Revisão DOI: 10.14295/2238-6416.v76i2.848

PRINCIPAIS PROPRIEDADES FUNCIONAIS DO QUEIJO MUÇARELA, QUEIJO PRATO E REQUEIJÃO CULINÁRIO – UMA REVISÃO

Main functional properties of Mozzarella cheese, Prato cheese, and culinary Requeijão – A review

Taynan Barroso Landin[1], Renata Golin Bueno Costa[2], Denise Sobral[2], Luiz Carlos Gonçalves Costa Júnior[2], Junio César Jacinto de Paula[2], Vanessa Aglaê Martins Teodoro[3], Gisela de Magalhães Machado Moreira[2]*

RESUMO

As propriedades funcionais são características esperadas e essenciais em determinados tipos de queijos e são influenciadas principalmente pela sua composição. Devido às formas de consumo, principalmente como ingredientes em preparações culinárias, os queijos Muçarela, Prato e Requeijão culinário possuem propriedades funcionais que são atributos importantes na determinação da qualidade do produto final e influenciam diretamente na aceitação pelos consumidores. A capacidade de fatiar, derreter, liberar gordura, formar bolhas e *browning* são as principais propriedades funcionais encontradas nos queijos. Sendo assim, o objetivo desse artigo é apresentar os principais fatores que influenciam nas propriedades funcionais da Muçarela, queijo Prato e do Requeijão culinário.

Palavras-chave: fatiabilidade; derretimento; óleo livre; bolha; escurecimento.

ABSTRACT

Functional properties are expected and essential characteristics in certain types of cheese and are mainly influenced by their composition. Due to the forms of

1 Universidade Federal de Juiz de Fora, Programa de Pós-Graduação em Química, Juiz de Fora, MG, Brasil.

2 Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, Instituto de Laticínios Cândido Tostes, Rua Tenente Luiz de Freitas, 116, Santa Terezinha, 36045-560, Juiz de Fora, MG, Brasil. E-mail: renata.costa@epamig.br.

3 Universidade Federal de Juiz de Fora, Departamento de Medicina Veterinária, Juiz de Fora, MG, Brasil

* Autor para correspondência.

Recebido / Received: 01/10/2020
Aprovado / Approved: 18/12/2020

consumption, mainly as ingredients in culinary preparations, Mozzarella, Prato and culinary Requeijão cheeses have functional properties that are important attributes in determining the quality of the final product and directly influence consumer acceptance. The ability to slice, melt, release fat, form blisters and browning are the main functional properties found in cheeses. Therefore, the aim of this paper is to present the main factors that influence the functional properties of Mozzarella, Prato cheese, and culinary Requeijão.

Keywords: sliceability; melting; free oil; blister; browning.

INTRODUÇÃO

Entre os queijos mais consumidos no Brasil estão, respectivamente, a Muçarela, o queijo Prato e o Requeijão culinário, que representam quase 70% de todo consumo nacional de queijos (ABIQ, 2019). Essa porcentagem expressiva se deve ao uso desses queijos em lanches rápidos e como ingredientes para sanduíches e outras preparações culinárias, além de serem facilmente encontrados nos comércios varejistas em todo país (BASTOS *et al.*, 2013).

As propriedades funcionais são características esperadas e essenciais em determinados tipos de queijos, sendo essas, associadas com o tipo de uso final que se deseja para o mesmo (OLIVEIRA, 2016). O termo "funcionalidade" é a capacidade de desempenho, ou seja, são várias características importantes do queijo, como propriedades físicas, estabilidade e até sabor (JANA; TAGALPALLEWAR, 2017). Devido às formas de consumo, as propriedades funcionais dos queijos vêm se tornando um critério cada vez mais importante para os fabricantes, que as consideram como parâmetro para a determinação e distinção entre um queijo bom, regular ou ruim (OLIVEIRA, 2016).

Como ingredientes em alimentos, espera-se que esses queijos atendam os parâmetros físico-químicos estabelecidos pelas legislações e apresente suas características funcionais desejadas de acordo com a sua aplicação e finalidade (JANA; TAGALPALLEWAR, 2017).

As propriedades funcionais são influenciadas principalmente pela composição dos queijos (SCHENKEL *et al.*, 2013). Todavia, existem vários fatores que interferem nas principais propriedades funcionais dos queijos Muçarela, Prato e Requeijão culinário e se esses não forem observados durante a fabricação, geram produtos que não atendem às exigências estabelecidas pelos consumidores ou pelo exigente setor gastronômico, o que acarreta a rejeição produto. Sendo assim, o objetivo desse trabalho foi apresentar os principais fatores que influenciam nas propriedades funcionais da Muçarela, queijo Prato e do Requeijão culinário.

REVISÃO DE LITERATURA

Queijos

Queijo Muçarela

Entende-se por queijo Muçarela o queijo que se obtém por filagem de uma massa acidificada (produto intermediário obtido por coagulação de leite por meio de coalho e/ou outras enzimas coagulantes apropriadas), completada ou não pela ação de bactérias láticas específicas (BRASIL, 1997c).

