA 2 - Valores médios e desvio padrão dos teores de gordura, proteína, lactose, extrato seco total (EST), extrato seco desengordurado (ESD), caseína e contagem de células somáticas (CCS) do leite refrigerado centrifugado e não centrifugado.

Parâmetros	Leite refrigerado	
	Não centrifugado	Centrifugado
Gordura (%)	3,27 ±0,12	2,91 ±0,24
Proteína (%)	3,14 ±0,01	3,09 ±0,05
Lactose (%)	4,38 ±0,02	4,30 ±0,07
EST (%)	11,78 ±0,12	11,27 ±0,36
ESD (%)	8,50 ±0,01	8,36 ±0,12
Caseína (%)	2,34 ±0,01	2,29 ±0,05
CCS (x 1000 CS/mL)	221 ±8,00	122 ±7,00

Avaliação da microfiltração como método de remoção de células somáticas

Foram coletados 10 litros de leite refrigerado no Laboratório de Bovinocultura do IF Goiano - Campus Rio Verde. Após a coleta, o leite foi encaminhado ao Laboratório de Produtos de Origem Animal. A partir dos 10 litros de leite, 5 litros foram microfiltrados. A microfiltração foi realizada com auxílio de bomba a vácuo da marca FANEM e modelo DIAPUMP[®], acoplada no kitasato com capacidade de 2 L e na parte superior do Kitasato, utilizou-se funil de buchner juntamente com membrana filtrante de 80 gramas. O leite era depositado no funil de buchner com auxílio de béquer e em seguida a bomba era ligada e o leite microfiltrado era armazenado no interior do Kitasato.

Após a microfiltração, foram fracionadas 124 amostras do leite microfiltrado em frascos de 40 mL contendo conservante Bronopol[®], para análise da composição química e CCS. Os 5 L de leite que não sofreram o processo de microfiltração, foram divididos em 126 amostras acondicionadas em frascos de 40 mL contendo conservante Bronopol[®].

Avaliação do efeito da microfiltração no rendimento de queijos frescais

Visando avaliar a influência da CCS no rendimento de queijos frescais, foram coletados 36 litros de leite refrigerado no Laboratório de Bovinocultura do IF Goiano - Campus Rio Verde. Os 36 litros de leite foram divididos em duas parcelas de 18 litros

microfiltrados e 18 litros não microfiltrados. Para cada tratamento foram fabricados 9 queijos frescais.

A fabricação dos queijos frescais seguiu a metodologia descrita por Furtado & Neto (1994) e o rendimento bruto do queijo foi determinado pela fórmula:

$$R (\%) = (Pq/PL) \times 100$$

Em que: R = rendimento; Pq = peso do queijo; PL = peso do leite utilizado para fabricação do queijo.

Análise Estatística

Os resultados da composição química do leite, rendimento em massa do leite e rendimento bruto de queijos frescais fabricados a partir do leite microfiltrado e/ou centrifugado, foram comparados por meio do teste de Tukey a 5% de probabilidade através do software SISVAR (FERREIRA, 2011).

Os resultados dos *pools* de amostras de leite centrifugado foram apresentados de forma descritiva em forma de figura, com auxílio do Microsoft Excel versão 2010.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O rendimento do leite com CCS \leq 200 mil CS/mL foi superior aos demais tratamentos, entretanto, o leite com CCS \geq 401 mil CS/mL demonstrou rendimento mais elevado quando comparado ao leite com CCS de 201 a 400 mil CS/mL (Tabela 3).

TABELA 3 - Rendimento do leite *in natura* com diferentes contagens de células somáticas.

CS/mL	Rendimento (%)	CV (%)
\leq 200 mil	25,37 \pm 0,12 a	
201 a 400 mil	21,07 \pm 0,17 c	8,95
\geq 401 mil	23,87 \pm 0,19 b	

Letras diferentes na coluna diferem entre si ao nível de 5%, de acordo com teste de Tukey. CS = células somáticas. CV = coeficiente de variação.

O rendimento do leite com CCS de 201 a 400 mil CS/mL foi menor devido ao baixo teor de caseína, tendo em vista que qualquer redução nos teores de caseína do leite acarretará em perdas de até 15% no rendimento de queijos (VIEIRA, 2010). Conforme Silva et al. (2012) a utilização de leite com CCS acima de 250 mil CS/mL para fabricação de queijos afeta diretamente o rendimento, pela ação da enzima plasmina que hidrolisa as caseínas do leite, fazendo com que as mesmas sejam perdidas

para o soro.

