

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
ESPECIALIZAÇÃO EM GESTÃO DA QUALIDADE NA TECNOLOGIA DE
ALIMENTOS

MARCELO MUNARETTO

**AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES FUNCIONAIS DO QUEIJO
MUSSARELA PRODUZIDO COM FERMENTO AUTÓCTONE**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

Francisco Beltrão
2015

MARCELO MUNARETTO

**AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES FUNCIONAIS DO QUEIJO
MUSSARELA PRODUZIDO COM FERMENTO AUTÓCTONE**

Monografia, apresentada ao Curso de Especialização em Gestão da Qualidade na Tecnologia de Alimentos, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, câmpus Francisco Beltrão, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Gestão da Qualidade na Tecnologia de Alimentos.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Fabiane Picinin de Castro Cislaghi

Coorientadora: Prof^a. Dr^a. Alessandra Machado Lunkes

Coorientadora: Prof^a. Dr^a. Vânia de Cássia da Fonseca Burgardt

FRANCISCO BELTRÃO
2015

TERMO DE APROVAÇÃO

AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES FUNCIONAIS DO QUEIJO MUSSARELA PRODUZIDO COM FERMENTO AUTÓCTONE

por

MARCELO MUNARETTO

Esta Monografia de especialização foi apresentado(a) em doze de setembro de 2015 como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Gestão da Qualidade na Tecnologia de Alimentos. O(a) candidato(a) foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof^a. Dr^a. Fabiane Picinin de Castro Cislighi
Orientadora

Prof^a. Dr^a. Alessandra Machado Lunkes
Membro titular

Prof^a. Dr^a. Vânia de Cássia da Fonseca Burgardt
Membro titular

Dedico este trabalho a minha família, e a
minha noiva pelas faltas e momentos de
ausência em vossas vidas.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus, por permitir que concretizasse mais esta etapa importante em minha vida.

Também gostaria de agradecer de uma forma geral a todos as pessoas que contribuíram de alguma forma para a conclusão de mais este curso de especialização, e pedir que caso esqueça de alguém, que este não se ofenda, pois tenha certeza que o seu apoio foi indispensável.

Agradeço a minha querida noiva Gleici por ser paciente e tolerante durante todo período do curso, por estar sempre ao meu lado, me apoiando e consolado incansavelmente.

Agradeço a minha família por depositar a confiança necessária em meus estudos, sempre dando muito apoio e incentivo.

Agradeço a todos os professores do curso de especialização pelos ensinamentos repassados, que com certeza irão contribuir para o meu crescimento profissional.

Em especial gostaria de agradecer as doutoras Fabiane, Alessandra e Vânia pelos esforços dedicados ao meu trabalho de conclusão de curso.

Agradeço enormemente a empresa H.E. Indústria e Comércio de Laticínios Ltda. pelo apoio e pela confiança depositada em meu trabalho, e estendendo este agradecimento ao gerente de produção do estabelecimento, Jairo, pelo auxílio na elaboração dos queijos utilizados no trabalho.

E por último agradeço aos meus colegas de turma pelas trocas de experiências que tivemos durante todo o período do curso.

RESUMO

MUNARETTO, Marcelo. **Avaliação das propriedades funcionais do queijo mussarela produzido com fermento autóctone**. 2015. 22 páginas. Monografia de Especialização (Especialização em Gestão da Qualidade na Tecnologia de Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Francisco Beltrão, 2015.

A produção do queijo mussarela possui variadas tecnologias de fabricação, dentre elas a utilização de fermentos diferenciados. A utilização de culturas autóctones pode apresentar alguns benefícios em relação as propriedades funcionais do queijo produzido. Estas culturas, quando utilizadas na fabricação de queijo, permitem que ocorra a reposição de frações das culturas que são perdidas durante o processo de pasteurização do leite. O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da utilização do fermento autóctone (*Streptococcus termophilus* e *Lactobacillus bulgaricus*), produzido a partir do leite da região sudoeste do estado do Paraná na fabricação de queijo mussarela e compará-lo com o queijo produzido com fermento convencional (*Streptococcus termophilus*). Foram analisadas as propriedades funcionais de cor antes e após o derretimento, derretimento superficial, separação de gordura e textura por meio de resistência ao corte e perfil de textura TPA. Os resultados obtidos demonstram que o uso do fermento autóctone na fabricação do queijo mussarela contribuiu para a melhoria do derretimento superficial e para a menor formação do escurecimento não enzimático. Nas análises de textura, os parâmetros de dureza e gomosidade apresentaram variação entre as amostras, já os parâmetros de coesividade, elasticidade, mastigabilidade e resistência ao corte não apresentaram diferença entre os dois tratamentos. As análises de separação de gordura e cor antes do derretimento também não apresentaram diferenças entre as amostras. Portanto, o uso do fermento autóctone contribuiu para a melhoria das propriedades funcionais do queijo mussarela.

Palavras-chave: Cultura. Fabricação. Análises. *Streptococcus*. *Lactobacillus*.

ABSTRACT

MUNARETTO, Marcelo. Evaluation of the functional properties of the mozzarella cheese produced with autochthonous yeast. 2015. 22 pages. Undergraduate thesis (Specializing in Quality Management of Food Technology) Federal Technological University from Paraná. Francisco Beltrão, 2015.

There are many technologies used to produce the mozzarella cheese, among them the usage of differentiated yeasts. The usage of autochthonous culture may present some benefits related to the functional properties of the produced cheese. These cultures, when used on the cheese production, allow the reproduction of part of the culture, which had been lost during the milk pasteurization process. The aim of this paper was to evaluate the effects caused by the usage of autochthonous yeast (*Streptococcus termophilus* and *Lactobacillus bulgaricus*), produced with milk from the southwest region in Paraná state in the mozzarella cheese production and also compare it with the cheese produced with the regular yeast. (*Streptococcus termophilus*). It was analyzed the functional properties of color before and after melting, superficial melting, fat separation and texture by means of shear and texture profile TPA. The results gotten showed that the usage of the autochthonous yeast in the mozzarella cheese production had contributed to a better superficial melting and to a minor formation of enzymatic browning. In the texture analysis, the hardness parameters and gumminess showed a variation among the samples, however the cohesiveness, elasticity, chewy and resistance parameters to the cut didn't show differences between the two treatments. The fat separation and color before melting analysis didn't show any differences among the samples. Therefore it was concluded that the usage of autochthonous yeast contributed to the improvement of the functional properties of mozzarella cheese.

