



RENDIMENTO, IDENTIDADE E QUALIDADE DO QUEIJO MUÇARELA EM FUNÇÃO DO TEOR DE CASEÍNA NO LEITE

Cássia Santos Lima
Cláudia Peixoto Bueno
Karyne Oliveira Coelho

Organizadoras

EDITORA
KELPS



CONSELHO EDITORIAL

Presidente

Antonio Almeida

Coordenação da Editora Kelps

Waldeci Barros

Leandro Almeida

Conselho Editorial

Prof. Dr. Angel Marcos Dios (Universidad Salamanca - Espanha)

Prof. Dr. Antonio Donizeti Cruz (UNIOESTE, PR)

Profa. Dra. Bertha Roja Lopez (Universidade Nacional do Peru)

Profa. Dra. Berta Leni Costa Cardoso (UNEB)

Escritor Brasigóis Felício (AGL)

Prof. Dr. Divino José Pinto (PUC Goiás)

Profa. Dra. Catherine Dumas (Sorbonne Paris 3)

Prof. Dr. Francisco Itami Campos (UniEVANGÉLICA e AGL)

Prof. Dr. Iêdo Oliveira (UFPE)

Profa. Dra. Ivonete Coutinho (Universidade Federal do Pará)

Profa. Dra. Lacy Guaraciaba Machado (PUC Goiás)

Profa. Dra. Maria de Fátima Gonçalves Lima (PUC Goiás e AGL)

Profa. Dra. Maria Isabel do Amaral Antunes Vaz Ponce de Leão (Universidade Fernando Pessoa - PT)

Escritora Sandra Rosa (AGNL)

Profa. Dra. Simone Gorete Machado (USP)

Escritor Ubirajara Galli (AGL)

Escritor revisor

Prof. Me. Antônio C. M. Lopes

Cássia Santos Lima
Cláudia Peixoto Bueno
Karyne Oliveira Coelho
Organizadoras

**RENDIMENTO, IDENTIDADE
E QUALIDADE DO QUEIJO
MUÇARELA EM FUNÇÃO DO
TEOR DE CASEÍNA NO LEITE**

1ª edição

Goiânia - Goiás
Kelps, 2022

Copyright © 2022 by Cássia Santos Lima, Cláudia Peixoto Bueno e Karyne Oliveira Coelho

Editora Kelps

Rua 19 nº 100 - St. Marechal Rondon

CEP: 74.560-460 - Goiânia-GO

Fone: (62) 3211-1616

E-mail: kelps@kelps.com.br

homepage: www.kelps.com.br

Comissão Técnica

Projeto gráfico: Franco Jr.

Capa: Victor Humberto Marques

CIP - Brasil - Catalogação na Fonte

Dartony Diocen T. Santos CRB-1 (1º Região) 3294

R397 Rendimento, identidade e qualidade do queijo muçarela em função do teor de caseína no leite./ Cássia Santos Lima, Cláudia Peixoto Bueno, Karyne Oliveira Coelho (org.). – 1ª ed. – Goiânia : Editora Kelps, 2022. [E-book]
44 p.

ISBN: 978-65-5370-459-6

DOI: 10.29327/5202903

1. Produção. 2. Laticínio. 3. Muçarela. 4. Qualidade. I. Título.

CDU 636.03

O conteúdo da obra e sua revisão são de total responsabilidade dos autores.

DIREITOS RESERVADOS

É proibida a reprodução total ou parcial da obra, de qualquer forma ou por qualquer meio, sem a autorização prévia e por escrito dos autores. A violação dos Direitos Autorais (Lei nº 9610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

Impresso no Brasil | *Printed in Brazil*
2022



AUTORES

Cássia Santos Lima

Tecnóloga em Laticínios e Mestre em Desenvolvimento Rural Sustentável pela Universidade Estadual de Goiás.

Cláudia Peixoto Bueno

Médica Veterinária, Doutora em Ciência Animal pela Universidade Federal de Goiás e Docente dos Cursos de Graduação em Medicina Veterinária, Zootecnia e do Mestrado Profissional em Desenvolvimento Rural Sustentável da Universidade Estadual de Goiás.

Karyne Oliveira Coelho

Médica Veterinária, Doutora em Ciência Animal pela Universidade Federal de Goiás e Docente dos Cursos de Graduação em Medicina Veterinária, Zootecnia e do Mestrado Profissional em Desenvolvimento Rural Sustentável da Universidade Estadual de Goiás.

Rodrigo Balduino Soares Neves

Médico Veterinário, Doutor em Ciência Animal (UFG) e Docente do Curso de Graduação em Medicina Veterinária e do Mestrado Profissional em Desenvolvimento Rural Sustentável da Universidade Estadual de Goiás.

SUMÁRIO

Capítulo 1

- **IDENTIDADE E QUALIDADE DO QUEIJO MUÇARELA.....7**
Cássia Santos Lima
Cláudia Peixoto Bueno
Bruna Santos Lima

Capítulo 2

- **RENDIMENTO, IDENTIDADE E QUALIDADE DO QUEIJO MUÇARELA EM FUNÇÃO DO TEOR DE CASEÍNA NO LEITE24**
Cássia Santos Lima
Cláudia Peixoto Bueno
Bruna Santos Lima
Karyne Oliveira Coelho
Rodrigo Balduino Soares Neves
- **CONSIDERAÇÕES FINAIS39**
- **ANEXOS.....41**

Capítulo 1

IDENTIDADE E QUALIDADE DO QUEIJO MUÇARELA

Cássia Santos Lima
Cláudia Peixoto Bueno
Bruna Santos Lima

Os primeiros lugares no *ranking* dos principais produtores mundiais de leite foram ocupados em 2016 pela União Europeia, Estados Unidos, Índia, China, Brasil e Rússia (USDA, 2016). Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2017), o United States Department of Agriculture/Foreign Agricultural Service (2016), o Instituto Nacional de Estatística (2015) e o Instituto Nacional de La Leche – INALE (2014), a produção estimada para o ano de 2017 dos 15 principais países produtores de leite é de 1,4%, após aumento de 0,7% em 2016, situando-se com 513,4 milhões de toneladas de leite. Para os grandes exportadores como a Nova Zelândia, União Europeia, Estados Unidos, Austrália e Argentina a estimativa em 2017 é que haja um crescimento de 1,1% da produção, com 292,5 milhões de toneladas, depois de um crescimento de 0,5% no ano de 2016. As exportações mundiais das principais *commodities* lácteas, manteiga, queijo, leite em pó integral e desnatado, foi estimada para 2017 de mais de 4,1%, mesmo tendo um recuo de 0,2% em 2016. O estímulo no aumento das exportações se deu pela

recuperação das exportações do leite em pó, integral com 4,4% e o desnatado com 8,1%.

No Brasil, no período de 2012 a 2015, a produção do leite *in natura* aumentou a 2,7%, alcançando 34,6 milhões de toneladas em 2016, colocando o país como o quinto maior produtor de leite. A estimativa para 2017 é que a produção aumente 1% alcançando 34,9 milhões de toneladas. Nesse cenário, o Estado de Goiás possui o quinto lugar no ranking brasileiro de produção de leite, com 2.309,47 litros estimado (IBGE, 2017), de um rebanho com 2.544.301 vacas ordenhadas (IMB, 2015) nos 246 municípios do Estado.

A produção do Brasil é de 11 bilhões de litros de leite em queijo e desse total 68% foram para o queijo mussarela, prato e requeijão culinário, que são considerados grandes *commodities*, produzindo 750.215 toneladas, desse total foram exportados 747 toneladas, mesmo com essa produção o país ainda importou 11.787 toneladas. Das *commodities* intermediárias são considerados os queijo fundido, processado, fresco, minas padrão, coalho e parmesão ralado, foram produzidos 285.104 toneladas, exportado 1.223 toneladas e importados 7.053 toneladas. Os queijos especiais com bolores brancos e azuis, amarelos especiais, suíços, duros e semiduros, e queijos de massa filada foram produzidos 70.112 toneladas, 552 toneladas exportadas e 2.710 toneladas importadas. O país compra queijos da Holanda, França, Itália e Alemanha e outros sete países e exporta para 13 países dentre eles o maior comprador foi o Chile com 39%, o Paraguai com 13% e Taiwan com 12% (CONAB, 2017).

A estimativa para produção em 2017 para as principais *commodities* lácteas são de 615,63 toneladas de leite em pó integral, 159,98 leite em pó desnatado, 88,13 mil toneladas de manteiga e 795,98 mil toneladas de queijos (OECD/FAO, 2016).