Verdi & Barbano et al. (1991) confirmaram os resultados do presente estudo, quando verificaram redução em 2% no rendimento de queijo fabricados com leite de elevada CCS, conforme também foi descrito por Matioli et al. (2000) ao observarem menor rendimento de queijos frescos fabricados com leite de alta CCS (500 mil CS/mL) e diferente do observado no presente estudo, Mazal et al. (2007) não verificaram influência da CCS no rendimento de queijos.

De acordo com a Tabela 3, o rendimento mais elevado foi observado no leite com $CCS \leq 200$ mil CS/mL, já Coldebella et al. (2004) observaram efeito da CS no rendimento de queijos quando o leite apresentava CCS a partir de 17 mil CS/mL, enquanto Melilli et al. (2002) observaram queda no rendimento do leite com CCS a partir de 11 mil CS/mL.

O rendimento do leite é influenciado pela composição e incorporação dos componentes sólidos da matéria-prima para a massa durante o processo de coagulação, principalmente, proteína e gordura (FURTADO, 2005). Este fato explica a existência de outros fatores influenciadores do rendimento industrial do leite, dentre estes: a dificuldade de acidificação da massa, a perda de nutrientes para o soro durante as mexeduras, tempo de mexedura, temperatura de pasteurização do leite, enformagem dos queijos e remoção do soro, fatores estes que podem ter influenciado nos resultados do presente estudo.

A gordura, EST e CCS variaram nos diferentes tempos de centrifugação (Tabela 4). Com aumento do tempo de centrifugação houve redução de gordura, EST e CCS. A variação nos teores de gordura em função do tempo de centrifugação pode ser relacionada à menor densidade dos glóbulos de gordura, a falta de homogeneização da amostra durante a coleta pode acarretar em variações nos teores de gordura do leite.

As variações nos teores de gordura do leite estão correlacionadas positivamente com os valores de EST, tendo em vista que o EST é o somatório de todos os sólidos do leite, nesse sentido qualquer redução nos teores de gordura acarretará em redução nos valores de EST.

A força centrífuga imposta sobre o leite reduziu em 46% a CCS do leite refrigerado. Através da centrifugação a redução das células somáticas pode variar de 34,6% a 75,6% durante o processo de desnatamento centrífugo (SANTOS et al., 2006). A centrifugação além de reduzir as CS do leite, auxilia na redução do número de

microrganismos, principalmente os patogênicos (SPREER, 1991). A utilização da centrifugação acompanhada pelo processo de microfiltração, resulta na redução de 92,6% a 99,5% das CS do leite (SANTOS et al., 2006), resultados superiores quando comparados aos do presente trabalho.

TABELA 4 - Valores médios e erros padrões dos teores de gordura (%), proteína (%), lactose (%), extrato seco total (EST) (%), extrato seco desengordurado (ESD) (%), caseína e contagem de células somáticas (CCS) (x1000 CS/mL) do leite refrigerado e centrifugado durante 0, 5, 10, 15 e 20 minutos.

Parâmetros	Tempo de centrifugação (minutos)				
	0	5	10	15	20
Gordura	3,48±0,02a	3,00±0,02b	2,70±0,03c	2,41±0,03d	2,27±0,04d
Proteína	3,00±0,01a	3,02±0,01a	3,03±0,01a	3,04±0,01a	3,04±0,01a
Lactose	4,32±0,02a	4,34±0,01a	4,36±0,01a	4,38±0,01a	4,39±0,01a
EST	11,79±0,04a	11,29±0,03b	11,07±0,03b	10,80±0,03c	10,67±0,04c
ESD	8,31±0,03a	8,34±0,01a	8,38±0,01a	8,39±0,01a	8,40±0,01a
Caseína	2,32±0,01a	2,33±0,01a	2,34±0,01a	2,34±0,01a	2,34±0,01a
CCS	960±25,41a	649±40,80b	547±33,11b	544±33,90b	510±33,64b

Letras distintas na linha diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade, de acordo com teste de Tukey.