A Muçarela é um queijo de origem italiana, possui massa fresca de sabor suave e textura macia (BERLESE *et al.*, 2019). Diferente da *Mozzarella* produzida na Itália,

a brasileira tem menor teor de umidade e tem como principal destino o consumo em pizzas e *fast-food*, assemelhando-se ao queijo *Pizza cheese* norte-americano. Dentre as principais propriedades funcionais destacam-se o derretimento, óleo livre, escurecimento, formação de bolhas e a fatiabilidade (FURTADO, 2016).

Queijo Prato

O queijo Prato é um típico queijo brasileiro que começou a ser fabricado na década de 20 inspirado no queijo Danbo, produzido na Dinamarca. Após inúmeras modificações de tecnologia, fabricação e forma de consumo, o queijo Prato ganhou características de textura e sabor típico, distanciando-se das características do queijo dinamarquês (SPADOTI *et al.*, 2005).

Tem como característica a presença de poucas e pequenas olhaduras lisas e brilhantes, com ou sem olhaduras mecânicas, cor amarelada ou amarelo-palha, sabor e odor característicos e sem crosta, ou com crosta fina, lisa e sem trincas. Pode ser apresentado no formato cilíndrico – denominado Cobocó, esférico – denominado Prato esférico ou na forma retangular, que é a mais tradicional (BRASIL, 1997a; BRASIL, 1996). As propriedades funcionais como derretimento, liberação de óleo livre e fatiabilidade são esperadas no queijo Prato.

Requeijão culinário

O Requeijão também é um queijo originário do Brasil e faz parte da família dos queijos fundidos (VAN DENDER, 2014). Segundo a Portaria nº 359, de 4 de setembro de 1997, por meio do Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade do Requeijão, entende-se por Requeijão o produto resultante da fusão de uma massa coalhada dessorada e lavada, obtida por coagulação ácida e/ou enzimática do leite, com ou sem adição de creme de leite e/ou manteiga e/ou gordura anidra de leite e/ou *butter-oil*. Os Requeijões podem ser classificados como: Requeijão, Requeijão cremoso e Requeijão de Manteiga (BRASIL, 1997b).

A denominação Requeijão culinário não aparece na legislação, pois o produto ainda não foi regulamentado. Entretanto, segundo a Associação Brasileira da Indústria de Queijos (ABIQ), a produção de Requeijão culinário é maior do que os outros tipos classificados pela legislação de 1997, chegando a 747.603 toneladas no ano de 2017 (ABIQ, 2019).

A principal característica do Requeijão culinário é possuir uma consistência não tão firme como o requeijão em barra e não tão fluida como o requeijão cremoso. Sua consistência intermediária, associada às propriedades funcionais específicas e diferenciadas, fez com que o Requeijão culinário ganhasse espaço no mercado de comidas prontas e congeladas e ideal para preparações culinárias (SOBRAL *et al.*, 2019). Dentre suas propriedades funcionais destacam-se o não derretimento, mantendo o seu formato original, além de não escurecer muito para não ter aspecto de queimado e baixa liberação de óleo livre. Outra característica importante é não ser duro demais como um requeijão em barra, para que possa ser moldado com o uso de uma bolsa de confeiteiro.

Propriedades Funcionais

Ao contrário de outros queijos, a Muçarela, o queijo Prato e o Requeijão culinário são consumidos de forma indireta, principalmente como ingredientes em preparações culinárias. Essa forma de consumo e a presença de vários outros ingredientes associados aos queijos, fazem com que seus sabores acabam se tornando um fator de

menor relevância, sendo as propriedades funcionais os atributos mais importantes na determinação da qualidade do produto final, que influenciará diretamente na aceitação dos mesmos pelos consumidores.

A funcionalidade dos queijos usados como ingredientes é determinada pelas suas características em todas as etapas, desde a preparação até o consumo. Esses queijos podem ser submetidos a processo como trituração, fatiamento, refrigeração e aquecimento, em que as características físico-químicas e microestruturais influenciam nas propriedades funcionais e determinam a aplicação desses queijos (FOX *et al.*, 2017).

Como ingredientes em muitas preparações culinárias, espera-se que os queijos apresentem algumas das seguintes características funcionais: fatiabilidade, derretimento, óleo livre, formação de bolhas e *browning*, cuja intensidade requerida para cada atributo é dependente da aplicação do produto (LUKINAC *et al.*, 2018). Tais características funcionais são influenciadas principalmente pela composição dos queijos, mais especificamente pH, interações entre caseínas, proteólise, teor de cálcio, conteúdo de sal e também as condições de processamento (SCHENKEL *et al.*, 2013).

Fatiabilidade

A capacidade de fatiar é uma propriedade funcional dos queijos Muçarela e Prato. Essa propriedade é uma das características mais importantes desses queijos, uma vez que os brasileiros têm o hábito de comprá-los fatiados (FURTADO, 2019).

A disponibilidade de queijos fatiados em supermercados é uma tendência voltada para atender ao desejo dos consumidores por conveniência e praticidade (BASTOS *et al.*, 2013). As fatias normalmente são consumidas como ingrediente em preparações culinárias e sanduíches, e devem ser flexíveis, dobráveis e soltarem facilmente da embalagem sem quebrar (FOX *et al.*, 2017).