O queijo é um dos principais derivados do leite e para sua produção não pode ser esquecida a qualidade da matéria prima. Por de-

finição o leite é o produto obtido pela secreção das glândulas mamárias através da ordenha total e ininterrupta de animais que estejam bem alimentadas e descansadas. O leite deve ser obtido com qualidade desde a ordenha e não pode apresentar substâncias estranha ou colostro (BRASIL, 2011). A composição nutricional média é variável dependendo de fatores como a raça, espécie, alimentação, genética, dentre outros.

Por ser um produto que atualmente é de fácil comercialização fraudes são comuns nesse alimento, com o intuito de mascarar a qualidade e aumentar o volume em litros. O Regulamento de Inspeção Industrial de Produtos de Origem Animal – RIISPOA no Artigo 504 trata das infrações previstas no regulamento e os produtos que podem ser considerados alterados ou fraudados, dentre eles o leite (RIISPOA, 2017). As fraudes mais comuns são a adição de neutralizantes da acidez, os reconstituintes da densidade, adição de conservadores, a clássica adição de água e a mistura de leite de outras espécies, como adição de leite de búfala ao leite bovino, para aumentar o teor de sólidos e a gordura.

O controle de qualidade dos laticínios é bem rigoroso em detectar fraudes e garantir que a matéria prima esteja apta ao processo dos derivados, dentre eles o queijo.

O queijo é o produto que sofre coagulação por ação de coalho ou enzimas específicas, podendo ser consumido fresco ou maturado, apresentado características típicas para cada variedade.

Como demonstrado anteriormente nas estatísticas, o queijo apresenta grande importância para o mercado de lácteos, sendo o derivado mais produzido e a tendência é que a produção seja aumentada a 2,2% ao ano (CONAB, 2017). Uma das maneiras para verificar o que o leite esta rendendo em queijo é através das cifras de transição dos sólidos totais e da gordura para o queijo (FURTADO, 2005). O que é mais interessante para uma indústria queijeira é a quantidade

de em quilos de sólidos totais que esta realmente sendo agregado ao queijo. Existe vários tipos para medição do rendimento dentre eles o econômico e o técnico, cada um com sua especificidade.

O rendimento econômico é o método de cálculo mais prático, baseado na quantidade de leite utilizada no processamento e no total de queijo obtido após a fabricação, nesse processo o ideal é que seja pesada a coalhada/massa antes do processo de salga e a fórmula rendimento = produção/litros; pode ser usada para qualquer tipo de queijo produzido (FAVA, 2014), (MARTINS, 2012) e (ANDREATTA, 2009).

O rendimento técnico é obtido considerando a quantidade dos constituintes do leite como sólidos totais, gordura e/ou proteínas e a umidade no queijo (FURTADO, 2005). Quando se tem leite de silos de estocagem diferentes, porém o queijo fabricado é o mesmo, esse é o mais usual para comparar rendimentos do mesmo tipo de queijo mesmo que o leite apresente diferentes características físico-químicas. O rendimento ajustado para a umidade deve ser aplicado para lotes de queijo com umidade diferente (MARQUES, 2011). Existe ainda a possibilidade de ajustar o teor de umidade para comprar queijo produzido (PERRONE, 2010).

Essas fórmulas permitem ao queijeiro um controle maior da sua produção e possibilita o pagamento do leite em cima do que rendeu esse leite em queijos, claro que as cifras de transição dos sólidos totais e da gordura do leite não são tão fáceis de serem dimensionadas, visto que existem vários fatores que afetam a medição do rendimento com precisão, levando a erros irreparáveis para o controle de uma indústria.

Quando se conhece a composição do leite e os fatores que podem afetar o rendimento do queijo, pode-se determinar a melhor maneira de minimizar os erros no controle do rendimento industrial.

O leite é um líquido viscoso branco, opaco, ligeiramente adoçado e de odor pouco acentuado. É conhecido por seu alto valor

nutricional e um fluido biológico para alimentação de neonatos. Em sua composição a água com 87,4% encontra-se em maior quantidade e os outros componentes como proteínas 3,2%, gordura 3,9%, lactose 4,6% e minerais 0,9% encontram-se em suspensão. Os efeitos dos componentes e a qualidade microbiológica do leite podem influenciar nas características sensoriais e no tempo de durabilidade dos produtos nas prateleiras dos pontos de venda (PINHEIRO, 2009). Os constituintes do leite sofrem alterações e é influenciada pela dieta fornecida aos animais assim como também se modificam por fatores não nutricionais, influenciando no padrão desejável dos constituintes do leite (ANDRADE *et al.*, 2014).

A lactose do leite é um dissacarídeo que é sintetizada unicamente na glândula mamária pela ligação glicosídica entre a glicose e galactose e representa cerca de 4,6% do volume de leite. A concentração de lactose no leite não pode ser alterada por fatores externos. A única maneira de alterar a lactose é se os animais apresentarem um quadro de subnutrição grave, do contrário ela não é alterada. Enquanto 50% das variações que ocorrem na gordura e proteína do leite estão ligadas a fatores ambientais e alimentação, esses fatores não alteram o teor da lactose (PRATA, 2001).

O teor de gordura do leite é de 3,5% sendo a fonte de nutrição energética a função principal biológica para o neonato. Os ácidos graxos da corrente sanguínea e do úbere, formam os triacilglicerídeos que representam aproximadamente 98% do total de gordura do leite, sendo esta sintetizada então na glândula mamária. Fatores como raça, estágio de lactação, escore corporal, alimentação, sanidade da glândula mamária, o intervalo entre as lactações são os fatores principais que podem alterar o teor de gordura no leite (PRATA, 2001).

A origem dos sais que se encontram presentes no leite representam cerca de 0,8% e são oriundos do sangue. Dentre eles têm-se o citrato com 1750 mg/L, o cálcio com 1200 mg/L, o sulfato 100

mg/L, o carbonato 200 mg/L, o potássio 1450 mg/L, o bicarbonato de sódio 500 mg/L e o magnésio com 130 mg/L. Outros já foram identificados, mas possuem concentrações variáveis e são influenciados por vários fatores desconhecidos (WALSTRA, *et al.*, 2006).

O leite possui várias enzimas que são catalizadores das reações bioquímicas. Algumas são sintetizadas pelas células secretoras, outras derivam do sangue. Várias enzimas estão presentes nos leucócitos como exemplo a catalase. As enzimas de origem microbiana podem estar ligadas aos microrganismos como as proteínases e lipases e serem liberadas após a lise. As enzimas naturais do leite estão ligadas à membrana do glóbulo de gordura, outras estão em dispersão no soro (WALSTRA, *et al.*, 2006).

A gordura do leite é responsável por dar mais sabor aos derivados lácteos, dentre eles o queijo. O teor de lactose confere um sabor adocicado enquanto as proteínas e gordura são responsáveis pelo rendimento industrial.

No leite encontram-se dois grandes grupos de proteínas, onde 80% (cerca de 2,6 kg) são caseínas e 20% (0,7 kg) são as proteínas ligadas ao soro do leite, estas são perdidas no soro durante a fabricação dos queijos. As caseínas não são solúveis em água, incluem a maior parte do cálcio do leite, de magnésio, fosfato e citrato. São pouco afetadas pelo aquecimento, com exceção das que reagem com as proteínas do soro quando desnaturadas pelo calor que compreende as frações de beta-lactoglobulina, alfa-albumina, imunoglobulinas e albumina de soro bovino (GOFF, 2006). As proteínas conferem melhor coagulabilidade do leite e rendimento industrial.

Dentre as proteínas do leite a mais importante é a caseína. A função biológica das caseínas é fazer o transporte de cálcio, fosfato e proteína da glândula mamária para o neonato. A caseína possui frações como a alfa-S1, alfa-S2, Beta-caseína e a Kappa-caseína que tem como propriedades funcionais características distintas

com base na sua distribuição de carga e sensibilidade à precipitação de cálcio que são importantes para fabricação de queijo (GOFF, 2009).

O interesse na micela de caseína tem se mostrado constante ao longo dos anos, pois as propriedades tecnologicamente importantes do leite como, a estabilidade do calor, ao álcool e a coagulação pelo coalho, além da cor branca, são devido às propriedades micelar da caseína (FOX&BRODKORD, 2008) e tem aumentado o interesse tecnológico e econômico para caracterizar as suas propriedades e esclarecer sua estrutura (BRASIL, 2015b).