Santos (2003) também observou que durante a centrifugação do leite houve redução da CCS, corroborando assim com os resultados do presente trabalho, entretanto, não observou variações nas taxas de proteólise e lipólise em leite fluido pasteurizado e desnatado, explicando que, após a remoção das CS, ocorre variações no rendimento de derivados lácteos, principalmente pela ação de enzimas liberadas pelas CS antes do leite sofrer o processo de centrifugação, sendo este, outro fator a ser considerado ao se avaliar o rendimento industrial de queijos.

A redução da CCS e conseqüentemente, do número de enzimas presentes no leite, influencia diretamente nos teores de sólidos, e como conseqüente no rendimento dos derivados lácteos, prolongando assim a vida útil. Entretanto, a ponderação das taxas de lipólise e proteólise devem ser consideradas para avaliar se as enzimas foram liberadas antes, durante ou após a centrifugação, sabendo que o processo de centrifugação não elimina as enzimas presentes no leite.

A CCS do *pool* de amostras de leite centrifugadas por diferentes tempos demonstra a eficiência do processo na remoção das células somáticas. O tempo de centrifugação elevou a CCS do *pool* das amostras de leite (Figura 1). O aumento no tempo de centrifugação é eficiente na diminuição das CS, em função da diferença de

densidade das CS em relação aos demais constituintes do leite. Com o aumento do tempo de centrifugação, a deposição das CS na parte inferior do tubo de ensaio também se eleva, explicando os resultados apresentados na Figura 1.

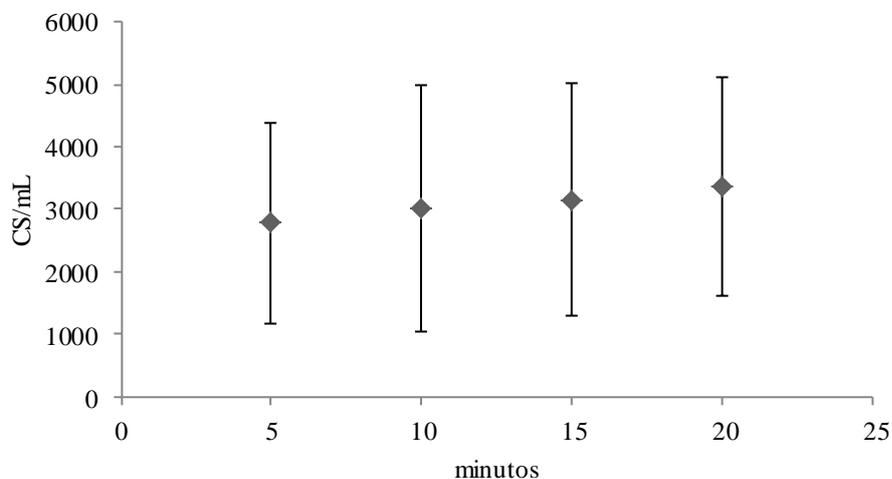


FIGURA 1 - Valores médios da contagem de células somáticas (CCS) do *pool* de amostras de leite coletado após o processo de centrifugação por 5, 10, 15 e 20 minutos.

A centrifugação do leite por 20 minutos pode ser utilizada na remoção de células somáticas do leite durante o beneficiamento na indústria, levando em consideração que a utilização do leite com elevada CCS na fabricação de derivados lácteos acarretará em alterações nos componentes químicos do leite e diminuição no rendimento industrial, conforme descrito por Gargouri et al., (2013). Auldist & Hublle (1998) afirmaram que a redução dos sólidos do leite, aumento do conteúdo de água no coágulo durante o processamento e alterações negativas nas características sensoriais e rendimento do queijo são influenciados principalmente pelo aumento na CCS do leite.

Não houve variação no rendimento dos queijos frescos fabricados com leite refrigerado centrifugado e não centrifugado (Tabela 5). O leite refrigerado e centrifugado apesar de apresentar menor CCS não demonstrou maior rendimento. Após a remoção das CS pode existir a ação de enzimas principalmente proteases e lipases, que foram liberadas no leite antes do processo de centrifugação, ou seja, a centrifugação consegue diminuir as CS, porém, não impede a ação de enzimas já presentes no leite.

TABELA 5 - Rendimento de queijos frescos fabricados com leite refrigerado centrifugado e leite refrigerado não centrifugado.