A fatiabilidade de um queijo é influenciada principalmente pela sua composição e características. A combinação dos fatores influencia na textura do queijo, que está relacionada com as interações entre a gordura, caseína e umidade do queijo, com o pH e a concentração de cálcio presente na massa e com a ação de enzimas proteolíticas (ZHENG *et al.* 2016).

No queijo Prato a proteólise ocorre durante a maturação e é o principal evento responsável pelas mudanças de textura, por meio da hidrólise da matriz proteica (SATO *et al.*, 2012). Durante esse processo, as proteínas são hidrolisadas em várias outras estruturas, alterando sua forma original e com isso mudando as características reológicas do queijo (FANG *et al.*, 2016). Além da proteólise, os processos de semicozimento e lavagem da massa durante a fabricação limitam a redução do pH, favorecendo a formação de uma estrutura firme e elástica, condizente com a capacidade de fatiar, desejada para o queijo Prato (FURTADO, 2019).

Já na Muçarela, a textura é influenciada pelo processo de filagem, que consiste em adicionar pedaços de massa com pH entre 5,1 e 5,4 em água à temperatura de 80 ºC a 85 ºC, para que eles se unam e ganhem uma textura alongada, permitindo a formação de fios compridos que lembrando fibras elásticas. Nesse processo a massa deve ficar elástica e não deve romper com facilidade. O pH é fundamental para a elasticidade da massa, sendo responsável pela desmineralização controlada do cálcio, tornando possível esticar a massa sem arrebentá-la (FURTADO, 2016; VOLLMER *et al.*, 2019). Além da filagem, a proteólise primária, decorrente da ação de resíduo de coagulante na massa, pode influenciar na textura da Muçarela. Em excesso, a proteólise pode ocasionar problemas de fatiamento devido à perda de

elasticidade e maciez excessiva do queijo (SMITH *et al.*, 2018; FACCIA *et al.*, 2019).

As principais causas relacionadas a problemas na fatiabilidade são os excessos de umidade e gordura nos queijos. Além do teor de umidade influenciar diretamente na consistência dos queijos, quanto mais alto for, mais rápido o queijo perde sua capacidade de fatiar devido ao aumento da proteólise e consequente amolecimento do queijo. Também relacionado à umidade dos queijos está o teor de sódio, que impacta na proteólise do queijo ao longo do período de armazenamento. Quanto menor o teor de sódio, mais elevada é a umidade, e menor será o teor de sal na umidade do queijo (%S/U), consequentemente maior será a proteólise (AYYASH *et al.*, 2012).

A gordura é outro componente que influencia na textura de qualquer tipo de queijo. Aqueles com teor excessivo de gordura tendem a aderir na lâmina quando fatiados, e parecem que "mascam". As fatias dos queijos devem se apresentar ausentes de trincas e durante o fatiamento, não devem romper com facilidade (FURTADO, 2016).

Essa propriedade é avaliada de forma subjetiva com o auxílio de um fatiador. As amostras devem estar previamente mantidas à temperatura de 11 ºC a 13 ºC para serem fracionadas em fatias de aproximadamente 2 mm de espessura. Durante o fatiamento, observa-se a aderência do queijo na lâmina do equipamento e a integridade das fatias (NEPOMUCENO, 2012).

Derretimento

O derretimento é uma das propriedades funcionais mais importantes nos queijos usados como ingredientes em preparações culinárias que são fritas, aquecidas, forneadas ou que submetam a outros tipos de aquecimento. Segundo Fox *et al.* (2017), a propriedade de derretimento é estabelecida como a capacidade das partículas do queijo fluírem, formando uma fase uniformemente derretida, decorrente da evaporação da água e fluidificação da gordura.

Apesar do derretimento ser considerado uma propriedade funcional do Requeijão culinário, essa característica não deve ser excessiva. Como cobertura em pizzas e ingrediente de preparações culinárias, o Requeijão culinário precisa resistir a tratamentos térmicos como o processo de forneamento e fritura e apresentar uma baixa fluidez (GUINEE, 2011). Essa característica só é possível devido à interação das caseínas com a água e a gordura através do sal fundente, que possui a capacidade de emulsionar e estabilizar o produto, e pela adição de concentrados proteicos, que são ingredientes permitidos na fabricação do Requeijão culinário (VAN DENDER, 2014).

São vários os fatores que influenciam a capacidade de derretimento dos queijos, entre eles destacam-se a composição e características no momento do aquecimento, envolvendo parâmetros como: teor de gordura e umidade, teor de cálcio ligado nas proteínas e o índice de proteólise do queijo. As condições de aquecimento também são determinantes nessa propriedade (WADHWANI *et al.*, 2011).

A gordura desempenha um papel lubrificante entre a matriz proteica do queijo e sua ausência pode impedir o fluxo de movimentação dessa matriz, necessário durante o aquecimento para um bom derretimento. Sendo assim, quanto maior o teor de gordura presente no queijo, maior será o derretimento no momento do aquecimento (DAI *et al.*, 2019). A Muçarela, o queijo Prato e o Requeijão culinário são classificados de acordo com a gordura no extrato seco (GES), como queijos gordos (45,0% a 59,9%) (BRASIL, 1996; BRASIL, 1997a; BRASIL, 1997b; BRASIL, 1997c). Essa classificação influencia na alta capacidade de derretimento

na Muçarela e no queijo Prato (DAI *et al.*, 2019). Entretanto, apesar do Requeijão culinário também ser classificado com alto teor de gordura, o uso de sal fundente, assim como outros ingredientes opcionais, proporciona uma interação entre a água, proteína e gordura e faz com que esse queijo apresente uma baixa capacidade de derreter quando submetido a altas temperaturas (VAN DENDER, 2014).