Key words: Culture. Produce. Analysis. *Streptococcus*. *Lactobacillus*.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Gráfico 1 – Curva de Acidificação da massa.....	26
---	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Média das três repetições das análises de leite e seu desvio padrão.....	25
Tabela 2 – Médias e desvio padrão das análises de cor antes e após o derretimento, separação de gordura e derretimento superficial.....	27
Tabela 3 – Média e desvio padrão do teste de perfil de textura e resistência ao corte.....	29

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 OBJETIVOS	13
2.1 OBJETIVO GERAL.....	13
2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO.....	13
3 REFERENCIAL TEÓRICO	14
3.1 QUALIDADE DO LEITE.....	14
3.2 QUEIJO MUSSARELA.....	14
3.3 FERMENTO OU CULTURAS STARTERS.....	15
3.4 PROPRIEDADES FUNCIONAIS DO QUEIJO MUSSARELA.....	17
3.4.1 Colorimetria.....	17
3.4.2 Textura.....	18
3.4.3 Separação de gordura (oiling off).....	19
3.4.4 Derretimento superficial.....	19
4 MATERIAIS E MÉTODOS	20
4.1 ANÁLISE DO LEITE CRU.....	20
4.2 OBTENÇÃO DO FERMENTO AUTÓCTONE.....	20
4.3 FABRICAÇÃO DO QUEIJO MUSSARELA.....	20
4.4 DETERMINAÇÃO DAS PROPRIEDADES FUNCIONAIS DO QUEIJO.....	21
4.4.1 Análise colorimétrica.....	21
4.4.2 Análise de textura.....	22
4.4.2.1 Perfil de textura (TPA).....	22
4.4.2.2 Resistência ao corte.....	23
4.4.3 Separação de gordura (oiling off).....	23
4.4.4 Derretimento superficial.....	24
4.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	24
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
5.1 ANÁLISE DO LEITE.....	25
5.2 ACIDIFICAÇÃO DA MASSA DURANTE A FERMENTAÇÃO.....	25
5.3 PROPRIEDADE FUNCIONAL DOS QUEIJOS.....	26
5.4 PERFIL DE TEXTURA E RESISTÊNCIA AO CORTE.....	29
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	31
7 REFERÊNCIAS	32

1 INTRODUÇÃO

O queijo mussarela ou também conhecido como *pizza cheese* é o principal ingrediente utilizado na fabricação de pizzas (FURTADO, 1997). Devido ao grande aumento no mercado nacional de *fast foods* a busca por um produto de melhor qualidade é crescente. Frente ao mercado atual as empresas produtoras deste queijo objetivam a melhoria constante e para isso são utilizadas diversas tecnologias de fabricação a fim de aprimorar as características funcionais da mussarela (NETO et.al, 2013).

De acordo com dados da Associação Brasileira das Indústrias de Queijos ABIQ (2014), a produção de queijos cresceu 9% em relação aos dados de produção de 2013, sendo o queijo mussarela, prato e requeijão, responsáveis por 70% deste mercado. Em 2013 foram produzidas cerca de 965 mil toneladas de queijo, considerando somente o mercado formal. Para que seja possível manter o mercado em crescimento os processos produtivos devem ser constantemente aprimorados (NETO, 2013).

Na produção do queijo mussarela é utilizado um fermento composto por bactérias acidificantes que metabolizam a lactose em glicose e galactose, na sequência esses açúcares são convertidos em ácido láctico. A taxa de produção deste ácido é determinante na qualidade do queijo, pois contribui para um efeito conservador, inibindo o crescimento de bactérias patogênicas e deteriorantes, além de interferir na textura e no sabor do queijo (SAMEEN, 2010).

Durante o processo de pasteurização perdem-se algumas bactérias que são responsáveis por garantir a qualidade e as características de um bom queijo. Para diminuir estes possíveis problemas, uma das soluções é a utilização da microbiota presente no leite como fermento, a qual é denominada microbiota autóctone (MACEDO, TAVARES, MALCATA, 2004). Esta microbiota pode contribuir ou prejudicar as propriedades funcionais dos queijos. O derretimento superficial, o escurecimento e a separação de gordura são fatores que estão diretamente ligados à qualidade do queijo para uso em pizzas (FURTADO, 2005).

Na Itália muitos trabalhos vêm sendo desenvolvidos para a utilização de culturas naturais, provenientes do leite, normalmente em fábricas de pequeno porte

que variam muito o processo de fabricação, buscando sempre melhorar as propriedades funcionais do queijo (COPPOLA et al., 2001).

Neste contexto, o objetivo deste trabalho é avaliar as propriedades funcionais do queijo mussarela fabricado com fermento autóctone desenvolvido através do leite do sudoeste do Paraná e comparar os resultados obtidos com o queijo mussarela fabricado utilizando fermento convencional.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a influência do fermento autóctone nas propriedades funcionais de queijo mussarela.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar a qualidade do leite cru utilizado na elaboração dos queijos.
- Analisar o pH da massa durante o processo de produção dos queijos.
- Avaliar a cor antes e após o derretimento.
- Realizar análise do perfil de textura e resistência ao corte.
- Avaliar a separação de gordura dos queijos.
- Determinar a capacidade de derretimento superficial.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 QUALIDADE DO LEITE

De acordo com o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de leite cru refrigerado, “entende-se por leite, sem outra especificação, o produto oriundo da ordenha completa, ininterrupta, em condições de higiene, de vacas sadias, bem alimentadas e descansadas” (BRASIL 2011, p.1).

A qualidade do queijo está diretamente ligada às características microbiológicas e físico-químicas do leite e ao processo de fabricação (FURTADO, 1997). O leite por sua vez, por ser a principal matéria-prima envolvida no processo, influencia diretamente os fatores determinantes na coagulação, rendimento na fabricação e características funcionais do produto final, principalmente pela sua fração proteica (NETO, 2013). A variação na qualidade do leite pode ser influenciada por vários fatores como a saúde do úbere, estágio da lactação, genética, a raça do animal e a sua nutrição (MILKPOINT, 2013). Além desses, outros fatores como a alta contagem bacteriana e a alta contagem de células somáticas influenciam diretamente na degradação da proteína do leite alterando composição do leite e interferindo na fabricação do queijo (NETO, 2013).

3.2 QUEIJO MUSSARELA

Muitos são os tipos de queijo produzidos no mundo e o queijo mussarela, é um queijo de origem italiana que se caracteriza por ser um queijo suave, de massa macia. A massa acidificada caracteriza este queijo que antigamente era produzido exclusivamente a partir de leite de búfala. Devido à escassez de matéria-prima começou-se a utilizar uma mistura de leite de vaca e búfala, e posteriormente, foi produzido somente com leite de vaca (SILVA, 2005).

Um dos principais componentes relacionados à produção de queijo é a proteína encontrada no leite, a caseína. Esta é subdividida em frações, sendo as mais importantes a α -s₁, α -s₂, β e K caseína, que, na presença de fosfato de cálcio, formam as micelas de caseína, as quais permanecem estáveis na forma líquida do leite. Pode haver variações na estabilidade destas caseínas de acordo com a temperatura, o pH ou pela adição de enzimas (NETO, 2013). As bactérias presentes no leite consomem a lactose e isso gera a produção de ácido láctico, o que provoca alteração de pH, desmineralizando e desnaturando as micelas de caseína (FURTADO, 1997).