Leite Refrigerado	Rendimento (%)	CV (%)
-------------------	----------------	--------

Não centrifugado	22,09 ±0,24a	
Centrifugado	22,71 ±0,19a	3,03

Letras distintas na linha coluna entre si ao nível de 5% de probabilidade, de acordo com teste de Tukey.

Marino et al. (2005) descreveram resultados distintos aos do presente estudo quando observaram variações no rendimento de derivados lácteos fabricados a partir do leite com elevada CCS, devido a ação de substâncias antimicrobianas liberadas pelas CS presentes no leite, que não foram totalmente eliminadas durante o processo de pasteurização.

Essa tendência de diminuição no rendimento de queijos fabricados a partir do leite com alta CCS também foi observada por Andreatta et al. (2009) quando afirmaram que a diminuição no rendimento de queijos foi influenciada pela ação da enzima plasmina encontrada juntamente com o precursor inativo, o plasminogênio, aumentando a taxa de proteólise no leite, reduzindo assim o rendimento industrial, confirmando os resultados descritos por Leitner et al. (2005) e diferindo dos resultados do presente trabalho.

O queijo fabricado com leite não centrifugado apresentou rendimento menor, apesar de apresentar maiores teores de sólidos totais no leite, conforme descrito na Tabela 2, principalmente em relação ao teor de caseína, apontando que o leite sofreu ação das enzimas liberadas pelas CS no leite, fato também observado por Cooney et al. (2000) ao descreverem que o leite com elevada CCS apresentou teores de sólidos totais menores quando comparado ao leite com baixa CCS, influenciando assim nos teores de sólidos totais, proteína e rendimento de queijos.

O aumento no teor proteico do leite com elevada CCS não representa aumento no rendimento dos derivados lácteos, esse aumento no teor de proteína ocorre pelo aumento da permeabilidade vascular, e proteínas séricas migram da corrente sanguínea para o interior da glândula mamária, diminuindo os teores de caseína do leite, devido a ativação do plasminogênio em plasmina, ocorrendo assim a hidrólise das caseínas.

A variação nos teores de proteína, principalmente a caseína do leite afetará diretamente o rendimento de derivados lácteos, devido a caseína ser o principal parâmetro utilizado para estimar o rendimento de derivados lácteos na indústria de beneficiamento.

A gordura, EST e CCS do leite refrigerado variaram em função do processo de microfiltração (Tabela 6). A redução nos teores de gordura e a redução em 10% das CS

do leite microfiltrado pode ser relacionada com a retenção dos mesmos na membrana filtrante durante o processo de microfiltração e a redução nos teores de gordura afetaram diretamente os valores de EST do leite microfiltrado.

Elwell & Barbano (2006) observaram redução de 75% das CS presentes no leite após o processo de microfiltração, principalmente por ficarem retidas na membrana de filtração ou até mesmo pela eliminação das CS pela força de cisalhamento imposta sobre estas. Corroborando assim com Li et al. (2017), quando avaliaram a recuperação de células somáticas por tecnologias de microfiltração e afirmaram que ocorre redução das CS do leite e a viabilidade das mesmas de 38,9% a 7,6%.

TABELA 6 - Valores médios e erros padrões dos teores de gordura, proteína, lactose, extrato seco total (EST), extrato seco desengordurado (ESD), caseína e contagem de células somáticas (CCS) do leite refrigerado microfiltrado e não microfiltrado.

Parâmetros	Refrigerado	Refrigerado e microfiltrado
Gordura (%)	3,55 ±0,002a	3,53 ±0,004b
Proteína (%)	3,32 ±0,001a	3,31 ±0,002a
Lactose (%)	4,50 ±0,001a	4,50 ±0,003a
EST (%)	12,37 ±0,002a	12,33 ±0,009b
ESD (%)	8,81 ±0,001a	8,80 ±0,005a
Caseína (%)	2,53 ±0,001a	2,53 ±0,002a
CCS (x1000 CS/mL)	160 ±0,68a	143 ±0,67b

Letras distintas na linha diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade, de acordo com teste de Tukey.

A microfiltração do leite reduziu a CCS e os teores de gordura, o que era de se esperar por causa do tamanho das partículas, fazendo com que as mesmas ficassem retidas na membrana de filtração. Dessa forma, a queda na CCS, teores de gordura e EST do leite podem afetar a qualidade dos derivados lácteos, principalmente em relação às características sensoriais, qualidade e firmeza do coágulo durante o processamento de queijos, acarretando na redução da lucratividade das indústrias de beneficiamento.