Portanto, a caseína é o componente mais importante do ponto de vista industrial, capaz de definir as propriedades nutricionais, sensoriais e de textura de alimentos como iogurte, leite fluido, coalhada e queijos (DE KRUIF, *et al.*, 2012).

A qualidade e a quantidade de produtos produzidos, esta ligada as propriedade de estabilidade da caseína. O rendimento industrial pode ser afetado de forma indireta por fatores como a estocagem do leite a frio, a contagem de psicotróficos, contagem de células somáticas, atividade da plasmina, tipo de coalho utilizado e a pasteurização do leite.

Estocar o leite cru de forma prologada a baixas temperaturas provoca a dissociação parcial da caseína micelar na fração Beta (insolúvel) passando para a fase solúvel o que aumenta as perdas de nitrogênio, gordura e finos de coalhada, reduzindo o rendimento. Quanto menos tempo o leite ficar estocado mais as chances de aumentar o rendimento. Já a contagem de psicotróficos pode ser aumentada devido à temperatura de estocagem, que favorece o crescimento de microrganismos do gênero *Pseudomonas* ou *Achromobacter* que se desenvolve rapidamente e produzem lipases e proteases de alta termo-resistência suportando processos de pasteurização e esterilização do leite. Essas enzimas produzem o mesmo efeito da

estocagem citado anteriormente, além de comprometer o sabor do queijo principalmente se ele for de longa maturação como o queijo Parmesão (BUENO, *et al.*, 2005; FURTADO, 2005; GAUCHER *et al.*, 2008; NORNBORG *et al.*, 2009; N- LI, *et al.*, 2014 e FURTADO, 2016).

A contagem de células somáticas é outro fator indireto que afeta o rendimento. A escamação que ocorre no tecido celular pela infecção da mastite no úbere, atrai para o local as células brancas do sangue, os leucócitos, que são transferidos para o leite aumentando a contagem dessas células no mesmo. Se a contagem for demasiadamente alta as enzimas proteolíticas atingem um nível e atividade que são suficientes para degradar a caseína afetando o rendimento e além disso, as células somáticas (CS) contém fatores antimicrobianos que podem ser liberados no leite e inibir a atividade das culturas lácticas (NEVES-SOUZA, *et al.*, 2005; N- LI, *et al.*, 2014; COELHO, *et al.*, 2014 e BRASIL, 2015a).

Outro fator indireto a afetar o rendimento é a atividade da plasmina, que é uma protease natural do leite, sendo que a maior parte desta enzima se encontra no leite na forma do seu precursor o plasminogênio, que não possui atividade proteolítica, mas as células somáticas (leucócitos) especialmente em altas contagens produzem um ativador do plasminogênio capaz de convertê-lo para plasmina ativa ainda na glândula mamária. A maior parte do dano provocado na caseína acontecesse ainda no úbere devido à temperatura ideal para atuação da plasmina ser próxima a temperatura corporal da vaca (LEITNER, 2003; ALBENZIO, 2004 e COELHO, 2014).

Ainda há o tipo de coalho utilizado capaz de interferir no rendimento industrial. Os coalhos possuem uma ou mais proteases que degradam a fração k da caseína e provoca a coagulação do leite. Algumas destas proteases são mais proteolíticas como a pepsina suína ou as proteases ácidas de origem fúngica conhecidos como coagu-

lantes microbianos que além de romper a ligação específica dos aminoácidos fenilalanina e metionina da kappa caseína, elas continuam a degradar rapidamente o que resta da cadeia de aminoácidos durante a coagulação do leite, provocando mais perda de nitrogênio, gordura e finos durante o corte da coalhada (FOX&BRODKORD, 2008 e FURTADO, 2016). A melhor forma de prevenir esse acontecimento é utilizar coalhos a base de quimosina e pepsina bovina garantindo o melhor aproveitamento dos elementos do leite.

E o último fator indireto a afetar o rendimento do queijo é a pasteurização, pois de 2 a 3% das soro-proteínas é desnaturada no processo. A beta-lactoglobulina desnatura tende a agregar a k-caseína e ao invés de perder-se no soro passa em parte para a coalhada provocando ligeiro aumento no rendimento, pois a soro-proteína é também conhecida pela sua capacidade de hidratação, ou seja, retém mais umidade na coalhada em comparação do leite cru com o leite pasteurizado, deduz-se assim que o leite pasteurizado pode proporcionar maior rendimento e que quanto mais elevada a temperatura do processamento mais ocorre o índice de desnaturação. Entretanto, temperaturas superiores de 75°C por 15 segundos devem ser evitadas, pois torna a coalhada mais mole, o queijo mais úmido, provoca maturação mais rápida e tem mais possibilidade de apresentar gosto amargo pela retenção do coalho, sem contar os problemas com o fatiamento depois de um certo período de maturação com o queijo Mussarela (DONATO, *et al.*, 2009; ABD EL-GAWAD, *et al.*, 2011 e SANTOS, *et al.*, 2013).

Além dos fatores indiretos ainda existem os fatores diretos que estão relacionados com a composição do leite, a perda no corte da coalhada e a composição do queijo. Como citado anteriormente à composição do leite tem um papel fundamental na definição do rendimento, especialmente em se tratando do teor de proteínas e da gordura. À medida que o teor de caseína do leite é aumentado, visi-

velmente o rendimento também aumenta pelo próprio peso da proteína que é retida e quanto mais proteína retida mais aumenta a retenção de água no queijo (FURTADO, 2005). Em contra partida, um aumento no teor de gordura pode provocar o mesmo efeito positivo no rendimento, porém nesse caso uma maior retenção de água se dá pela menor sinérese durante a fabricação. O ideal é que se tenha um teor de caseína/gordura mantida fixa para permitir obter queijos com a mesma composição físico-química (FURTADO, 2016). Não pode ser deixado de mencionar que a composição do leite sofre influência de fatores como ração do animal, período de lactação, alimentação entre outros (NORO *et al.*, 2006).

No momento do corte da coalhada é impossível cortar a coalhada e não ter perdas parciais dos componentes do leite para o soro, porém essas perdas podem ser minimizadas com técnicas corretas. A velocidade no corte e o tamanho dos grãos e a intensidade da agitação estão diretamente ligadas à perda da gordura e das proteínas no soro. É considerado que de 10 a 15% da gordura do leite seja perdida para o soro. Esse valor é variável em função do teor de caseína do leite (FURTADO, 2005 e GERNIGON, 2009).

A influência mais expressiva na composição do queijo é a do teor de umidade do mesmo, também considerado um fator direto para afetar o rendimento. Quanto maior o teor de umidade em um tanque de fabricação melhor será o rendimento. Entretanto, elevar o teor de umidade pode trazer alterações paralelas como uma hidrólise mais intensa no queijo Minas Frescal diminuindo o *shelf-life* e em queijos como Mussarela e Provolone ocorre alterações na consistência que torna o fatiamento difícil (FURTADO, 2016). Uma possibilidade para evitar esse tipo de problema e não perder o rendimento industrial é padronizar a umidade no extrato desengordurado do queijo mantendo o teor de umidade compatível com as características desejadas no queijo.

O processo de fermentação da massa do queijo cujo obtivo principal é a fermentação da lactose e formação de ácido láctico, remover (desmineralização) cálcio coloidal do fosfoparacaseinato de cálcio (coalhada) e transformá-lo em um sal solúvel (lactato de cálcio) na fase contínua (soro) da massa, que permite a sua filagem adequada (FURTADO, 2016) pode se tornar um meio para perder o rendimento do queijo. Esse processo pode ser o tradicional com fermentos mesofílicos (à base de *Lactococcus lactis* e *Lactococcus cremoris*) a temperatura ambiente até o abaixamento do pH para o ponto da filagem geralmente até 15 – 24 horas ou o processo rápido onde a massa pode ser filada no mesmo dia.

Considerando os dois processos segundo Furtado (2005 e 2016) existe diferenças distintas entre o processo de fermentação lenta e fermentação rápida. Os microrganismos da fermentação lenta levam altas dosagens de *Lactobacillus helveticus* misturado com *Streptococcus thermophilus* o que muda consideravelmente as características do processo, pois o microrganismo *Lactobacillus helveticus* metaboliza a lactose vagorosamente enquanto o *Streptococcus thermophilus* suporta doses mais altas de ácido láctico. Isso leva há uma tendência de se acidificar um pouco mais a massa, e ela perde mais soro e se desidrata mais, levando a mussarela ficar mais firme com durabilidade e fatiabilidade ótima, porém o índice de rendimento seja ligeiramente menor, o teor de umidade mais baixo e ela apresenta maior agressividade proteolítica devido às características do *Lactobacillus helveticus*.