A produção de queijos é dividida em algumas etapas principais, sendo elas a coagulação, a acidificação, dessoramento do grão (sinérese), enformagem e salga (PAULA, 2009). A coagulação enzimática caracteriza-se pela modificação da micela de caseína pela proteólise resultante da ação das enzimas do coalho seguidas pela junção das micelas alteradas induzidas pelo cálcio (FOX; MCSWEENEY, 1998). A sinérese é o resultado do corte da coalhada seguido da liberação do soro, mais conhecida como dessoramento do grão, sendo este processo é muito importante no controle da umidade do queijo. A acidificação do leite ocorre devido a ação da cultura *starter* produzindo ácido láctico e conseqüentemente acidificando a massa, o que é necessário para a fabricação da maioria dos queijos (PAULA, 2009). A enformagem ou a moldagem ocorre quando se atinge o pH ideal e a massa é disposta em formas de formato e tamanho específicos. A salga dos queijos é uma etapa de extrema importância, pois o sal (NaCl) atua de várias maneiras como no controle do desenvolvimento microbiano, regulação dos processos bioquímicos e físico-químicos, promove sabor e contribui para durabilidade (COSTA et al., 2004).

3.3 FERMENTO OU CULTURAS STARTERS

As culturas starters são utilizadas na fabricação de queijos para iniciar a produção de ácido láctico e também possuem outras funções importantes no processo, como a inibição de deterioração e de micro-organismos patogênicos. Elas melhoram a qualidade de conservação do queijo e de maneira direta e indireta

podem contribuir para o sabor e aroma do queijo (FONTANA, SANDRO COCCONCELLI, VIGNOLO, 2005).

Na fabricação de queijos, normalmente são utilizados fermentos para produção de ácido que influenciam tanto a proteólise quanto a hidrólise da lactose, o que normalmente afeta o escurecimento da mussarela (FURTADO, 2005). Os fermentos podem ser classificados em dois grupos, sendo eles, mais e menos sensíveis ao calor, onde as cepas mais sensíveis ao calor se desenvolvem bem a temperaturas de 30°C e as menos sensíveis à temperatura de 37°C. (LAW, TAMINE, 2010). Os utilizados normalmente são o *Streptococcus thermophilus* associado ao *Lactobacillus bulgaricus*, classificados como menos sensíveis ao calor. Os *S. thermophilus* são pouco proteolíticos em temperaturas regulares de estocagem, enquanto os lactobacilos são proteolíticos e contribuem, assim com o sabor, derretimento e mastigabilidade do queijo sobre a pizza (NETO, 2013).

A ação do fermento contendo *S. thermophilus* e *L. bulgaricus* promove a catabolização da lactose gerando a galactose, porém a maioria das cepas destas espécies não são capazes de metabolizar a galactose, o que resulta acúmulo de galactose no queijo (YUM, BARDANO & KINDSTEDT, 1993). A ação do *S. thermophilus* resulta em um queijo com a proteólise fraca, enquanto o *L. bulgaricus* libera muitos aminoácidos da caseína facilmente resultando em alta proteólise, estimulando o crescimento do *S. thermophilus*, produzindo CO₂ e formiato, contribuindo assim para o crescimento do *L. bulgaricus* (HUTKINS & PONNE, 1991). Por conta disso, a união dessas duas espécies é benéfica na produção de queijo mussarela (MA et al., 2013).

A utilização de leite pasteurizado na fabricação de queijo resulta na perda de características típicas de alguns tipos de queijo. Para minimizar este problema cada vez mais se busca selecionar cepas que já estejam presentes na microbiota natural do produto, e com isso desenvolver fermentos autóctones que possibilitem esta reintrodução dos micro-organismos capazes de minimizar as perdas sensoriais dos queijos (MACEDO, TAVARES, MALCATA, 2004).

Os micro-organismos selecionados da microflora autóctone uma vez adaptados ao ambiente são capazes de dominar a microbiota do produto, devido as suas capacidades metabólicas específicas (BABIC et al., 2011).

Recentemente, um fermento autóctone brasileiro foi desenvolvido pela associação de cepas de bactérias lácticas isoladas de "*lattoinnest*" (fermento natural)

do leite da região sudoeste do Paraná. A utilização da microbiota encontrada no leite da própria região para o desenvolvimento da cultura *starter* contribui significativamente para a qualidade e especificidade na produção de queijo (ATTORNI, 2014).

3.4 PROPRIEDADES FUNCIONAIS DO QUEIJO MUSSARELA

O queijo mussarela quando submetido as altas temperaturas, entre 270° a 300° C, por um tempo de 5 a 8 minutos, como acontece quando ele é utilizado sobre pizzas, pode ter as suas características funcionais afetadas (FURTADO, 2005).

As propriedades funcionais do queijo mussarela podem sofrer interferência durante duas fases na fabricação, a primeira é durante o processo de formação da coalhada e a segunda ocorre durante o armazenamento, onde a funcionalidade e a estrutura podem ser alteradas (ROWNEY et al., 1999) Inúmeros são os fatores que podem afetar as características funcionais do queijo, dentre os principais observa-se o teor de umidade e gordura, pH, coagulante utilizado, fermento, a homogeneização, cocção, filagem, o teor de sal e as mudanças que acontecem durante a maturação e o armazenamento. As propriedades funcionais podem ser afetadas pela proteólise ocasionada pela cultura *starter* e pelas enzimas coagulantes (DAVE; SHARMA; McMAHON, 2003).

3.4.1 Colorimetria

A cor dos queijos normalmente é um atributo relacionado à preferência do consumidor. A cor natural do queijo pode ser influenciada por alguns fatores como a quantidade de sólidos contidos no leite utilizado na fabricação, a alimentação utilizada nos animais produtores de leite, o teor de gordura presente no queijo e o tempo de maturação (WADHWANI & McMAHON, 2012).

A capacidade de escurecimento do queijo ou mais conhecido como *browning*, ocorre no momento em que o queijo é superaquecido em fornos de alta temperatura,

normalmente na fabricação de pizzas (FURTADO, 2005). O fato é causado pela presença de lactose ou galactose no queijo, provocando um fenômeno conhecido como reação de Maillard. Através de uma reação bioquímica complexa, a polimerização e condensação de aminoaçúcares com outros componentes formam melanoidinas. Estas moléculas pertencem a um grupo de componentes de pigmentação amarronzada, que conferem esta coloração no queijo derretido (FURTADO, 1997).

Alguns fatores influenciam na menor formação do browning sendo eles, a utilização de coalhos menos proteolíticos, não manter o queijo armazenado por grandes períodos, baixo teor de umidade e o teor de sal controlado que acelera a degradação da lactose (FURTADO, 2005).

3.4.2 Textura

A textura do queijo está ligada diretamente com a relação da caseína intacta/umidade e do pH (LAWRENCE et al., 1987). A matriz proteica de um queijo no início da maturação possui moléculas de caseína- α s1, unidas por interações hidrofóbicas entre os aminoácidos terminais, a renina hidrolisa ligações da caseína- α s1 transformando-as em caseína- α s1-I através da quebra da matriz proteica. Esta quebra diminui a firmeza do queijo no estágio inicial da maturação (FOX, 1987).

A textura instrumental pode ser realizada utilizando equipamento texturômetro para determinação do perfil de textura (TPA- *Texture Profile Analysis*). Os índices de avaliação são a coesividade, força necessária para o dispositivo se descolar da amostra; dureza, força necessária para atingir uma determinada deformação; elasticidade, velocidade que o material deformado retoma a condição original após a remoção da força deformante (MAGALHÃES, 2013); mastigabilidade é a energia necessária para mastigar um sólido até o ponto de engolir; e gomosidade que é a energia necessária para desintegrar o material até o ponto de engolir (VAN VLIET, 1991).