O rendimento dos queijos frescais não foi afetado pelo processo de microfiltração do leite (Tabela 7). Apesar da microfiltração não influenciar no rendimento de queijos frescais, observa-se na Tabela 6 a redução da CCS, isso sugere que a microfiltração por si só não pode ser considerada como fator decisivo na avaliação do rendimento de queijos frescais, tendo em vista que outros fatores devem ser levados em consideração, principalmente em relação ao processo de fabricação dos queijos. Apesar de não haver influência da redução nas CS do leite microfiltrado no

rendimento de queijos frescais, os derivados fabricados a partir do leite com baixa CCS poderão apresentar vida de prateleira mais longa.

Albuquerque & Macedo (2003) afirmaram que o rendimento, qualidade e composição dos queijos podem ser influenciados pela qualidade físico-química e microbiológica do leite e pelo processo de fabricação incluindo a escolha do coagulante, bem como as etapas durante o processamento, que determinam a eficiência da coagulação e como conseguinte o rendimento de fabricação.

TABELA 7 - Rendimento de queijos frescais fabricados a partir de leite refrigerado e leite refrigerado microfiltrado.

Leite Refrigerado	Rendimento (%)	CV (%)
Refrigerado	22,53 ±0,19a	0,79
Microfiltrado	22,30 ±0,19a	

Letras distintas na coluna diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade, de acordo com teste de Tukey.

Outro fator a ser relacionado com o rendimento industrial de queijos pode ser explicado através do efeito proteolítico das CS no queijo ser mascarado pela presença do coagulante, principalmente a ação da enzima quimosina. Estudos apontam que as principais enzimas oriundas de CS, em especial a catepsina B e D, possuem locais de clivagem semelhantes aos da quimosina (CONSIDINE et al. 2004).

A variação do rendimento em função da CCS também foi estudada por Erdem et al. (2010) cuja elevação na CCS afetou diretamente a produção e composição do leite, proporcionando redução expressiva no rendimento dos derivados lácteos, diferindo assim, dos resultados apresentados na Tabela 7.

O processo de centrifugação e microfiltração afetaram os teores de gordura e contagem de células somáticas, dessa forma a utilização de leite desnatado pode ser uma alternativa para produção de novos estudos, principalmente com a realização de novas análises de rendimento com maior número de repetições.

Tendo em vista que a utilização da microfiltração e centrifugação podem auxiliar na redução de problemas relacionados durante a fabricação de queijos, principalmente na firmeza e qualidade do coágulo, mas o processo de obtenção da matéria-prima ainda dentro da propriedade deve ser o fator primordial para manutenção da qualidade do leite e derivados.

A baixa CCS, melhor higiene de obtenção e refrigeração do leite a 4°C após a ordenha asseguram a qualidade do leite destinado a produção de queijos e como

consequente, a diminuição de custos adicionais nas indústrias de beneficiamento (FAGAN et al., 2005).

Para avaliação do rendimento de queijos frescos através da utilização da centrifugação e microfiltração como técnicas de remoção de CS do leite, novas pesquisas devem ser realizadas para validar os resultados do presente estudo, considerando-se a utilização de maior número de repetições, principalmente em relação ao leite microfiltrado, devido a menor remoção das células somáticas.

CONCLUSÃO

As células somáticas do leite afetam negativamente o rendimento do leite *in natura*, porém, a qualidade da matéria-prima utilizada na fabricação de queijos, principalmente em relação aos teores de caseína devem ser levados em consideração.

A centrifugação e microfiltração são métodos que removem as células somáticas do leite, entretanto, influenciam nos teores de sólidos do leite, reduzindo os teores de gordura e extrato seco total, nesse sentido a utilização de leite desnatado pode ser uma alternativa para novos estudos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBUQUERQUE, L.C.; MACEDO, M.A. Os queijos no mundo. Juiz de Fora: **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 3, p. 124, 2003.
- ANDREATA, E.; FERNANDES, A.M.; SANTOS, M.V. Quality of Minas frescal cheese prepared from milk with different somatic cell counts. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, p.320-326, 2009.
- ARCURI, E.F. et al. Qualidade microbiológica do leite refrigerado nas fazendas. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.58; p. 440-446, 2006.
- AULDIST, M.J.; HUBLLE, I.B. Effects of mastitis on raw milk and dairy products. **Australian Journal of Dairy Technology**. v. 53,p.28-36, 1998.
- COELHO, K.O.; MESQUITA, A.J.; MACHADO, P.F.; LAGE, M.E.; MEYER, P.M.; REIS, A.P.. 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, p.1260-1268, 2014.
- COLDEBELLA, A.; MACHADO, P.F.; DEMÉTRIO, C.G.B. Contagem de células somáticas e produção de leite em vacas holandesas confinadas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, p.623-634, 2004.