Outro fator de influência na capacidade de derretimento está na diminuição do cálcio ligando as proteínas, através da desmineralização decorrente do abaixamento do pH. Essa ação diminui a estruturação da malha proteica e consequentemente proporciona um melhor derretimento. No queijo Muçarela o processo de fermentação da massa reduz o pH entre 4,8 e 5,2 para o ponto de filagem e assim, confere ao queijo a capacidade de derretimento (FURTADO, 2016). Segundo Furtado (2019) a variação no pH do queijo Prato está entre 5,10 e 5,30. E no Requeijão culinário, o pH deve ser controlado na faixa de 5,4 a 5,7, a fim de evitar um derretimento excessivo (VAN DENDER, 2014).

O índice de proteólise também está diretamente ligado à capacidade de derretimento dos queijos Muçarela e Prato. A proteólise primária, decorrente principalmente da ação do coagulante residual, influencia no derretimento dos queijos devido à fragilização da matriz proteica, que faz com que os queijos percam a capacidade de manter sua estrutura durante o aquecimento (RENSIS *et al.*, 2009). Como descrito no tópico de fatiabilidade, o teor de umidade pode influenciar no índice de proteólise dos queijos (FURTADO, 2016).

Além dos fatores associados à composição e características dos queijos, a forma de aquecimento é um ponto determinante na capacidade de derretimento. Em muitas operações comerciais (especialmente restaurantes de serviço rápido) são usados fornos de convecção com circulação de ar. Esses fornos empregam temperaturas mais altas (250 ºC a 300 ºC) e tempos mais curtos (4 a 6 minutos) em comparação com um forno doméstico ou outros fornos sem circulação de ar. No aquecimento usando fornos de convecção com circulação de ar, o movimento do ar quente contra a superfície do queijo também influencia nessa propriedade, pois leva a um derretimento mais rápido (WADHWANI *et al.*, 2011).

A forma de avaliar a capacidade de derretimento de um queijo consiste em retirar da peça de queijo, um cilindro de aproximadamente 36 mm de diâmetro. Com o auxílio de um fatiador, retira-se do cilindro de queijo, discos com 7 mm de espessura. Cada disco é colocado no centro de uma placa de Petri, devidamente dividida em 8 áreas iguais através de diâmetros. O diâmetro inicial (Di) de cada amostra é medido e então, as placas com as amostras são dispostas em uma estufa a 107 ºC por 7 minutos. Posteriormente as placas são mantidas por 30 minutos a temperatura ambiente e o diâmetro final (Df) de cada amostra derretida é medido novamente. Com as medidas, calcula-se a capacidade de derretimento – CD (%) do queijo, usando a seguinte fórmula: $CD(\%) = ((Df^2 - Di^2) \times 100) / Di^2$ (KOSIKOWSKI, 1982).

No queijo Muçarela, uma propriedade que também é considerada importante e se associa à capacidade de derretimento, é a elasticidade ou capacidade de esticamento do queijo. Segundo Fox *et al.* (2004), elasticidade é a habilidade de um queijo de retornar à sua forma inicial após ser submetida à pressão. No caso do queijo Muçarela derretido, a elasticidade é definida como a capacidade da massa esticar sem arrebentar, distanciando-se razoavelmente quando puxada com um garfo aproximadamente 15 cm e ainda apresentando uma aderência na preparação culinária. Os fatores que influenciam a elasticidade

são os mesmos do derretimento do queijo. Entretanto, a boa elasticidade da Muçarela derretida requer que a maioria da caseína ainda esteja intacta, ou seja, que tenha sofrido pouca proteólise (FURTADO, 2016).

Óleo livre

Outra característica funcional dos queijos Muçarela e Prato é a formação de óleo livre. A liberação de óleo livre ocorre no queijo derretido quando a matriz de caseína se fragiliza durante o aquecimento, o que permite que os glóbulos de gordura se unam e se direcionem à superfície dos queijos. Essa propriedade é visível em preparações culinárias e principalmente nas pizzas (DAI *et al.*, 2019).

A formação de uma camada fina de óleo livre na superfície dos pedaços de queijos é necessária para proteger da evaporação de umidade durante o derretimento, além de visualmente proporcionar um aspecto brilhante quando ocorrida de forma moderada (FOX *et al.*, 2017).

A liberação de óleo livre tem relação direta com a capacidade de derretimento dos queijos durante o aquecimento (EL-BATAWY *et al.*, 2004). As duas propriedades funcionais estão associadas com o índice de proteólise durante o armazenamento. As enzimas proteolíticas hidrolisam a rede proteica que atua como uma barreira física entre os glóbulos de gordura e, quando o queijo é aquecido e derretido, os glóbulos de gordura se separam como óleo livre (KINDSTEDT, 1993; AHMED *et al.*, 2011). A alta umidade e o teor reduzido de sódio são fatores que influenciam diretamente a atividade proteolítica no queijo e consequentemente no aumento da liberação de óleo livre (RULIKOWSKA *et al.*, 2013; FURTADO, 2016).