O processo de filagem da massa no mesmo dia só é viável com o uso de fermentos termofílicos de predominância de *Streptococcus thermophilus* que agem muito rápido com o tempo de fermentação variando de 90 a 120 minutos, dependendo do tipo, as doses do cultivo e do processo de fabricação adotado, por causa da temperatura de fermentação. Nesse tipo de processo da massa filada

no mesmo dia a tende a apresentar um teor de umidade mais elevado, o que não se mostra sendo um problema e sim pode afetar positivamente o rendimento (FURTADO, 2016)

Em qualquer um desses processos, o ponto crítico é a manutenção da temperatura de fermentação em faixas que ofereça condições necessárias para o crescimento dos fermentos termofílicos em geral de 41 a 43°C. (FURTADO, 2005).

Referências Bibliográficas

ABD EL-GAWAD, M. A. M; NAWAL, S. A. Cheese yield as affected by some parameters review. **Acta Sci. Pol., Technol. Aliment.** Egito, v. 10(2), p. 131-153, 2011.

ANDREATTA, E.; FERNANDES, A. M.; SANTOS, M. V.; MUSARELLI, C.; MARQUES, M. C.; GIGANTE, M. L.; OLIVEIRA, C. A. F. Quality of minas frescal cheese prepared from milk with different somatic cell counts. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44 320-326, 2009.

ALBENZIO, M.; CAROPRESE, M.; SANTILLO, A.; MARINO, R.; TAIBI, L.; SEVI, A. Effects of somatic cell count and stage of lactation on the plasmin activity and cheese-making properties of ewe milk. **Journal Dairy Science**, v. 87, p. 533-542, 2004.

BUENO, V. F. F., MESQUITA, A. J., NICOLAU, E. S., OLIVEIRA, A. N., OLIVEIRA, J. P., NEVES, R. B. S., MANSUR, J. R. G., THOMAZ, L. W. Contagem celular somática: relação com a composição centesimal do leite e período do ano no Estado de Goiás. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, p. 848-854, 2005.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa nº 62, de 29 de dezembro de 2011. Aprova o regulamento técnico de produção, identidade e qualidade do leite cru refrigerado. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF: Seção I, p. 6, 2011.

BRASIL, R. B.; SILVA, M. A. P.; CARVALHO, T. S.; CABRAL, J. F.; GARCIA, J. C.; NICOLAU, E. S.; NEVES, R. B. S.; LAGE, M. E. Chemical profile, somatic cell count and milk production of Holstein, Girolando and Jersolando cows. **Journal of Agricultural Research**, African, v. 10 p. 748-754, 2015,a.

BRASIL, R.B.; NICOLAU, E. S.; CABRAL, J. F.; SILVA, A. P. Estrutura e estabilidade das micelas de caseína do leite bovino. **Ciência Animal**, v. 25 p. 71-80, 2015,b.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Conjuntura mensal especial 2017. Brasília, Brasil 2017. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_05_15_14_13_38_leite_abril_2017.pdf>. Acesso em: 08/07/2017.

DE KRUIF, C. G.; HUPPERTZ, T.; URBAN; V. S; PETUKHOV. A. Casein micelles and their internal structure. **Advances in Colloid and Interface Science**, v. 171-172, p. 36-52, 2012.

DONATO, L., GUYOMARC, H. Formation and properties of the whey protein/k-casein complexes in heated skim milk – a review. **Dairy Science Technology**. 89, 3-29, 2009.

Fava, L. W., Kulkamp-Guerreiro, I. C., & Pinto, A. T. (2014). Rendimento de coalhada obtida a partir de leite fresco, resfriado e con-

gelado de ovelhas da raça Lacaune e caracterização física do soro obtido. **Ciência Rural**, 44(5), 937-942.

FURTADO, M. M. **Mussarela**: fabricação e funcionalidade. São Paulo, Setembro, 2016. 246 p.

FURTADO, M. M. **Principais problemas dos queijos**: causas e prevenção. São Paulo: Fonte Comunicações e Editora; 2005. 200p

FOX, P. F.; BRODKORB, A. The casein micelle: Historical aspects, current concepts and significance. **International Dairy Journal**, Canada, v. 18, p. 677-684, 2008.

GAUCHER, I.; MOLLÉ, D. GAGNAIRE, V.; GAUCHERON, F. Effects of storage temperature on physico-chemical characteristics of semi-skimmed UHT milk. **Food Hydrocolloids**, v. 22, p. 130-143, 2008.

GERNIGON, G.; SCHUCK, P., JEANTET, R. Processing of Mozzarella cheese wheys and stretchwaters: a preliminary review. **Dairy Science Technology**, 90, 27-46, 2009.

GOFF, H. D. University of Guelph. **Dairy Science and Technology**. [online], 2009. Disponível em: <https://www.uoguelph.ca/foodscience/dairyscience-and-technology/dairy-chemistryand-physics>. Acesso em: 22 de setembro 2016.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTATÍSTICA, I.P. Estatísticas da Produção e Consumo de Leite 2015. Lisboa, Portugal 2016. Disponível em: <https://www.ine.pt/ngt_server/attachfileu.jsp?look_parentBoui...att_display=n&att_download=y. Acesso em: 01/05/2017

INSTITUTO NACIONAL DE LA LECHE. Encuesta lechera: resultados preliminares 2014. Información y Estudios Económicos Programas y Proyectos. Disponível em:<http://www.inale.org/innovaportal/file/4086/1/encuesta-lechera-2014--presentacion-resultados-preliminares-foro-a.pdf>. Acesso em: 20/02/2017.

INSTITUTO MAURO BORGES DE ESTATÍSTICAS E ESTUDOS SOCIOECONOMICOS. Estatísticas Municipais. Levantamento do efetivo do rebanho de vacas ordenhas. SEGPLAN/Governo de Goiás. Disponível em: <http://www.imb.go.gov.br/>. Acesso em: 20/02/2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE, Indicadores IBGE, Estatística da Produção Pecuária março de 2017 [online], 2017. Disponível em:<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/producaoagropecuaria/defaulttab.shtm> Acesso em: 07/07/2017.

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 Ruminant Research**, v. 4, p. 157-164, 2003.

LI, N.; RICHOUX, R.; BOUTINAUD, M.; MARTIN, P.; GAGNAIRE. E. V. Role of somatic cells on dairy processes and products: a review. **Dairy Science Technology**. France. v. 94, 517-538, 2014.

Martins, S. C. S. G., Rocha, V. R., Jr., Caldeira, L. A., Reis, S. T., Barros, I. C., Oliveira, J. A., Santos, J. F., & Silva, G. W. V. 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, 993-1003, 2012.

NEVES-SOUZA, R. D.; SILVA, R. S. S. F. Estudo de custo-rendimento do precessamento de queijos tipo minas frescal com derivado de soja e diferentes agentes coagulantes. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 01, p. 170-174, 2005.

Noro, G; Gonzalez, F. H. D; Campos, R; Durr, 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**. 2006; 35 (3): 1129-35.

NORNBERG, M. F. B. L.; TONDO, E. C.; BRANDELLI, A. Bactérias psicrotóxicas e atividade proteolítica no leite cru refrigerado. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 37, p. 157-163, 2009.

OECD-FAO. Agricultural Outlook. Paris, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1787/agr_outlook-2016-en>. Acesso em: 01/05/2017.

PALENCIA, N. P. Complexo Agroindustrial do Leite no Brasil: Indicadores Socioeconômicos, Adoção de Tecnologias e Transformações nas Últimas Décadas. **Revista Economia do Centro-Oeste**, Goiânia, v. 2 n. 2, 55-72, 2016.

Perrone, I. T., Pereira, J. P. F., Magalhães, F. A. R., Costa-Junior, L. C. G., Paula, J. C. J., & Sobral, D. (2010). Determinação da composição e do rendimento de queijo prato obtido a partir de leite concentrado por evaporação a vácuo. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, 65(376), 35-41.

PRATA, L. F. **Fundamentos de ciência do leite**. Jaboticabal: FUNEP, UNESP, 2001. 287 p.