3.4.3 Separação de gordura (*Oiling off*)

A separação de gordura, óleo livre ou ainda comumente conhecida como *Oiling off*, é determinada por fatores como o grau de proteólise, o teor de gordura, a concentração mineral e as interações entre proteína-proteína e proteína-água (RUDAN et al., 1999).

Os altos teores de gordura no queijo irão aumentar a presença de óleo livre, através da quebra da matriz proteica e a ação proteolítica das culturas lácticas. A utilização de coalhos muito proteolíticos também causará um aumento considerável na liberação de óleo livre. A concentração de sal (NaCl) e a queda do pH contribui para o efeito contrário, diminuindo a presença dos níveis de óleo livre (FURTADO, 1997).

3.4.4 Derretimento superficial

O derretimento ocorre durante a mudança de fase quando o queijo é submetido ao aquecimento. O calor faz com que a gordura que está em estado sólido passe ao estado líquido e as moléculas de proteína sofram uma reorganização física. Durante o aquecimento, a água do queijo começa a evaporar e formam-se bolhas junto à matriz proteica, sendo assim todos os tratamentos que interferem na matriz proteica podem afetar o derretimento (APOSTOLOPOULOS et al., 1994).

O derretimento superficial do queijo é determinado pela sua composição, sendo que o pH alto da massa, a quantidade de cálcio coloidal, o teor de sal, a quantidade de cocos presentes no fermento e o teor de gordura, são fatores limitantes para um bom derretimento (FURTADO, 2005).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 ANÁLISE DO LEITE CRU

Ao chegar ao laticínio o leite foi submetido a uma série de análises utilizadas na rotina da recepção de leite, de acordo com a Instrução Normativa N° 62, de 2011.

Após o descarregamento, foram coletadas três amostras e enviadas ao laboratório da Associação Paranaense de Criadores de Bovinos da Raça Holandesa (Curitiba - PR) para análise de Contagem Padrão em Placas (CPP), Contagem de Células Somáticas (CCS) analisadas por citometria de fluxo e Lactose, Proteína Total, Caseína e Gordura analisadas por equipamento de infravermelho, sendo que os parâmetros obedecem ao estabelecido pela Instrução Normativa n° 62/2011, do MAPA (BRASIL, 2011).

4.2 OBTENÇÃO DO FERMENTO AUTÓCTONE

O fermento autóctone utilizado na fabricação do queijo em estudo foi desenvolvido através de uma parceria da Agência de Desenvolvimento do Sudoeste do Paraná e o governo de Veneto- Itália. Foram coletadas amostras de leite de produtores selecionados na região do sudoeste do Paraná e enviados para a Itália ao laboratório BIOAGRO, onde foram isoladas e selecionadas cepas de *Streptococcus* e *Lactobacillus* e feita a sua replicação (ATTORNI, 2014).

4.3 FABRICAÇÃO DO QUEIJO MUSSARELA

Após realizada a pasteurização, foi completada uma tina queijeira automática com 5.000 litros de leite para a produção utilizando fermento autóctone selecionado

(composto por *Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus bulgaricus*) denominado tratamento A, e outra com 5.000 litros de leite para a produção utilizando fermento convencional usado rotineiramente pelo laticínio (DSM, composto por *Streptococcus thermophilus*) denominado tratamento B. As duas bateladas foram acrescidas de cloreto de cálcio e coalho líquido (à base de quimosina), com os mesmos volumes para completar o processo de fabricação.

Durante obtenção do ponto de filagem (pH de 5,1 a 4,8), o tempo de acidificação foi controlado para obtenção da curva de acidificação. Após realizado o processo de filagem da massa o queijo foi moldado em peças de 2 kg e disposto em tanques de imersão de água gelada a uma temperatura de 4°C por 30 minutos para resfriamento e então retirado e mantido em câmara fria numa temperatura de no máximo 12°C por um período de 12 horas, logo após, foi submetido ao processo de salga em salmoura a 20% de NaCl, onde permaneceu por 24 horas com temperaturas não superiores a 12°C.

Finalizado o processo de salga, o queijo passou por um processo de secagem em túnel e em seguida foi embalado e armazenado em câmara fria a uma temperatura de no máximo 5°C por um período de 12 dias.

Depois de encerrado o processo de estabilização, foram extraídas aleatoriamente vinte e duas peças de cada tratamento para realização das análises, sendo que o lote do tratamento A é composto por duzentos e sessenta e cinco peças de queijo de dois quilogramas, e o lote do tratamento B por duzentos e sessenta e uma peças de dois quilogramas.

4.4 DETERMINAÇÃO DAS PROPRIEDADES FUNCIONAIS DOS QUEIJOS

4.4.1 Análise colorimétrica

A determinação da cor foi realizada no laboratório da UTFPR campus de Francisco Beltrão utilizando o equipamento colorímetro Minolta Crhoma Meter

CR400. Foram analisadas três amostras de cada tratamento em seis replicatas de queijo não derretido, em fatias retiradas da face central da peça.

Para a análise da cor após o derretimento (*browning test*), as amostras de queijo foram trituradas (20 g) e postas em placas de Petri, permanecendo a temperatura ambiente por 30 minutos e então enviada para estufa a 104 °C por uma hora, seguido da análise utilizando o colorímetro, avaliado em quatro pontos da amostra e aplicado análise de variância para obtenção dos resultados (BARBANO et al. 1993).

Os parâmetros de avaliação utilizados foram L^* , a^* e b^* onde L^* é utilizado para luminosidade e os valores variam de 0 a 100 (de preto para branco), a^* é intensidade da cor verde para vermelho (de -120 a 120) e o parâmetro b^* é a intensidade da cor de azul para amarelo (de -120 a 120) (MA, et al., 2013).

4.4.2 Análise de textura

4.4.2.1 Perfil de textura (TPA)

Para realização da análise de textura foi utilizado o aparelho texturômetro TA.XTPlus. O teste foi realizado para cada tratamento em dez replicatas para cada repetição (n=30). Foram produzidas amostras de 30 mm de altura e 35 mm de diâmetro de cada peça de queijo com o auxílio de um cilindro de aço inoxidável para a sua confecção. As amostras foram colocadas em sacos plásticos e armazenadas durante uma hora em caixa térmica com gelo para a padronização da temperatura das amostras. Os parâmetros utilizados estão de acordo com Chaves (1997) com algumas modificações: velocidades do pré-teste, teste e pós-teste foram de 1,0; 2,0 e 2,0mm/s, respectivamente. A distância de compressão 10 mm, equivalente a 50% de compressão, o descanso entre a primeira e segunda compressão foi de 5 segundos e a força de contato de 5,0 g. O probe utilizado foi o P/40 (confeccionado em alumínio).