A quantidade de óleo livre liberada pelo queijo está relacionada com o teor de gordura e sua interação com a caseína. Sendo assim, quando o queijo é fabricado utilizando a relação caseína/gordura, os glóbulos de gordura se encontram distribuídos na malha proteica do queijo e torna-se mais difícil a coalescência e consequentemente não ocorrerá a formação de óleo livre em excesso (TUNICK; SHIEH, 1995). Entretanto, os queijos com baixo teor de gordura liberam menos óleo durante o aquecimento e, portanto, apresentam uma alta formação de *blisters* e aumento da desidratação, sendo considerado um defeito nas preparações culinárias (IBÁÑEZ *et al.*, 2016).

Sendo assim, essa propriedade se tornou importante, uma vez que interfere nas características do queijo derretido e influencia na aceitação dos consumidores que atualmente estão mais exigentes e se preocupam com uma dieta saudável, diminuindo a ingestão de alimentos com altos níveis de colesterol e gordura, podendo rejeitar uma preparação culinária com excesso de óleo livre na superfície da mesma.

Dessa forma, visualizar um excesso de óleo liberado pelo queijo pode ser um fator determinante na aceitabilidade do produto, além de alterar as características dos queijos (LUCEY, 2008). A liberação de óleo em pizza é considerada ideal quando corresponde a uma cobertura de 10% a 20% da superfície (FURTADO, 2016).

No Requeijão culinário a liberação de óleo livre constitui um defeito causado principalmente pela adição insuficiente de sal fundente que não favorece a formação da emulsão estável formada pela proteína, água e gordura. O teor de sal fundente deve ser definido em relação à quantidade de matéria prima a ser fundida e a quantidade de caseína intacta (VAN DENDER, 2014).

A liberação de óleo livre é determinada pelo método de Gerber, modificado conforme Kindstedt; Fox (1991) que consiste na retirada do óleo livre liberado em 6 g de queijo (previamente mantido à temperatura de 4 ºC

por duas horas) após o aquecimento em banho maria fervente por quatro minutos. Para auxiliar a coleta do óleo livre liberado pelo queijo, adiciona-se água acidificada com pH 2,2 e solução água/metanol 1:1, além de centrifugações a 1200-1400 rpm em tempos variados ao longo da análise. A leitura é feita no butirômetro e calcula-se a % de óleo livre do queijo, usando a seguinte fórmula: % óleo livre = [(leitura do butirômetro /2) × 100] /% gordura do queijo.

Blisters (Bolhas)

A formação de *blisters* (bolhas) é uma propriedade funcional típica do queijo Muçarela. Os *blisters* ocorrem durante o forneamento em temperaturas acima de 100 ºC devido ao ar e água que evaporam por causa do calor excessivo e ficam retidos entre os pedaços de queijos. Ocorre, então, a formação de uma bolsa de gás que aumenta até o momento de equilíbrio entre a força do vapor e as resistências elásticas do queijo, que dão origem as bolhas sob a superfície do queijo derretido (MA *et al.*, 2014).

Sendo assim, o teor de umidade do queijo é o principal fator que afeta a formação das bolhas. Quanto maior o teor de umidade, maior é a quantidade e o tamanho das bolhas formadas na superfície do queijo. As bolhas formadas em queijos com alta umidade se apresentam de formas irregulares e menos circulares (MA *et al.*, 2013).

Outro ponto importante são os índices de elasticidade e alongamento do queijo derretido. Essas características são influenciadas pela extensão da proteólise e determina o tamanho das bolhas (FOX *et al.*, 2017). Desta forma, quanto maior a capacidade do queijo esticar sem arrebentar e liberar o ar e o vapor presos, maior será o tamanho do *blister* (RUDAN; BARBANO, 1998). O aumento da proteólise durante o armazenamento do queijo aumenta a quantidade e o tamanho das bolhas presentes na superfície do queijo derretido (MOYNIHAN *et al.*, 2014).

A formação das bolhas também está relacionada com a quantidade de óleo livre liberado durante o aquecimento. O óleo livre deve ser liberado de forma moderada, pois tem a função de proteger a superfície do queijo, evitando a evaporação da água e a formação das bolhas em excesso. Observa-se uma maior formação de bolhas na Muçarela que apresenta uma menor liberação de óleo livre (MA *et al.*, 2013). Segundo Furtado (2016), *blister* de 0,5 cm a 1,5 cm distribuídos em 25% da área da pizza são considerados normais e necessários nas características da Muçarela usada como ingrediente para pizza.

A metodologia para avaliar a formação de *blisters* consiste em fatiar o queijo previamente mantido por meia hora a temperatura ambiente em fatias com 2 mm de espessura. Coloca-se uma camada de queijo (aproximadamente 27 gramas) sobre um disco de pizza semipronta de 7 mm de espessura e 14,5 cm de diâmetro médio e então, as amostras são levadas ao forno pré-aquecido a temperatura de 230 ºC por três minutos. Após esse tempo, as pizzas são mantidas por trinta minutos em temperatura ambiente e posteriormente divididas em oito pedaços para a escolha de dois pedaços aleatórios, porém nunca vizinhos, a serem avaliados quanto ao tamanho e quantidade de *blisters* através da média dos dois pedaços (PIZAIA *et al.*, 2003).