Santos, B. N. C., Silva, C. C. C. V., Domingues, J. R., Cortez, M. A. S., Freitas, D. D. G. C., Chiappini, C. C. J., & Araújo, K. G. L. (2013). Effect of calcium addition and pH on yield and texture of Minas cured cheese. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, 65(2), 601-609.

UNITED STATES DEPARTMENTE OF AGRICULTURE. Dairy: World Markets and Trade. Foreign Agricultural Service. Apresenta dados da produção mundial de leite. Disponível em: <http://usda.mannlib.cornell.edu/usda/current/dairy-market/dairy-market-12-16-2016.pdf>. Acesso em: 20/02/2017.

WALSTRA, P. **Dairy Science and Technology**. 2 edição. Nova York, Taylor & Francis Group, 2006. p. 768.

Capítulo 2

RENDIMENTO, IDENTIDADE E QUALIDADE DO QUEIJO MUÇARELA EM FUNÇÃO DO TEOR DE CASEÍNA NO LEITE

Cássia Santos Lima

Cláudia Peixoto Bueno

Bruna Santos Lima

Karyne Oliveira Coelho

Rodrigo Balduino Soares Neves

Introdução

A massa para elaborar Queijo Mozzarella o produto intermediário de uso industrial exclusivo, destinado a elaboração de Queijo Muzzarella que se obtêm por coagulação de leite por meio de coalho e/ou outras enzimas coagulantes apropriadas, complementada ou não pela ação de bactérias lácticas específicas (BRASIL, 1997).

Os constituintes do leite podem sofrer alterações por diversos fatores, podem ser influenciados pela dieta fornecida aos animais e também podem ser modificados por fatores não nutricionais, influenciando no padrão desejável (ANDRADE *et al.*, 2014).

Dentre os componentes do leite de maior importância e que podem sofrer modificações destacam-se a proteína e a gordura, pois, são os que mais podem variar devido a fatores como alimentação do animal (FURTADO, 2016).

Existem dois grandes grupos de proteínas no leite e 80% (cerca de 2,6 kg) são caseínas e 20% (0,7 kg) são as proteínas ligadas ao soro do leite, estas são perdidas no soro durante o fabrico dos queijos (GOFF, 2006). O que determina o rendimento de diversos derivados lácteos como o iogurte e o queijo é o teor de caseína.

O rendimento se dá pelas cifras de transição dos sólidos totais e gordura do leite para o queijo. Quanto melhor for a relação gordura/caseína no leite mais preciso será o rendimento (FURTADO, 2005). Existem diversas formas de se medir o rendimento através de fórmulas que expressam o rendimento técnico, o mensurado, o econômico e o preditivo. Conhecendo o teor de caseína no leite é possível estabelecer um controle mais rigoroso na produção a fim de conseguir melhores resultados no rendimento da produção e com isso aumentando os lucros da empresa. Diante do exposto torna-se importante o estudo do impacto do teor de caseína do leite sobre o rendimento do queijo muçarela.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no Laticínio Escola da Universidade Estadual de Goiás no Câmpus de São Luís de Montes Belos, em parceria com um laticínio que possui registro no Sistema de Inspeção Federal da região e disponibilizou análises do leite de seus produtores. Foram selecionados três produtores individuais que atenderam ao perfil do estudo, onde a característica desejada era um leite com o teor de caseína inferior a 60% (tratamento 1), o segundo entre 60 e 80% (tratamento 2) e o terceiro superior a 80% (tratamento 3).

Antes de iniciar a produção do queijo muçarela, o leite foi homogeneizado e coletou-se 40mL de leite em dois frascos contendo conservante de Azidiol e Bronopol, respectivamente. As amostras foram acondicionadas em refrigeração e transportadas para o Laboratório de Qualidade do Leite da Escola Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás (LQL/EVZ/UFG) para realização da Contagem Bacteriana Total (CBT), Contagem de Células Somáticas (CCS) e determinação da composição do leite. As demais amostras do leite pasteurizado, água da filagem, soro do queijo e o queijo também foram enviadas ao mesmo laboratório.

A CCS foi realizada por meio da citometria de fluxo em equipamentos automatizados (Fossomatic 5000 Basic - FOSS e Somascope - Delta) de acordo com o ISO13366/IDF145-2 (2006). A determinação da composição centesimal do leite (Gordura, Proteína) foi realizada no equipamento Milkoscan 4000 (FOSS) e no Lactoscope (Delta) pelo método de infravermelho próximo – Infra-red, descrito pela IDF (2013). A determinação do ESD foi realizada por cálculo diferencial. Já a determinação do percentual de caseína nas amostras do leite foi obtida segundo o preconizado pela IN nº 22 do MAPA (BRASIL, 2003).

Após a coleta de amostras do leite cru iniciou-se o processo de produção do queijo. O leite foi acondicionado em três tanques que cabiam à quantidade exata de 50 litros e este foi submetido ao processo de pasteurização lenta 62°C/ 30 min e resfriado a temperatura de 37°C. Coletou-se então um litro do leite pasteurizado para realização de análises de fosfatase alcalina, peroxidase, acidez, densidade, crioscopia, gordura, extrato seco total e extrato seco desengordurado e caseína.

Foi adicionado ao leite o soro fermento mesofílico à base de *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* e *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* (500 ml), cloreto (20 mL) e do coalho (6 mL). O tempo de coagulação foi de 30 a 40 minutos para cada um dos tanques de fabri-

cação. Em seguida a massa foi cortada e submetida ao processo de mexedura. Nessa etapa foi coletado amostras do soro e armazenadas para enviar ao laboratório e realizar análises de gordura e proteína.

Os queijos de todos os lotes foram produzidos de acordo com o procedimento descrito por Furtado (2005).

A metodologia de processamento do queijo foi realizada de acordo com Furtado (2005), em que a massa foi pré-prensada e submetida ao processo de fermentação lenta por 16h. Elas foram pesadas antes e depois da fermentação a fim de auxiliar no cálculo do rendimento. A água para a filagem foi substituída por outra nova à medida que os tratamentos foram sendo processados. Ainda nessa etapa foi coletada uma amostra da água de filagem de cada tanque de fabricação para análise de gordura e proteína.

O queijo foi encaminhado para as etapas da salga e secagem. Antes de serem embalados os queijos foram pesados para o cálculo do rendimento. Separou-se amostras do queijo para análises físico-químicas de gordura, matéria gorda no extrato seco, proteína e umidade, e microbiológicas de *Salmonella*, coliformes termotolerantes e *Staphylococcus* coagulase positiva.

O rendimento de cada queijo foi calculado de duas maneiras: a) utilizando o volume em litros de leite para a elaboração de gramas de queijo (L/Kg). Neste caso, o volume de leite foi dividido pela soma da massa dos queijos obtidos; b) a massa em gramas de sólidos totais de queijo por litro de leite. A equação utilizada foi:

$$R\left(\frac{\text{g}}{\text{L}}\right) = \frac{P \times ST \times 1}{V}$$

Onde: R= rendimento;
P = quilos de queijo obtidos;
ST = percentagem de extrato seco dos queijos;
V= volume de leite utilizado.

Foi utilizado o delineamento em blocos casualizados, sendo o teor de caseína considerado como tratamento e o rendimento foi repetido três vezes em intervalos de 45 dias. Os dados de CCS e CBT foram transformados em logaritmo natural, pois não possuem distribuição normal. Os resultados obtidos das análises físico-química do leite, soro de queijo, água da filagem, rendimento, e do queijo, dos três tratamentos foram avaliados estatisticamente pelo método da análise de variância, e as médias submetidas ao teste e Tukey ao nível de 5%. Utilizou-se o *software* livre SISVAR, versão 5.6 (FERREIRA, 2014).

Resultados e Discussão

Observa-se na Tabela 1 os resultados médios e o desvio-padrão dos parâmetros físico-químicos do leite cru e leite pasteurizado.

Observa-se que o leite utilizado no presente experimento, nos três tratamentos, apresent conformidade com os requisitos especificados na Instrução Normativa nº 62 (Brasil, 2011) sendo a gordura o mínimo 3,0 (g/100g), acidez 0,14 a 0,18 gramas de ácido láctico/100mL; índice crioscópico -0,530 a -0,550°H; sólidos não-gordurosos mínimo 8,4 (g/100g); e proteína mínimo 2,9 (g/100g).

Os valores de CCS 240 mil e CBT 606 mil podem ter interferido no teor de proteína, gordura e sólidos totais do leite escolhido para o experimento, embora a caseína seja o componente mais afetado pelas alterações de CCS e CBT, pois pode ocorrer o aumento de proteínas do soro mascarando a proteína total avaliada.