4.4.2.2 Resistência ao corte

Para realização da análise de resistência ao corte foi utilizado o aparelho texturômetro TA.XTPlus. De cada peça de queijo foi cortado um bloco de 12 cm de comprimento, 5 cm de largura e 4 cm de altura. Na parte superior das amostras foram marcados os pontos de teste a partir de uma das extremidades: 3, 5, 7, 9 e 11 cm, onde foram efetuados os cortes. As amostras foram embaladas em sacos plásticos e armazenadas em caixa térmica com gelo por uma hora para a padronização da temperatura. Foi utilizado a velocidade do pré-teste: 2 mm/seg., velocidade do teste: 1 mm/seg., velocidade do pós-teste: 10 mm/seg., força de compressão: 20 mm, tempo: 5 seg., força de contato: 5,0 g e o probe: A/BC para manteiga (CHAVES, 1997).

4.4.3 Separação de gordura (*oiling off*)

Para a determinação da formação de “*oiling-off*” foi utilizado o método modificado de Kindstedt e Fox (1991), citado por Cortez (1998) e descrito por Martins (2001) realizado em triplicata.

As amostras foram raladas em partículas menores de 5mm de diâmetro, resfriadas a uma temperatura de 4°C por 2 horas. Pesado 6 g de amostra dentro de tubos de Pirex de 200 x16 mm com tampa de rosca, e colocados em água fervente por quatro minutos, em seguida adicionado 10 mL de água com HCl (pH – 2,2) a uma temperatura de 60°C, centrifugou-se os tubos por cinco minutos em uma rotação de 1200 rpm em centrífuga de Gerber. Adicionado 10 mL de uma solução de água e metanol na relação 1:1 (v/v), e imergido em banho-maria por um minuto em temperatura de 60°C. centrifugado durante dois minutos, retirado e foi imergido em banho-maria a 60°C por um minuto. Retirada a camada de gordura que se formou sobre a solução de água e metanol, com o auxílio de uma pipeta de Pasteur e quantificou-se o volume transferido para um butirômetro de Gerber para leite. A gordura residual que ficou aderida a pipeta foi removida com a solução de

água/metanol e completado com essa solução até calibrar a haste do butirômetro pela coluna de gordura. Em seguida os butirômetros foram agitados e imersos em banho-maria a 60°C por um minuto, e então centrifugados por dois minutos e imersos novamente em banho-maria a 60°C por um minuto, então foi realizada a leitura de *Oiling Off* encontrada.

4.4.4 Derretimento superficial

As análises de derretimento superficial foram realizadas em triplicata, utilizando o método de Schreiber's, descrito por Kosikowski (1997). Com o auxílio de um cilindro de 40 mm de diâmetro a amostra foi cortada em fatias de 7 mm de espessura, sendo que a primeira e a última foram desprezadas devido a uma maior concentração de cloreto de sódio. Em uma placa de Petri foram marcadas 4 linhas dispostas em ângulos de 45°, a amostra foi disposta no centro da placa Petri e deixada em temperatura ambiente por 30 minutos, com auxílio de um paquímetro mediu-se os quatro diâmetros e aplicou-se uma média aritmética para obtenção do diâmetro médio. A seguir, as amostras foram inseridas em estufas a 107° C por 7 minutos. Os resultados foram obtidos seguindo o mesmo protocolo de medida já descrito, então realizou-se os cálculos da porcentagem de derretimento das fatias conforme a equação abaixo (VIEIRA, 2010).

$$\% \text{ de derretimento} = \frac{A_f - A_i}{A_i} \times 100$$

(1)

Onde:

A_f: área da fatia após o derretimento (calculada com diâmetro médio)

A_i: área da fatia antes do derretimento (calculada com o diâmetro médio)

4.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para tratamento dos dados foi utilizado o software Statistica versão 7.0 (2004) (Statsoft Inc., Tulsa, Ok, EUA). Os resultados foram submetidos a análise de variância ANOVA. Foi aplicado o teste T para comparação das médias, com nível de significância de 5%. Os resultados foram expressos em média \pm desvio padrão.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 ANÁLISE DO LEITE

A composição do leite utilizado para a obtenção dos queijos está apresentada na tabela 1, onde se observa a diminuição nos índices estabelecidos pela Instrução Normativa nº 62 para Contagem Padrão em Placas, de proteína e lactose ocorridas devido ao processo de pasteurização do leite, e a redução da gordura do leite através do processo parcial de desnate. Por conta das dificuldades encontradas durante o processo de desnate, não foi possível obter um leite padrão para os dois queijos sendo que o tratamento B permaneceu com o teor de gordura pouco superior ao leite do tratamento A.

Tabela 1 – Média das três repetições das análises de leite e seu desvio padrão

Amostra	CPP (mL/leite)	CCS (mL/leite)	Lactose (%)	Proteína (%)	Caseína (%)	Gordura (%)
Cru A	384000 \pm 8,38	168000 \pm 3,78	4,56 \pm 0,01	3,43 \pm 0,01	2,75 \pm 0,02	3,93 \pm 0,005
Past. A	22000 \pm 3,21	152000 \pm 2,51	3,11 \pm 0,01	2,49 \pm 0,01	2,01 \pm 0,01	2,95 \pm 0,01
Cru B	381000 \pm 10,53	163000 \pm 3,0	4,55 \pm 0,005	3,43 \pm 0,01	2,75 \pm 0,02	3,94 \pm 0,01
Past. B	19000 \pm 1,73	144000 \pm 4,0	3,23 \pm 0,02	2,54 \pm 0,02	2,11 \pm 0,02	3,12 \pm 0,01

Fonte: Dados Coletados, 2015

5.2 ACIDIFICAÇÃO DA MASSA DURANTE A FERMENTAÇÃO

Durante o processo de acidificação da massa do queijo foi observado uma diferença significativa, sendo que a massa produzida com o fermento convencional atingiu o pH de filagem com mais rapidez que a massa produzida com fermento autóctone, isto devido a diferença na composição dos fermentos utilizados (Gráfico 1). Neto (2013) relata que fermentos compostos individualmente por cepas de *Streptococcus Thermophilus*, tem uma ação acidificativa mais rápida em relação aos fermentos compostos por mais de uma cepa diferente.

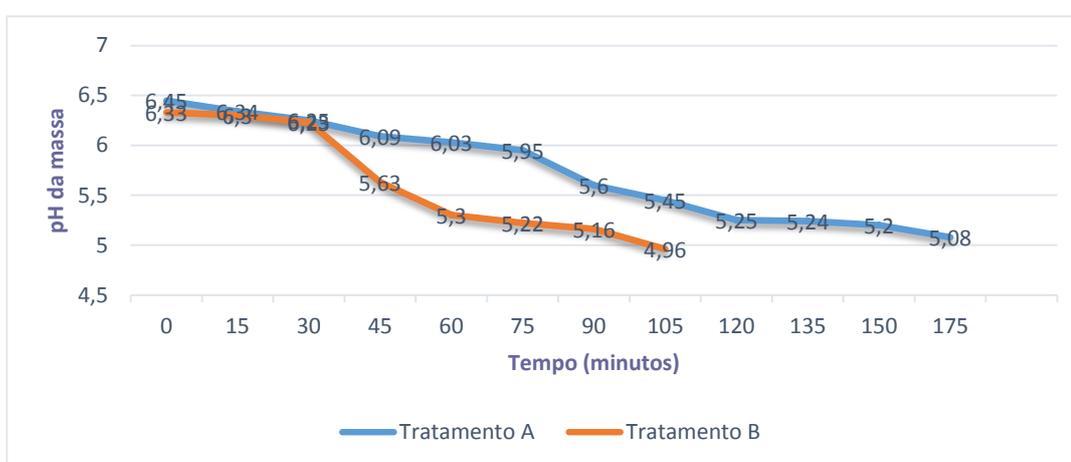


Gráfico 1: curva de acidificação da massa.