Browning (escurecimento)

O *browning* ou escurecimento é uma característica associada à formação dos *blisters* na Muçarela derretida na superfície da pizza. À medida que a parte superior do *blister* aumenta e se torna mais fino, o óleo livre da superfície flui pelas laterais e a umidade na superfície evapora, formando o

browning, que é caracterizado pela coloração amarronzada (RUDAN; BARBANO, 1998). Em outros locais da superfície do queijo a coloração se mantém típica, devido à presença do óleo livre que evita a perda excessiva de umidade (MA *et al.*, 2014). Por ter uma relação direta com a formação dos blisters, pode-se dizer que alguns fatores que influenciam em uma propriedade também influenciam na outra, sendo esses: teor de umidade e proteólise (MA *et al.*, 2013).

O *browning* é resultado da reação de Maillard, que é um escurecimento não enzimático, ou seja, não depende de enzima. Essa reação ocorre pela reação do grupo carbonila do açúcar redutor com o grupamento amino livre de aminoácidos, peptídeos ou proteínas, que dão origem a uma complexa cascata de reações culminando com a formação de pigmentos escuros denominados melanoidinas. A reação de Maillard é favorecida pela elevação da temperatura e pH alcalino (FRANCISQUINI *et al.*, 2017).

A intensidade do escurecimento é afetada principalmente pelas condições de cozimento como tempo e temperatura dos fornos (KINDSTEDT, 1991). Além disso, a concentração residual de galactose no queijo Muçarela está relacionada com o grau de escurecimento do queijo derretido nas pizzas. Isso ocorre devido a galactose ser um açúcar redutor, o que favorece o escurecimento através da reação de Maillard (LEE *et al.*, 2014). Desta forma, o uso de cepas fermentadoras de galactose, as chamadas galactose positiva, tem sido empregado para fabricar especialmente queijo Muçarela com baixo teor de escurecimento (LOURENÇO NETO, 2013). Queijo Muçarela feito pelo processo de acidificação direta escurece menos devido à ausência de hidrólise da lactose pelas bactérias do fermento (OBERG *et al.*, 1991), já que a galactose é um açúcar redutor mais reativo para a reação de Maillard que a lactose (FRANCISQUINI *et al.*, 2017).

A forma de avaliar o escurecimento dos queijos após o derretimento consiste em colocar 20 g de amostra em uma placa de Petri e mantê-la a 30 minutos à temperatura ambiente. Em seguida, a placa é colocada na estufa a 104 ºC por uma hora. O escurecimento é medido em quatro pontos da amostra através de um colorímetro e aplica-se análise de variância para obtenção do resultado (BARBANO *et al.*, 1993).

A formação do *browning* em alguns pontos da superfície do queijo Muçarela derretido é aceitável e até desejável nas características das preparações assadas. Entretanto, não deve ocorrer com intensidade de forma que apresente uma aparência de queimado e leve à rejeição dos consumidores.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As propriedades funcionais dos queijos Muçarela, Prato e Requeijão culinário são atributos considerados importantes, que podem até sobressair o sabor, quando os mesmos são usados em preparações culinárias associados a outros ingredientes. Como apresentado nessa revisão, a Muçarela tem como propriedades funcionais a capacidade de fatiar, derreter e esticar, liberar de óleo livre, formar *blisters* e *browning*. O queijo Prato possui como propriedades funcionais a capacidade de fatiar, derreter e liberar óleo livre. Já o Requeijão culinário tem uma baixa capacidade de derretimento e pouca liberação de óleo livre. Os principais fatores que influenciam as propriedades funcionais da Muçarela, do queijo Prato e do Requeijão culinário são: composição de cada queijo, condições de aquecimento e índice de proteólise nos queijos Prato e Muçarela.

REFERÊNCIAS

ABIQ – Associação Brasileira das Indústrias De Queijo. **Histórico da Evolução do Mer-**

cado Brasileiro de Queijos. São Paulo: ABIQ, 2019. Disponível em: http://www.abiq.com.br. Acesso em: 22 jun. 2020.

AHMED, N. S. *et al.* Properties of buffalo Mozzarella cheese as affected by type of coagulante. **Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria**, v. 10, n. 3, p. 339-357, 2011.

AYYASH, M. M.; SHERKAT, F.; SHAH, N. P. The effect of NaCl substitution with KCl on Akawi cheese: Chemical composition, proteolysis, angiotensin-converting enzyme-inhibitory activity, probiotic survival, texture profile, and sensory properties. **Journal of Dairy Science**, v. 95, n. 9, p. 4747-4759, 2012. DOI: 10.3168/jds.2011-4940.

BARBANO, D. M. *et al.* Contribution of coagulant, starter culture and milk enzymes to proteolysis and browning in Mozzarella cheese. *In*: ANNUAL MARSCHALL ITALIAN CHEESE SEMINAR, 30., 1993, Madison. **Proceedings** […]. Madison: Rhône-Poulenc, 1993. p. 65-79.

BASTOS, R. A. *et al.* Avaliação de percepção e preferência dos consumidores em relação a queijo Prato. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 68, n. 390, p. 12-19, 2013. DOI: 10.5935/2238-6416.20130003.