O leite pasteurizado também se apresentou em conformidade com a legislação, mostrando que o tratamento térmico foi eficiente.

A média e o desvio-padrão das amostras do soro obtido no processo de mexedura do queijo podem ser observados na Tabela 2.

Nota-se que a perda de gordura e da proteína para o soro não teve diferença significativa nos três tratamentos, sob as mesmas condições de produção. Etapas do processamento podem contribuir para elevar a perda de gordura e proteína para o soro; cita-se que a pasteurização, o corte da coalhada e a temperatura de cozimento da massa na mexedura. Segundo Furtado (2016) temperaturas mais elevadas que 75°C por 15 segundos precisam ser evitadas, visto que pode ocorrer uma forte desnaturação das soroproteínas (alfa-lactalbumina e beta-lactoglobulina) que poderiam se incorporar na coalhada em maiores proporções, caso ocorra, a coagulação é prejudicada, a coalhada se tornaria mais mole e soro mais leitoso, levando consigo proteínas e gordura. Esses cuidados foram tomados no presente experimento, pois a temperatura máxima utilizada foi de 62°C no processo de pasteurização.

Coelho *et al.* (2014) relatam maior perda de caseína e gordura para as amostras do soro do queijo muçarela com CCS superior a 750.000 cél/mL no leite, em que a média das amostras foram 0,11±0,07 a 0,19±0,15 e 0,42±0,03 a 0,98±0,39 para caseína e gordura respectivamente.

No experimento de Cardoso *et al.* (2014) o valor protéico médio do soro de queijo muçarela encontrados foram de 0,69 a 0,83g/100g sob diferentes tempos e temperaturas de armazenamento.

Vieira (2010) encontrou valores superiores para a proteína do soro do queijo muçarela em média de 2,48±0,04 a 2,71±0,14 e para a gordura 0,86±0,20 a 1,26±0,03. Estes resultados provavelmente relacionam-se a falhas no controle das etapas de coagulação e mexedura podem ocorrer com facilidade e seu controle é importante para não perder proteína e gordura para o soro.

Os resultados médios e o desvio-padrão para a proteína e gordura encontrados na água da filagem são apresentados na Tabela 3.

Analisando os dados verifica-se que o teor de proteína e gordura perdida não diferiu entre si nos tratamentos. A perda da gordura pode ser significativa nessa etapa, porém a proteína já foi agregada anteriormente na massa do queijo. A análise da proteína foi realizada com o intuito de verificar se as condições do processamento foram adequadas para o experimento, pois, perda elevada de proteína indicaria falha nas etapas anteriores podendo ter interferência no rendimento final, e a análise de proteína serve para mostrar que não houve esse problema no experimento, já que as condições de processamento foram às mesmas para os três tratamentos.

A perda da gordura da massa do queijo para a água utilizada no processamento está ligada a vários fatores tais como: maior teor de gordura do produto está relacionado a maior probabilidade de perdas; a temperatura da água; a intensidade do trabalho mecânico ou manual; o volume de água que circula no equipamento; e o grau de acidificação e desmineralização se a massa for filada fora do ponto, sendo pelo excesso ou a falta da acidificação. Não existe um pH que possa ser considerado o mais adequado, porém existe uma faixa que varia de 4,8 até 5,5 e depende da qualidade inicial do leite e da região em que se encontra (FURTADO, 2016).

Valores similares para a gordura na água da filagem foram encontrados por Mendes et, al. (2015) que manteve a massa acidificada em armazenamento sob refrigeração a 7°C onde a média variou de $1,20 \pm 0,05$ da amostra controle até $3,36 \pm 0,08$ da massa filada após 36h de refrigeração, embora essas condições de temperatura de estocagem da massa não tenham sido verificadas neste experimento, observa-se que a perda da gordura foi bem próxima ao encontrado para o tratamento um (Leite 1) e dois (Leite 2).

O queijo foi analisado quanto aos parâmetros físico-químicos para verificar se estaria em conformidade para ser comercializado e ainda verificar a estabilidade do processamento. Os resultados para a

média e o desvio-padrão das análises físico-químicas do queijo muçarela encontram-se na Tabela 4.

Analisando o regulamento técnico de identidade e qualidade do queijo muçarela (Brasil, 1997) nota-se que o produto estava dentro do padrão exigido para comercialização no que concerne aos valores de umidade de no máximo 60%, e matéria gorda no extrato seco mínimo de 35g/100g.

O processo de fabricação é importante visto que mínimas variações na temperatura, intensidade do maquinário, funcionários não treinados acarretam variação de resultados.

A legislação não especifica o teor de gordura para o queijo, mas segundo Furtado (2016) a muçarela brasileira possui a composição físico-química muito irregular e isso se dá pelo fato de existir variações nos métodos de fabricação e pela qualidade do leite, mas em geral apresenta o teor de gordura entre 22 a 24%.

Mendes *et al.*, (2015) obtiveram valores bem próximos de $41,60 \pm 0,45$ a $45,33 \pm 0,33$ para umidade, $23,43 \pm 0,32$ a $24,66 \pm 0,33$ para gordura, $42,20 \pm 0,80$ a $45,06 \pm 0,76$ para a gordura no extrato seco da muçarela com a massa acidificada após 20 dias de estabilização.

Valores acima dos já citados foram encontrados por Coelho *et al.*, (2014) onde a média para a gordura na base seca foi de $49,95 \pm 2,41$ a $52,91 \pm 2,37$ em diferentes dias de armazenamento a 7°C.

O queijo foi analisado para mostrar que o processamento seguiu rigoroso controle higiênico o que garantiria a segurança do consumidor, caso o produto fosse comercializado. Os resultados das características microbiológicas encontram-se na Tabela 5.

Quanto às características microbiológicas observa-se que o queijo apresentou-se satisfatoriamente dentro dos padrões exigidos na Resolução da Diretoria Colegiada - RDC/nº 12 (BRASIL, 2001)

mostrando que o produto estava apropriado ao consumo, mesmo não tendo sido comercializado.

Os derivados lácteos possuem uma vida de prateleira reduzida, pois são um excelente meio de crescimento para vários microrganismos. É importante fazer o monitoramento da qualidade microbiológica, pois microrganismos indicadores traduzem o estado higiênico desses alimentos e mostram a severidade do processamento (LOSITO *et al.*, 2014).

Os valores do rendimento litros de leite/kg de queijo e do rendimento ajustado litros de leite/kg de extrato seco do experimento podem ser observados na Tabela 6.

Avaliando os dados do rendimento (litros de leite/kg de queijo) e o rendimento ajustado (litros de leite/kg de extrato seco de queijo) nota-se que não houveram diferenças entre os tratamentos um e dois, com ressalva ao tratamento três que continha o teor mais elevado de caseína e apresentou o melhor rendimento.

Resultados semelhantes foram encontrados por Coelho *et al.*, (2014) que obteve o rendimento ($9,6 \pm 1,28$ a $10,3 \pm 1,87$), rendimento ajustado ($8,9 \pm 1,09$ a $9,6 \pm 1,52$) entre seus tratamentos para o leite com baixa contagem de células somáticas.

No experimento de Mendes *et al.*, (2015) o rendimento em litros de leite/kg de queijo foi de 9,55 a 9,9 e na massa acidificada que sofreu o processo de refrigeração por 36 horas o rendimento foi de 10,11 litros/kg. Não foi calculado o rendimento ajustado, porém os autores divulgaram o volume de queijo muçarela produzido 1,010 a 1,047kg entre os tratamentos. Para a massa acidificada por mais tempo a quantidade abaixou para 989,11kg. É importante ressaltar que o rendimento queijeiro tem fatores que podem ser determinantes para obtê-lo com precisão (FURTADO, 2016), dentre eles o conhecimento da matéria prima e o controle durante as etapas do processamento.

A composição do leite, a variedade genética dos animais, as células somáticas, a qualidade do leite no aspecto higiênico-sanitária, o processo de pasteurização, coagulação, corte da massa, são fatores que podem afetar o rendimento do queijo (MONA *et al.*, 2011; BRASIL *et al.*, 2015; e FURTADO, 2016).