- CONSIDINE, T.; HEALY, A.; KELLY, A.L.; MCSWEENEY, P.L.H. Hydrolysis of bovine caseins by cathepsin B, a cysteine proteinase indigenous to milk. **International Dairy Journal**, v.14, p.117-124, 2004.
- COONEY, S.; TIERNAN, D.; JOYCE, P.; KELLY, A.L. Effect of somatic cell count and polymorphonuclear leucocyte content of milk on composition and proteolysis during ripening of Swiss-type-cheese. **Journal of Dairy Research**, v.67, p.301-307, 2000.
- DONG, F.; HENNESSY, D.A.; JENSEN, H.H. Factors determining milk quality and implications for production structure under somatic cell count standard modification. **Journal of Dairy Science**, v. 95, p. 6421- 6435, 2012.
- ELWELL, M. W.; BARBANO, D.M. Use of microfiltration to improve fluid milk quality. **Journal of Dairy Science**. V.89, p.20–30, 2006.
- ERDEM, H.; ATASEVER, S.; KUL, E. Relationships of milk ability traits to udder characteristics, milk yield and somatic cell count in Jersey cows. **Journal of Applied Animal Research**, v.37, p.43-47, 2010.
- FAGAN, E.P.; BELOTI, V.; BARROS, M.F. Evaluation and implementation of good practices in main points of microbiological contamination in milk production. **SEMINA: Ciências Agrárias**, v.26, p.83-92, 2005.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.
- FERNANDES, A.M.; OLIVEIRA, C.A.F.; LIMA, C.G. Effects of somatic cell counts in milk on physical and chemical characteristics of yoghurt. **International Dairy Journal**, v.17, p.111-115, 2007.
- FURTADO, M.M. Principais problemas dos queijos: causas e prevenção, 2.ed. São Paulo: **Fonte Comunicações e Editora**, 200p. 2005.
- 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, p.1405-1411, 2013.
- GIFFEL, M.C.; HORST, H.C.V.D. Comparison between bactofugation and microfiltration regarding efficiency of somatic cell and bacteria removal. **Bulletin of the International Dairy Federation**, v.389, p.49-53, 2004.
- HENRICHES, S.C.; MACEDO, R.E.F.; KARAM, L.B. Influência de indicadores de qualidade sobre a composição química do leite e influência das estações do ano sobre esses parâmetros. **Revista Acadêmica, Ciência Agrária Ambiental**, Curitiba, v. 12, p. 199-208, 2014.
- ISO - International Dairy Federation. Whole milk - Determination of milkfat, protein & lactose content - Guide for the operation of mid-infra-red instruments. **IDF**

Standard 141C. International Dairy Federation, Brussels, Belgium, 2000.

ISO - International Dairy Federation. **Enumeration of somatic cells** – Part 2: Guidance on the operation of fluoro-opto-electronic counters. Brussels, 2006.

LEITNER, G.; CHAFFER M.; CARASO Y. et al., Udder infection and milk somatic cell count, NAGase activity and milk composition fat, protein and lactose in Israeli Assaf and Awassi sheep. **Small Rumin Research**, v.4, p.157-164, 2005.

LI N.; RICHOUX, R.; LECONTE, N.; BEVILACQUA, C.; MAILLARD, M.; PARAYRE, S.; AUBERT-FROGERAIS, L.; WARLOUZEL, J.; MOYALECLAIR, E.; DENIS, C.; MARTIN, P.; GAGNAIRE, V. Somatic cell recovery by microfiltration technologies: A novel strategy to study the actual impact of somatic cells on cheese matrix. **International Dairy Journal**, V.65, p.5-13, 2017.