BERLESE, M.; CORAZZIN, M.; BOVOLENTA, S. Environmental sustainability assessment of buffalo mozzarella cheese production chain: A scenario analysis. **Journal of Cleaner Production**, v. 238, article 117922, 2019. DOI: 10.1016/j.jclepro.2019.117922.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Portaria nº 358, de 4 de setembro de 1997. Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de Queijo Prato. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**: seção 1, Brasília, DF, n. 172, p. 19.690, 8 set. 1997a.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Portaria nº 359, de 4 de setembro de 1997. Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade do Requeijão ou Requesõn. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**: seção 1, Brasília, DF, n. 172, p. 19.690, 8 set. 1997b.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Portaria nº 364, de 4 de setembro de 1997. Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de Queijo Mozzarela (Muzzarella ou Mussarela). **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**: seção 1, Brasília, DF, n. 172, p. 19.694, 8 set. 1997c.

BRASIL. Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária. Portaria nº 146, de 7 de março de 1996. Aprova os Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade dos Produtos Lácteos. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**: seção 1, Brasília, DF, n. 48, p. 3977, 11 mar. 1996.

DAI, S. *et al.* Functional and pizza bake properties of Mozzarella cheese made with konjac glucomannan as a fat replacer. **Food Hydrocolloids**, v. 92, p. 125-134, 2019. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2019.01.045.

EL-BATAWY, M. A. *et al.* Effect of homogenization on some properties of Mozzarella cheese. **Egypt Journal of Dairy Science**, v. 32, p. 315-326, 2004.

FACCIA, M. *et al.* Shelf life extension of Italian mozzarella by use of calcium lactate buffered brine. **Food Control**, v.

100, p. 287-291, 2019. DOI: 10.1016/j.foodcont.2019.02.002.

FANG, X. *et al.* Disintegration and nutrients release from cheese with different textural properties during in vitro digestion. **Food Research International**, v. 88, p. 276-283, 2016. DOI: 10.1016/j.foodres.2016.04.008.

FOX, P. F. *et al.* **Fundamentals of Cheese Science**. 2ª ed. New York: Springer, 2017.

FOX, P. F. *et al.* (ed.). Cheese – **Chemistry**, **Physics and Microbiology**: General Aspects. 3ª ed., London: Elsevier, 2004. 617 p.

FRANCISQUINI, J. D. *et al*. Reação de Maillard: Uma revisão. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 72, n. 1, p. 48-57, 2017. DOI: 10.14295/2238-6416.v72i1.541.

FURTADO, M. M. **Queijos Semiduros**. São Paulo: Editora Setembro, 2019. 313 p.

FURTADO, M. M. **Mussarela: Fabricação e funcionalidade**. São Paulo: Editora Setembro, 2016. 247 p.

GUINEE, T. P. Cheese rheology. *In*: FUQUAY, J. W.; FOX, P. F.; McSWEENEY, P. L. H. (ed.). **Encyclopedia of Dairy Sciences**. 2ª ed. London: Elsevier, 2011. p. 685-697.

IBÁÑEZ, R. A.; WALDRON, D. S.; McSWEENEY, P. L. H. Effect of pectin on the composition, microbiology, texture, and functionality of reduced-fat Cheddar cheese. **Dairy Science and Technology**, v. 96, p. 297-316, 2016. DOI: 10.1007/s13594-015-0265-y.

JANA, A.; TAGALPALLEWAR, G. P. Functional properties of Mozzarella cheese for its end use application. **Journal of Food Science Technology**, v. 54, n. 12, p. 3766-3778, 2017. DOI: 10.1007/s13197-017-2886-z.

KINDSTEDT, P. S. Effect of manufacturing factors, composition and proteolysis on the functional characteristcs of mozzarella cheese. **Critical Reviews in Foods Science**, v.33, n. 2, p. 167-187, 1993. DOI: 10.1080/10408399309527618.

KINDSTEDT, P. S. Functional properties of Mozzarella cheese on pizza: A review. **Cultured Dairy Products Journal**, v. 26, p. 27-31, 1991.

KINDSTEDT, P. S.; FOX, P. F. Modified Gerber test for free oil in melted Mozzarella cheese. **Journal of Food Science**, v. 56, n. 4, p.1115-1116, 1991. DOI: 10.1111/j.1365-2621.1991.tb14658.x.

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

LEE, H. *et al.* Lactose and galactose content in cheese results in over estimation of moisture by vacuum oven and microwave methods. **Journal of Dairy Science**, v. 97, n. 5, p. 2567-2577, 2014. DOI: 10.3168/jds.2013-7522.

LOURENÇO NETO, J. P. M. **Queijos**: Aspectos Tecnológicos. São Paulo: Master Graf, 2013. 270 p.

LUCEY, J. A. Some perspectives on the use of cheese as a food ingredient. **Dairy Science and Technology**, v. 88, n. 4-5, p. 573-594, 2008. DOI: 10.1051/dst:2008010.

LUKINAC, J. *et al.* Application of computer vision and image analysis method in cheese-quality evaluation: A review. **Ukrainian Food Journal**, v. 7, n. 2, p. 192-214, 2018. DOI: 10.24263/2304- 974X-2018-7-2-4.