O tratamento A apresentou maior tempo de acidificação (2h e 55 min.) em relação ao tratamento B (1h e 45 min.), para atingir o ponto ideal de filagem, sendo assim houve uma diferença de 1 hora e de 10 minutos entre os fermentos testados neste trabalho.

5.3 PROPRIEDADE FUNCIONAL DOS QUEIJOS

A propriedade funcional do queijo pode ser afetada por inúmeros fatores, muitos destes fatores ainda podem influenciar na textura e sabor do queijo. Estas propriedades podem ser definidas através da cor e do escurecimento após o

derretimento, derretimento superficial e a separação de óleo livre (MAGALHÃES, 2013).

A cor é um fator importante na determinação da qualidade do alimento, esta pode ser determinante na escolha de um determinado produtor na hora da compra no queijo a cor pode ser afetada pela gordura do leite, pois o mesmo sofre alterações com as variações sazonais do leite (PERRY, 2004).

As propriedades funcionais dos queijos avaliadas estão apresentadas na tabela 2, para os padrões de cor antes e após o derretimento, a separação de gordura e o derretimento superficial.

Tabela 2 – Médias e desvio padrão das análises de cor antes e após o derretimento, separação de gordura e derretimento superficial

Parâmetro		Tratamento A		Tratamento B		P*
		Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	
Cor antes do derretimento	L*	80,63 ^a	±0,38	81,02 ^a	±0,50	0,34
	a*	-3,17 ^a	±0,12	-3,27 ^a	±0,01	0,22
	b*	24,83 ^a	±0,31	25,28 ^a	±0,44	0,22
Cor após o derretimento	L*	65,91 ^a	±1,21	52,92 ^b	±1,02	0,0001
	a*	-2,89 ^b	±0,91	3,36 ^a	±1,25	0,0002
	b*	29,86 ^a	±0,81	27,19 ^b	±1,06	0,02
Sep. de Gordura (%)**		5,91 ^a	±0,43	5,83 ^a	±0,36	0,82
Derret. Superficial (%)***		110,27 ^a	±3,48	99,96 ^b	±5,10	0,04

*Resultado de P para o teste T a um nível de 5% de significância. ** Separação de Gordura. *** Derretimento Superficial. Em uma mesma linha, médias seguidas de letras iguais não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5%

Na análise de cor, antes do derretimento, observou-se que não houve diferença significativa entre as amostras analisadas ($p < 0,05$). Estatisticamente as amostras são iguais para os padrões de L*, a* e b*. A cor dos queijos pode ser afetada pela variação no teor de proteína, umidade, gordura e ainda algumas mudanças de coloração podem ocorrer durante o processo de maturação conforme descrito por Rinaldi; Chiavaro; Massini (2010).

A coloração encontrada apresenta variações quanto ao parâmetro a* em relação aos resultados encontrados por Vieira (2010) que obteve valores entre 0,26 até 1,22, justificado pelos índices de CCS, que quanto maiores, maior será a

tonalidade vermelha. Entre tanto para os padrões L^* e b^* os valores aproximam-se dos encontrados neste trabalho.

A avaliação da formação de *browning* obteve resultados muito distintos em relação ao queijo antes do derretimento, estatisticamente as amostras do tratamento A e do tratamento B são diferentes ($p < 0,05$). Furtado (1997) descreve que o a mussarela deve conter um equilíbrio na formação do *browning*, em excesso é considerado um defeito grave.

As maiores variações foram do parâmetro L^* e a^* para o tratamento B em relação ao tratamento A, que apresentaram uma maior formação de *browning*. Essa variação ocorreu devido a composição do fermento utilizado no tratamento A compostos por cepas de bactérias galactose positivas e capazes de auxiliar na prevenção do escurecimento do queijo sobre a pizza conforme relatado por Neto (2013). Ainda Furtado (1997) descreve que o aparecimento do escurecimento não enzimático, *browning*, é devido a alta concentração de galactose no queijo, pois as cepas utilizadas não são capazes de fosforilar a galactose. Justifica-se, portanto, que a maior formação de *browning* ocorreu no tratamento B, por ser produzido com fermento contendo apenas cepas de *Streptococcus thermophilus* que são galactose negativos mantendo um teor maior de lactose no queijo, aumentando o seu escurecimento (FURTADO, 2005).

A avaliação da separação de gordura realizada apresentou-se estatisticamente igual para os dois tratamentos. O leite utilizado na fabricação apresentou índices pouco diferentes quanto a porcentagem de gordura utilizada na fabricação dos dois tratamentos, o que não influenciou no resultado final da separação de gordura.

Um dos fatores que podem interferir na separação de gordura do queijo mussarela é o teor de sal, portanto, o experimento foi realizado com peças de queijo de 2 kg, que por apresentarem diâmetro menor, a absorção do sal é devidamente mais rápida, fazendo com que a troca iônica desloque o cálcio do paracaseinato, aumentando a sua capacidade emulsificante e conseqüentemente aumentando o poder de retenção de gordura, ainda assim conforme descrito por FURTADO, 2005, em mussarelas mais jovens, porém com ponto de estabilização ideal, a distribuição do sal é mais uniforme, que resulta em uma separação menor da gordura.

O derretimento superficial dos queijos avaliados apresentaram resultados distintos, sendo que o queijo do tratamento A apresentou uma capacidade de

derretimento superior ao encontrado no queijo do tratamento B. A média encontrada nos dois tratamentos são diferentes das descritas por VIEIRA, 2010, que obteve valores médios de 122,7% de aumento de diâmetro após o derretimento, comparando com a mesma faixa de valor em CCS do leite utilizado, apresentando a capacidade de derretimento acima dos valores encontrados no presente trabalho.

O comportamento encontrado por PIZAIA, 2003 foi diferente, pois obteve valores constantes até 30 dias de estocagem, após apresentou leve diminuição na capacidade de derretimento nos queijos obtidos através do processo de ultrafiltração e do método convencional.

Vários são os fatores que interferem no derretimento da mussarela sobre a pizza, assim como descrito por FURTADO, 2005 o alto teor de sal, uma grande concentração de *S. Thermophilus* na composição do fermento, e o pH elevado no momento da filagem, mantendo um alto teor de cálcio na massa, fará com que a capacidade de derretimento seja menor, porém queijos mais úmidos e com alto teor de gordura contribuem para um melhor derretimento do queijo.

5.4 PERFIL DE TEXTURA E RESISTÊNCIA AO CORTE

A textura pode ser descrita como uma manifestação funcional e sensorial das estruturas do alimento, as quais podem ser detectadas através dos sentidos da visão, audição, tato e cinéticas (SZCZESNIAK, 2002).