MATIOLI, G.P.; PINTO, S.M.; ABREU, L.R. Effect of milk from cows with mastitis on the production of fresh Minas cheese. **Revista do Instituto de Laticínio Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v.54. p.38-45, 2000.

MARINO, R.; CONSIDINE, T.; SEVI, A.; MCSWEENEY, P.L.H., KELLY, A.L. Contribution of proteolytic activity associated with somatic cells in milk to cheese ripening. **International Dairy Journal**. v.15, p.1026–1033, 2005.

MAZAL, G.; VIANNA, P.C.B.; SANTOS, M.V.; GIGANTE, M.L. Effect of Somatic Cell Count on Prato Cheese Composition. **Journal of Dairy Science**, v.90, p.630-636, 2007.

MELILLI, C.; LYNCH, J. M.; CARPINO, S. An empirical method for prediction of cheese yield. **Journal of Dairy Science**, v. 85, p. 2699- 2704. 2002.

MUNRO, G.L.; GRIEVE, P.A.; KITCHEN, B.J. Effects of mastitis on milk yield, milk composition, processing properties and yield and quality of milk products. **The Australian Journal of Dairy Technology**, v.39, p.7-16, 1984.

POLITIS, I.; NG-KWAI-HANG, K.F. Effects of somatic cell count and milk composition on cheese composition and cheese making efficiency. **Journal of Dairy Science**, v.71, p.1711-1719, 1988.

REIS, C.B.M.; BARREIRO, J.R.; MESTIERI, L.; PORCIONATO, M.A.F.; SANTOS, M.V. Effect of somatic cell count and mastitis pathogens on milk composition in Gyr cows. **BMC Veterinary Research**, v.9, p.1-7, 2013.

SABOYA, L.V., AND MAUBOIS, J.L. Current developments of microfiltration technology in the dairy industry. **Lait**. v.80, p.541–553, 2000.

SANTOS, M.V.; OLIVEIRA, C.A.F.; LIMA, Y.V.R. BOTARO, B.G. Remoção de células somáticas pela microfiltração não afeta a composição e a proteólise do leite. **Ciência Rural**. Santa Maria. V36, p.1486-1493. 2006.

- SANTOS, M.V. et al. Effect of somatic cell count on proteolysis and lipolysis in pasteurized fluid milk during shelf-life storage. **Journal of Dairy Science**, v.86, p.2491-2503, 2003.
- SANTOS, M.V.; MA, Y.; CAPLAN, Z.; BARBANO, D.M. Effect of Somatic Cell Count on Proteolysis and Lipolysis in Pasteurized Fluid Milk During Shelf-Life Storage. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.90, p.2491-2503, 2004.
- SILVA N.M.A.; BASTOS, L.P.F.; OLIVEIRA, D.L.S.; OLIVEIRA, M.C.P.P.; FONSECA, L.M.. Influence of somatic cell count and total bacterial counts of raw milk in cheese yield using small-scale methodology. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.64, p.1367-1372, 2012.
- SPREER, E. Leche cruda e tratamiento previo de la leche. In: Lactologia industrial. 2. (Ed). **Zaragoza: Acribia**, p.79-81, 1991.
- TAKAHASHI, F.H.; CASSOLI, L.D.; ZAMPAR, A.; MACHADO, P.F. Variação e monitoramento da Qualidade do leite através do controle estatístico de processos. **Ciência Animal Brasileira**, v.13, p. 99-107, 2012.
- VASCONCELOS, M. P.; ARAUJO, K. G. L.; VERRUMA-BERNARDI, M. R. Efeito do pH de coagulação do leite e do tipo de coalho sobre o rendimento de massa na produção de queijo. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 10, p. 499-502, 2004.
- VERDI, R.J.; BARBANO, D.M. Preliminary investigation of the properties of somatic cell proteases. **Journal of Dairy Science**, v.71, p.534-538, 1991.
- VIEIRA, V.F. Características físico-químicas e sensoriais de queijos Mussarela elaborados a partir de leites com diferentes contagens de células somáticas. 71f. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2010.
- VIOTTO, W.H.; CUNHA, C.R. Teor de sólidos do leite e rendimento industrial. In: MESQUITA, A. J.; DURR, J. W.; COELHO, K. O. **Perspectivas e avanços da qualidade do leite no Brasil**. v. 1. Goiânia: Talento, p. 241-258, 2006.