Os componentes do leite junto com o tipo e a composição do queijo podem ser imprescindíveis para o rendimento (ABD EL-GAWAD, *et al.*, 2011; YE, *et al.*, 2011). O rendimento ocorre inicialmente pelas cifras de transição dos sólidos totais e a gordura para o queijo. Isso é importante, pois a quantidade máxima possível dos sólidos do leite precisa ser mantida no queijo, o que permite o menor volume de leite na fabricação de um quilograma de queijo. Destaca-se que perdas de sólidos no leite podem estar ligadas ao processamento em si, como também, na produção e qualidade do leite relacionada ao próprio animal (SALES, *et al.*, 2016).

Nota-se que ao considerar a diferença em kg de caseína no leite para o queijo pode se chegar a 260kg de caseína e como consequência é possível reduzir o rendimento em litros por quilograma de queijo sem elevar o teor de umidade, apenas fazendo a separação do leite nos silos da indústria pelo histórico dos produtores.

Furtado (2016) relata que um rendimento de 9,5 a 10,5 L/kg é considerado normal, e que possível aumentar o rendimento para menos de 9L/kg nesse caso o leite apresenta elevado teor de extrato seco (porcentagens de gordura e/ou proteínas altas) e/ou produzindo o queijo com maior teor de umidade, o que implicará em falhas no fatiamento e aumentará os efeitos de proteólise no queijo na estocagem.

Trazendo esses dados para o valor de venda do queijo a R\$ 16,00 o kg, é possível lucrar R\$ 4.160 somente com a consideração de acréscimo em kg de caseína. O lucro final chega a R\$ 102.440 por dia de produção.

Conclusão

Conclui-se que o teor de caseína está relacionado com o maior rendimento industrial do queijo muçarela, quanto maior o teor de caseína, maior o rendimento. É importante salientar que em escala industrial essa estimativa pode ser tradicionalista, pois o rendimento é de difícil controle, mas se controlado corretamente os efeitos de rendimento podem ser mais elevados do que o encontrado.

Agradecimentos

A Universidade Estadual de Goiás – UEG, pela concessão da bolsa de pós-graduação.

Referências

ABD EL-GAWAD, M. A. M.; NAWAL, S. A. Cheese yield as affected by some parameters review. **Acta. Sci. Pol., Technol. Aliment.** Egito, v. 10(2), p. 131-153, 2011.

ANDRADE, K. D. *et al.* Qualidade do leite bovino nas diferentes estações do ano no estado do Rio Grande do Norte. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, Niteroi, v. 21, n. 3, p. 213-216, 2014.

Associação Brasileira das Industrias de Queijos - ABIC. Estatísticas. Disponível em: <<http://www.abiq.com.br>>. Acesso em: 19 de abril de 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa nº 62, de 29 de dezembro de 2011. Aprova o re-

gulamento técnico de produção, identidade e qualidade do leite cru refrigerado. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF: Seção I, p. 6, 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 364, de 04 de setembro de 1997. Aprova o regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de queijo muçarela. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF: Seção I, p. 47, 1997.

BRASIL, R. B.; SILVA, M. A. P.; CARVALHO, T. S.; CABRAL, J. F.; GARCIA, J. C.; NICOLAU, E. S.; NEVES, R. B. S.; LAGE, M. E. Chemical profile, somatic cell count and milk production of Holstein, Girolando and Jersolando cows. **Journal of Agricultural Research**, African, v. 10 p. 748-754, 2015a.

BRASIL, R.B.; NICOLAU, E. S.; CABRAL, J. F.; SILVA, A. P. Estrutura e estabilidade das micelas de caseína do leite bovino. **Ciência Animal**, v. 25 p. 71-80, 2015b.

CARDOSO, G. S. P. **Avaliação físico-química e microbiológica do leite cru refrigerado e soro dos queijos minas frescal e muçarela estocados sob diferentes temperaturas**. Tese Doutorado. Universidade Federal de Goiás, Escola de Veterinária e Zootecnia (EVZ), Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Goiânia, 2014.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA - ESALQ/USP. Boletim do Leite 2017 [online], 2017. Disponível em: <http://www.cepea.esalq.usp.br/br/indicador/leite.aspx> Acesso em: 01/06/2017.

COELHO, K. O.; MESQUISTA, 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 Medicina Veterinaria e Zootecnia**, Minas Gerais v. 66, n. 4, p. 1260-1268, 2014.

CHAVES, K. F.; CALLEGARO, E. D.; SILVA, V. R. O. Utilização do soro de leite nas indústrias de laticínios da região de Rio Pomba-MG. In: CONGRESSO NACIONAL DE LATICÍNIOS, 27., 2010, Juiz de Fora. **Anais do Congresso Nacional de Laticínios**. Juiz de Fora: EPAMIG/ ILCT, 2010. 1 CD-ROM.

FERREIRA, Daniel Furtado. **Sisvar**: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. *Ciênc. agrotec.* [online]. 2014, vol. 38, n. 2, p. 109-112. Disponible en: ISSN 1413-7054.

FURTADO, M. M. **Principais problemas dos queijos**: causas e prevenção. São Paulo: Fonte Comunicações e Editora; 2005. 200p.

FURTADO, M. M. **Muçarela**: fabricação e funcionalidade. São Paulo, Setembro, 2016. 246p.

GAUCHER, I.; MOLLÉ, D. GAGNAIRE, V.; GAUCHERON, F. Effects of storage temperature on physico-chemical characteristics of semi-skimmed UHT milk. **Food Hydrocolloids**, v. 22, p. 130-143, 2008.

LE M. C., THIÉRY, R, VAUTOR E, LE L. Y. O impacto da mastite sobre as propriedades tecnológicas do leite e da qualidade dos produtos lácteos - uma revisão. **Dairy Science Technology**, v. 91, p. 247-282, 2011.

LI, N.; RICHOUX, R.; BOUTINAUD, M.; MARTIN, P.; GAGNAIRE, E. V. Role of somatic cells on dairy processes and products: a review. **Dairy Science Technology**, France, v. 94, p. 517-538, 2014.

LOSITO, F.; ARIENZO, A.; BOTTINI, G.; PRIOLISI, F. R. MARI, A.; ANTONINI, G. Microbiological safety and quality of Mozzarella cheese assessed by the microbiological survey method. **Journal Dairy Science**, Itália, v. 97, p. 1-10, 2014.

MENDES, B. G.; CASTRO, K. A.; SILVA, K. A. L.; PEREIRA, A. I. A; ORSINE, J. V. C. Qualidade e rendimento da muçarela em tempos de armazenamento sob refrigeração da massa acidificada. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, Brasil, v. 9, n1: p 1744-1756, 2015.

Mikulec, D. P.; Petrovic, M. P.; Raycheva, E. Effect of variations in somatic cell count on cheese yield on the stara planina in serbia. **International Journal of Research and Reviews in Applied Sciences**, 57-60, 2012.

Montanhini, M. T. M.; Moraes, D. H. M.; Montanhini, R. No. Influência da contagem de células somáticas sobre os componentes do leite. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 68, p. 18-22, 2013.

NORNBERG, M. F. B. L.; TONDO, E. C.; BRANDELLI, A. Bactérias psicotróficas e atividade proteolítica no leite cru refrigerado. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 37, p. 157-163, 2009.

SALES, D. C.; RANGEL, A. H. N.; URBANO, S. A.; BORGES, K. C.; ANDRADE NETO, J. C.; CHAGAS, B. M. E. Cheese yield in

Brazil: state of the art. **Food Science and Technology**, Campinas, v. 36, p. 563-569. 2016.

Sharma, N; Singh, N. K; Bhadwal, M. S. Relação entre contagem de células somáticas e mastite: a visão geral. **Asian Austral Journal Animal Scientiae**, v. 24, p. 429-438, 2011.

VIEIRA, V. F. **Características físico-químicas e sensoriais de queijos muçarela elaborados a partir de leites com diferentes contagens de células somáticas**. Dissertação Mestrado. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Engenharia de Alimentos, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos, Bahia, 2010.

YE, R.; HARTE, F. Casein maps: effect of ethanol, pH, temperature, and CaCl₂ on the particle size of reconstituted casein micelles. **Journal of Dairy Science**, United States, v. 96, p. 799-805, 2013.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O rendimento do queijo mussarela esta intrinsecamente ligado ao teor de caseína e que por sua vez deve ter uma relação com o teor de gordura, de forma que ao serem transmitidos do leite para o queijo, o mesmo apresente bom rendimento industrial e qualidade adequada as características do produto.