As análises para estabelecer o perfil de textura estão apresentadas na tabela 3 juntamente com os resultados da análise de resistência ao corte.

Tabela 3 – Média e desvio padrão do teste de perfil de textura e resistência ao corte

Parâmetros	Tratamento A		Tratamento B		P**
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	
Dureza (N)	340,78 ^a	±14,20	300,50 ^b	±12,52	0,02
Elasticidade *	0,84 ^a	±0,02	0,85 ^a	±0,008	0,53
Coesividade*	0,68 ^a	±0,007	0,68 ^a	±0,001	0,47
Gomosidade (N)	231,70 ^a	±10,40	205,88 ^b	±7,56	0,02

Parâmetros	Tratamento A		Tratamento B		P**
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	
Mastigabilidade (N)	175,68 ^a	±11,32	196,13 ^a	±6,03	0,05
Resistência ao corte (N)	12,64 ^a	±0,73	12,65 ^a	±0,64	0,98

*Parâmetro adimensional. **Resultado de P para o teste T a um nível de 5% de significância. Em uma mesma linha, médias seguidas de letras iguais não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5%

Dos parâmetros analisados quanto ao padrão de textura o parâmetro dureza e gomosidade, obtiveram resultados diferentes entre as amostras avaliadas dos dois tratamentos. Na avaliação dos resultados pode-se observar que o tratamento B apresentou maior índice de dureza e gomosidade em relação ao tratamento A, demonstrando que as amostras são diferentes entre si ($p < 0,05$).

A dureza pode sofrer interferências devido as taxas de proteólise encontradas durante a estocagem, Moynihan (2014) justifica que o teor de gordura pode influenciar no padrão de dureza da mussarela. A dureza ainda pode sofrer alterações devido o teor de umidade, sendo que quanto maior for o seu teor de umidade menor será o índice de dureza, e assim inversamente (REM, et al 2013).

Na avaliação da resistência ao corte não houve diferença entre as amostras testadas. De acordo com CHAVES, 1997 a resistência ao corte pode apresentar variações de acordo com o índice de proteólise encontrada nos queijos.

A resistência ao corte apresenta também ligação com o teor de gordura dos queijos conforme apresentado por VALLE, 2004 que avaliou a resistência ao corte de vários queijos produzidos com diferentes teores de gordura e mostrou que quanto maior o índice de gordura menor a força necessária para realizar o corte.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho demonstrou que a utilização do fermento autóctone na fabricação do queijo mussarela contribuiu para a melhoria das propriedades funcionais, apresentando benefícios na avaliação do derretimento superficial e na avaliação da formação de browning, que apresentou melhores resultados em relação as amostras controles.

Podemos assim afirmar que o uso do fermento autóctone na produção do queijo mussarela é benéfico, porém ainda se faz necessário mais estudos que possibilitem concretizar a utilização deste para fabricação de queijo mussarela em grande escala comercial.

7 REFERÊNCIAS

APOSTOLOPOULOS, Christos. BINES, E.Valerie. MARSCHAL, J Richard. Effect of post-cheddaring manufacturing parameters on the meltability and free oil of mozzarella cheese. **Journal of the Society of Dairy Technolgy**, Huntingdon, v.47, n. 3 p. 84-87, 1994.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE INDÚSTRIAS DE QUEIJO, 2014. Disponível em: <http://www.milkpoint.com.br/cadeia-do-leite/giro-lacteo/mussarela-o-rendimento-industrial-define-o-sucesso-neste-negocio-90863n.aspx>. Acesso em: 02 de maio 2015.

ATTORNI, Batisti. BEUX, Simone. MULE, Emilio. D. LOMBARDI, Angiolella. MARCHI, João. PELLEGRINI, Giuseppe. TIEZZI, Francesco. **Santo Giorno Um Queijo de Alta Qualidade: História da experiência de cooperação entre a Itália e o Brasil**. 1 ed. Paraná: Jornal de Beltrão, 2014.

BABIC, I. MARKOV, K. KOVACEVIC, D. TRONTEL, A. SLAVICA, A. DUGUM, J. CVECK, D. SVETEC, I. K., POSAVEC, S. FRECE, J. Identification and characterization of potential autochthonous starter cultures from a Croatian “brand” product “Slavonski kulen”. **Journal of Meat Science**, v. 88, n. 3, p. 517-524, 2011.

BARBANO, David. M.; YUN, Joseph.J.; KINDSTEDT, Paul.S. **Contributions of coagulante. Atarter and milk enzymes to proteolysis and browning in Mozzarella cheese**. In: Annual marshall italian cheese seminar. 1993, Madison, Proceedings. 30 Set, p. 41-50. 1993.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2011). Instrução Normativa nº 62, de 13 de dezembro de 2011. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 13 dez. 2011.

CHAVES, Ana. C. S. D. **Estudo do efeito do congelamento e do tempo de armazenagem sob refrigeração após o descongelamento nas propriedades funcionais, textura, e proteólise do queijo mussarela**. 1997. f 82. Dissertação. (Mestrado em Ciência e tecnologia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 1997.

COPPOLA, S., BLAIOTTA, G., ERCOLINI, D., MOSCHETTI, G. Molecular evaluation of microbial diversity occurring in different types of Mozzarella cheese. **Journal of Applied Microbiology**. v. 90, n. 3, p. 414–420, 2001.

CORTEZ, Marco. A. S. **Uma alternativa tecnológica para evitar o escurecimento não-enzimático em queijo mussarela**. 1998. f 87. Dissertação (Mestrado em Ciência e tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1998.

COSTA, R. G. B.; LOBATO, V. ABREU, L. R MAGALHÃES, F. A. R. Salga de queijos em salmoura: uma revisão. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**. Juiz de Fora V. 59, n. 336, p 41-49. 2004.

DAVE, Rajiv. I. SHARMA, Pragati. MCMAHON, Donald. J. Melt and rheological properties of Mozzarella cheese as affected by starter culture and coagulating enzymes. **Journal Series**. v. 83, n. 1, p. 61-77, 2003.

FONTANA, Cecilia, COCCONCELLI, Pier. S., VIGNOLO, Graciela. Monitoring the bacterial population dynamics during fermentation of artisanal Argentinean sausages. **International Journal of Food Microbiology**, Cremona, v.103, n. 2, p. 131-142, 2005.

FOX, P. F. Significance of salt in cheese ripening. **Dairy Industries International**. London, 1987, p.19-21.

FOX, P. F.; McSWEENEY, P. L. H. **Dairy. Chemistry and Biochemistry**. Blackie Academic & Professional, London. 1ed. 1998. 478p.

FURTADO, Múcio M. **Manual Prático da Mussarela (Pizza Cheese)**. São Paulo: Master Graf, 1997.

FURTADO, Múcio M. **Principais Problemas dos Queijos: Causas e Prevenção**. São Paulo: Fonte Comunicações e Editora, 2005.

HUTKINS, Robert. W., PONNE, Carina. Lactose uptake driven by galactose efflux in *Streptococcus thermophilus*: Evidence for a galactose-lactose antiporter. *Applied and Environmental Microbiology*. **Journal Food Science and Technology**. v. 57, n. 4, p. 941-944, 1991.