MA, X. *et al.* Quantification of pizza baking properties of different cheeses, and their correlation with cheese functionality. **Journal of Food Science**, v. 79, n. 8, p. E1528-E1534, 2014. DOI: 10.1111/1750-3841.12540.

MA, X. *et al.* 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, 2013. DOI: 10.1016/j.foodres.2013.05.029.

MOYNIHAN, A. C. *et al.* Effect of camel chymosin on the texture, functionality, and sensory properties of low-moisture, part-skim Mozzarella cheese. **Journal of Dairy Science**, v. 97, N. 1, p. 85-96, 2014. DOI: 10.3168/jds.2013-7081.

NEPOMUCENO, R. S. C. **Efeito do uso de culturas de exopolissacarídeos (EPS) na fabricação de queijo Prato.** 2012. Dissertação (Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia do Leite e Derivados) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia do Leite e Derivados, Universidade Federal de Juiz de Fora, 2012.

OBERG, C. J. *et al.* Effect of *Lactobacillus helveticus* cultures on physical properties of Mozzarella cheese. **Journal of Dairy Science**, v. 74, n. 12, p. 4101-4107, 1991. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(91)78604-9.

OLIVEIRA, A. C. Aspectos da mussarela moderna. **Ciência do Leite**. 2016. Disponível em: https://cienciadoleite.com.br/noticia/3688/aspectos-da-Mussarela-moderna. Acesso em: 20 jun. 2019.

PIZAIA, P. D. *et al.* Composição, proteólise, capacidade de derretimento e formação de "blisters" do queijo mussarela obtido pelos métodos tradicional e de ultrafiltração. **Food Science and Technology**, v. 23, n. 3, 2003. DOI: 10.1590/S0101-20612003000300032.

RENSIS, C. M. V. B.; PETENATE, A. J.; VIOTTO, W. H. Caracterização físico-química, reológica e sensorial de queijos tipo Prato com teor reduzido de gordura. **Food Science and Technology**, v. 29, n. 3, p. 488-494, 2009. DOI: 10.1590/S0101-20612009000300005.

RUDAN, M. A.; BARBANO, D. M. A model of Mozzarella cheese melting and browning during pizza baking. **Journal of Dairy Science**, v. 81, n. 8, p. 2312-2319, 1998. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(98)75812-6.

RULIKOWSKA, A. *et al.* The impact of reduced sodium chloride content on Cheddar cheese quality. **International Dairy Journal**, v. 28, n. 2, p. 45-55, 2013. DOI: 10.1016/j.idairyj.2012.08.007.

SATO, R. T. *et al.* Assessment of proteolysis and sensory characteristics of Prato cheese with adjunct culture. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, supl. 2, p. 3143-3152, 2012. DOI: 10.5433/1679-0359.2012v33Supl2p3143.

SCHENKEL, P.; SAMUDRALA, R.; HINRICHS, J. Thermo-physical properties of semi-hard cheese made with different fat fractions: Influence of melting point and fat globule size. **International Dairy Journal**, v. 30, n. 2, p. 79-87, 2013. DOI: 10.1016/j.idairyj.2012.11.014.

SMITH, J. R. *et al.* Mozzarella cheese – A review of the structural development during processing. **Food Biophysics**, v. 13, p. 1-10, 2018. DOI: 10.1007/s11483-017-9511-6.

SOBRAL, D. *et al.* Derretimento de requeijão culinário fabricado com proteína concentrada do leite. **Revista Indústria de Laticínios**, n. 136, p. 90-93, 2019.

SPADOTI, L. M.; DORNELLAS, J. R. F.; ROIG, S. M. Avaliação sensorial de queijo Prato obtido por modificação do processo tradicional de fabricação. **Food Science and Technology**, v. 25, n. 4, p. 705-712, 2005. DOI: 10.1590/S0101-20612005000400013.

TUNICK, M. H.; SHIEH, J. J. Rheology of reduced-fat Mussarela cheese. In: MALIN, E. L.; TUNICK, M. H. (ed.). **Chemistry of Structure-Function Relationships in Cheese**. London: Plenum Press, 1995. v. 2, p. 7-19.

VAN DENDER, A. G. F. Requeijão Cremoso e Outros Queijos Fundidos: Tecnologia de fabricação, controle de processo e aspecto de mercado. 2. ed. rev. ampl. São Paulo: Editora Setembro, 2014.

VOLLMER, A. H. *et al.* Progressive ultrastructural changes in the casein matrix during the ripening of inadequately acidified feta cheese. **Journal of Dairy Science**, v. 102, n. 9, p. 7734-7746, 2019. DOI: 10.3168/jds.2019-16395.

WADHWANI, R.; McMANUS, W. R.; McMAHON, D. J. Improvement in melting and baking properties of low-fat Mozzarella cheese. **Journal of Dairy Science**, v. 94, n. 4, p. 1713-1723, 2011. DOI: 10.3168/jds.2010-3952.

ZHENG, Y.; LIU, Z.; MO, B. Texture profile analysis of sliced cheese in relation to chemical composition and storage temperature. **Journal of Chemistry**, v. 2016, article ID 8690380, 2016. DOI: 10.1155/2016/8690380.