As etapas do processo de produção do queijo mussarela que se mostraram mais vulneráveis a perda da caseína foram a pasteurização, o corte da coalhada e o processo de mexedura, pois são etapas criticas que precisam de controle constante para garantir que o rendimento não seja afetado.

Um dos objetivos específicos que foi proposto no inicio do experimento não pode ser alcançado, pois o laboratório para o qual as análises foram enviadas não realizava a análise especifica de caseína no soro do queijo, e apenas analisou a proteína presente no soro. O desejo era de especificar a presença e/ou não de caseína e quantificar caso houvesse.

A composição do queijo mussarela apresentou-se adequada a legislação e poderia ser comercializada sem que houvesse qualquer tipo de risco aos consumidores.

Observa-se também que são poucos os trabalhos para quantificar as perdas de componentes do leite para o processamento do queijo mussarela, em função de avaliar o rendimento industrial, vis-

to que são vários os fatores que podem provocar a perda de componentes como a gordura e a proteína, deixando a indústria de queijo sem o conhecimento para expandir e melhorar a sua produção.

ANEXOS

Tabela 1: Resultado da análise físico-química do leite cru e do leite que foi pasteurizado. São Luís de Montes Belos, GO; 2017.

Parâmetros avaliados	Caseína no leite		
	Leite 1	Leite 2	Leite 3
Gordura (g/100g)	3,29±0,23a	3,14±0,43a	3,34±0,17a
Proteína (g/100g)	3,05±0,24a	3,33±0,14a	3,90±0,61a
Lactose (g/100g)	4,66±0,13a	4,73±0,19a	4,78±0,02a
EST (g/100g)	11,63±0,76a	12,19±0,47a	12,65±0,25a
ESD (g/100g)	8,67±0,16a	9,04±0,15a	9,27±0,03a
Caseína (g/100g)	2,31±0,18b	2,61±0,10a	2,83±0,02b
Densidade (g/mL)	1030,1±2,05a	1029,4±5,19a	1030,0±1,89a
Crioscopia (°H)	-0,536±2,87a	-0,538±2,87a	-0,537±3,40a
Acidez (ácido láctico g/100mL)	15±0,47a	17±0,47a	16±0,0a
pH	6,72±0,07a	6,71±0,02a	6,74±0,05a
CBT ¹ (log cél./mL)	6,68±7,9a	6,79±7,8a	7,13±1,7a
CCS ² (log cél./mL)	5,41±1,91	4,78±4,8	5,93±2,39
Antibiótico	Negativo	Negativo	Negativo
Fosfatase alcalina	Negativo	Negativo	Negativo
Peroxidase	Positivo	Positivo	Positivo

Valores com a mesma letra na linha não diferiram entre si ao nível de 5% de significância. ¹CBT: Contagem bacteriana total; ²CCS: contagem de células somáticas. Leite 1: leite com o teor de caseína inferior a 60% de caseína; Leite 2: leite com o teor de caseína entre 60 e 80%; Leite 3: leite com o teor de caseína superior a 80%.

Tabela 2: Parâmetros físico-químicos do soro do queijo produzido com leite contendo diferente teor de caseína. São Luís de Montes Belos, GO; 2017.

Parâmetros avaliados	Caseína no leite		
	Leite 1	Leite 2	Leite 3
Gordura (g/100g)	0,36 ± 0,09a	0,18 ± 0,02a	0,75 ± 0,47a
Proteína (g/100g)	0,71± 0,08a	0,82 ± 0,09a	0,75 ± 0,04a

Valores com mesma letra na linha não diferiram significativamente entre si ($p > 0,05$); Leite 1: leite com o teor de caseína inferior a 60% de caseína; Leite 2: leite com o teor de caseína entre 60 e 80%; Leite 3: leite com o teor de caseína superior a 80%.

Tabela 3: Parâmetros físico-químicos da água da filagem da massa do queijo produzido com leite contendo diferente teor de caseína. São Luís de Montes Belos, GO; 2017.

Parâmetros avaliados	Caseína no leite		
	Leite 1	Leite 2	Leite 3
Gordura (g/100g)	1,3±0,29a	1,3±0,91a	2,55±2,41a
Proteína (g/100g)	0,14±0,06a	0,14±0,08a	0,18±0,09a

Valores com mesma letra na linha não diferiram significativamente entre si ($p > 0,05$); Leite 1: leite com o teor de caseína inferior a 60% de caseína; Leite 2: leite com o teor de caseína entre 60 e 80%; Leite 3: leite com o teor de caseína superior a 80%.

Tabela 4: Parâmetros físico-químicos para o queijo muçarela produzido com leite contendo diferente teor de caseína. São Luís de Montes Belos, GO; 2017.

Parâmetros avaliados	Caseína no leite				
	Leite 1	Leite 2	Leite 3	CV%	p
Gordura (g/100g)	26,5±1,2a	26,1±0,2a	21,2±3,8a	10.22	0.14
Matéria gorda no ES (g/100g)	45,5±3,8a	44,8±3,1a	37,1±5,3a	12.35	0.27
Proteína (g/100g)	23,4±2,1a	25,1±3,3a	25,4±2,2a	14.24	0.77
EST (g/100g)	59,6± 2,0a	60,5± 2,8a	56,5± 1,1a	6.68	0.4
ESD (g/100g)	33,1±0,8a	34,3±2,5a	33,7±3,8a	16.94	0.9
Umidade	40,4±2,0a	39,5±2,8a	43,0±1,1a	6.79	0.44

Valores com mesma letra na linha não diferiram significativamente entre si ($p > 0,05$); Leite 1: leite com o teor de caseína inferior a 60% de caseína; Leite 2: leite com o teor de caseína entre 60 e 80%; Leite 3: leite com o teor de caseína superior a 80%.

Tabela 5: Parâmetros microbiológicos do queijo muçarela produzido com leite contendo diferente teor de caseína. São Luís de Montes Belos, GO; 2017.

Parâmetros avaliados	Caseína no leite		
	Leite 1	Leite 2	Leite 3
<i>Salmonella</i> sp.	Ausência	Ausência	Ausência
Coliformes termotolerantes	$<1,0 \times 10^1$	$<1,0 \times 10^1$	$<1,0 \times 10^1$
Estafilococos coagulase positiva	$<1,7 \times 10^1$	$<1,7 \times 10^1$	$<1,7 \times 10^1$

Valores com mesma letra na linha não diferiram significativamente entre si ($p > 0,05$); Leite 1: leite com o teor de caseína inferior a 60% de caseína; Leite 2: leite com o teor de caseína entre 60 e 80%; Leite 3: leite com o teor de caseína superior a 80%.

Tabela 6: Rendimento do queijo muçarela produzido com leite contendo diferente teor de caseína. São Luís de Montes Belos, GO; 2017.

Parâmetros avaliados	Caseína no leite				
	Leite 1	Leite 2	Leite 3	p	CV%
Rendimento ¹	10,5 ± 0,72a	10,4 ± 0,48a	8,14 ± 0,60b	0.00	4.59
Rendimento ajustado ²	5,60 ± 0,64a	5,70 ± 0,06a	7,07 ± 0,87b	0.03	9.25
Queijo ³	4,685 ± 0,38a	4,724 ± 0,26a	6,017 ± 0,52b	0.01	7.88

1: litros de leite/kg de queijo; 2: litros de leite/kg de extrato seco de queijo; 3: kg de queijo produzido utilizando 49 litros de leite; valores com a mesma letra na linha não diferiam significativamente entre si ($p \leq 0,05$); tratamento 1: leite com o teor de caseína <2.6; tratamento 2: leite com o teor de caseína entre 2.6 e 2.8; tratamento 3: leite com o teor de caseína >2.8.

Tabela 7: Rendimento mensurado do queijo muçarela em uma planta com 50.000 litros de leite utilizando o rendimento encontrado neste experimento.

Parâmetros avaliados	Caseína no leite		
	Leite 1	Leite 2	Leite 3
Caseína no leite g/100g	2,31	2,61	2,83
Rendimento encontrado L/Kg	10,5	10,4	8,14
Queijo kg	4.761,90	4.807,69	6.142,50
Diferença entre os tratamentos (caseína)	0	0,3	0,52
Acréscimos em kg de caseína	0	150	260
Kg de queijo total	4.761,90	4.957,69	6.402,50
Rendimento final mensurado*	10,5	10,08	7,80

Leite 1: leite com o teor de caseína inferior a 60% de caseína; Leite 2: leite com o teor de caseína entre 60 e 80%; Leite 3: leite com o teor de caseína superior a 80%.