KINDSTEDT, P. S. Functional Properties of Mozzarella cheese on Pizza: a review. **Culture Dairy Products Journal**, v. 26, p 27-31, 1991.

KOSIKOWSKI, Frank. MISTRY, Vikram. V. **Cheese and fermented milk foods**. Hardcover, p. 323, abril, 1997.

LAW, Barry. A., & TAMIME, A. **Technology of cheesemaking**. West Sussex. UK: Wiley-Blackwell. 2ed. 2010.

LAWRENCE, R. C. CREAMER, L. K. GILLES, J. Texture development during cheese ripening. **Journal Dairy Science**, v. 70, n. 8, p. 1748-1760, 1987.

MA, Xixiu, BRYONY, James, BALABAN, Murat, O., ZHANG, Lu, EMANUELSSON-PATTERSON, Emma, A. C. Quantifying blistering and browning properties of mozzarella cheese. Part I: Cheese made with different starter cultures. **Food Research International**, v. 54, n. 1, p. 912-916. 2013.

MA, Xixiu, BRYONY, James, BALABAN, Murat, O., ZHANG, Lu, EMANUELSSON-PATTERSON, Emma, A. C. Quantifying blistering and browning properties of mozzarella cheese. Part II: Cheese with different salt and moisture contents. **Food Research International**. v. 54, n. 1, p. 917-921. Mai. 2013.

MACEDO, Angela. C.; TAVARES, Tânia. G.; MALCATA, F. Xavier. **Influence of**

native lactic acid bacteria on the microbiological, biochemical and sensory profiles of Serra da Estrela cheese. Escola Superior de Biotecnologia, Universidade Católica Portuguesa, Porto, Portugal, 2004.

MAGALHÃES, Alex. U. M. Viabilidade tecnológica do congelamento da massa na produção de queijo tipo mussarela. Tese. Minas Gerais, UFLA, p. 141. 2013.

MARTINS, José. M. **Mussarela Semi-Fundida: Uma Nova Alternativa de Produção.** Monografia. Minas Gerais, 2001.

CASSIOLI, Laerte D. Produção de queijo: Qual a importância da qualidade do leite? **Milk Point**, Piracicaba, São Paulo, junho, 2013. Disponível em: <<http://www.milkpoint.com.br/mypoint/clinicadoleite/p/producao/de/queijo/qual/a/importancia/da/qualidade/do/leite/qualidade/do/leite/caseina/queijo/analise/do/leite/clinica/do/leite/leitestat/5226.aspx>>. Acesso em: 28, jul. 2015.

MOYNIHAN, A. C.; GOVINDASAMY-LUCEY, S.; JAEGGI, J. J.; JOHNSON, M. E.; LUCEY, J. A.; MCSWEENEY, P. L. H. Effect of camel chymosin on the texture, functionality, and sensory properties of low-moisture, part-skim Mozzarella cheese. **Journal Dairy Science**, v. 97, p. 85-96, 2014.

NETO, João. P. M. L. **Queijos: Aspectos Tecnológicos.** 1. ed. Minas Gerais: Master Graf, 2013.

NETO, João. P. M. L.; KNUDSEN, Hans. H.; MOREIRA, Maria. T. C.; DUTRA, Eduardo. R. P.; MATTOS, Patricia. B. Qualidade do leite para a produção de derivados: alguns pontos para reflexão. **Boletim de Tecnologias de Laticínios Via Lactea**, Campinas, Ano 10, ed. 40, abril/maio/junho, 2013.

PAULA, Junio, C. J.; CARVALHO, Antonio, F.; FURTADO, Mauro, M. Princípios Básicos de Fabricação de Queijo: do Histórico à Salga. **Revista do Instituto de Laticínios Candido Tostes**. Minas Gerais, v. 64, p. 367-368, mar/jun, 2009.

PERRY, Katia. Queijos: aspectos químicos, biológicos e microbiológicos. **Química Nova**, São Paulo, v. 27, n. 2, p. 293-300, 2004.

PIZAIA, Patricia, D. SPADOTI, Leila. M., NARIMATSU Agnes; DORNELLAS, José R, F., ROIG, Salvador. M. **Composição, proteólise, capacidade de derretimento e formação de "blisters" do queijo mussarela obtido pelos métodos tradicional e de ultrafiltração.** Monografia – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas, 2002.

REM, Daxi, CHEN, Bo, CHEN, Youliang, MIAO, Shuying, LIU, Jianxin. The effects of k-casein polymorphism on the texture and functional properties of mozzarella cheese. **International Dairy Journal**, v. 31, n. 2, p. 65-69, 2013.

RINALDI, M. CHIAVARO, E. MASSINI, R. Pecorino of Appennino Reggiano cheese: evaluation of ripening time using selected physical properties. **Italian Journal of Food Science**, v. 22, n. 1, 2010.

RUDAN, M. A., BARBANO, D. M., YUN, J. J., & KINDSTEDT, P. S. Effect of fat reduction on chemical composition, proteolysis, functionality, and yield of Mozzarella cheese. **Journal of Dairy Science**. v. 82, n. 4, p. 661–67, 1999.

ROWNEY, M.; ROUPAS, P.; HICKEY, M, W,;EVERETT,D. W. Factors Affecting the Functionality of Mozzarella Cheese. **Journal Dairy Technology**, v.54, n.2, p. 94 – 102, 1999.

SAMEEN, Ayesha.; ANJUM, Faqir. M.; NUZHAT, Huma.; KHAN, M. I. Comparison of Locally Isolated Culture from Yoghurt (Dahi) with Commercial Culture for the Production of Mozzarella Cheese. **International Journal Agriculture. Biology**. v. 12, n. 2, p. 231-236, 2010.

SILVA, Fernando T. **Queijo Mussarela**. Brasília: Editora Eletrônica José Batista Dantas, 2005 (EMBRAPA, 2005).

SZCZESNIAK, Alina. S. Texture is a sensory property. **Food Quality and Reference**, v. 13, n.4, p. 215-225, 2002.

VALLE, José, L., E. CAMPOS, Sônia, D. S. YOTSUYANAGI, Katumi. SOUZA, G. Influência do teor de gordura nas propriedades funcionais do queijo tipo mozzarella. **Ciência e Tecnologia Alimentos**, v. 4, n. 24, p. 669-673, 2004.

VAN VLIET, Ton. Terminology to be used in cheese rheology. **International Dairy Federation Bulletin**, p. 5-15, 1991.

VIEIRA, Viviane, F. **Características Físico-Químicas E Sensoriais De Queijos Mussarela Elaborados A Partir De Leites Com Diferentes Contagem De Células Somáticas**. Dissertação de Mestrado. Bahia, 2010.

WADHWANI, R. MCMAHON, D. J. Color of low-fat cheese influences flavor perception and consumer liking. **American Dairy Science Association**. v.95, n.5, p. 2336-2346, 2012.

YUN, J. J., BARBANO, D. M., & KINDSTEDT, P. S. Mozzarella cheese: Impact of milling pH on chemical composition and proteolysis. **Journal of Dairy Science**, v. 76, n.12, p. 3629–3638, 1993.