

INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA
CÂMPUS SÃO MIGUEL DO OESTE
TECNOLOGIA EM ALIMENTOS

ALINE BALBINOT

DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E
QUÍMICAS DE QUEIJO COLONIAL ISENTO DE LACTOSE

São Miguel do Oeste – SC

2019

ALINE BALBINOT

DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E
QUÍMICAS DE QUEIJO COLONIAL ISENTO DE LACTOSE

Monografia do Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Tecnologia em Alimentos do Câmpus São Miguel do Oeste do Instituto Federal de Santa Catarina como requisito parcial à obtenção do diploma de Tecnólogo em Alimentos.

Orientadora: Dra. Stephanie Silva Pinto

Coorientadora: Dra. Patrícia Fernanda Schons

São Miguel do Oeste – SC

2019

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| RESUMO | 5 |
| 1. INTRODUÇÃO | 6 |
| 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA..... | 8 |
| 2.1 Queijos | 8 |
| 1.1 Queijo Colonial | 10 |
| 2.2 Lactose | 16 |
| 2.3 Intolerantes à lactose | 19 |
| 3. OBJETIVOS | 21 |
| 3.1 Objetivo Geral | 21 |
| 3.2 Objetivos Específicos | 21 |
| 4. MATERIAL E MÉTODOS | 22 |
| 4.1 Materiais..... | 22 |
| 4.2 Processamento do queijo colonial | 22 |
| 4.3 Determinação da lactose..... | 23 |
| 4.4 Rendimento do queijo | 24 |
| 4.5 Avaliação das características físicas e químicas do queijo colonial durante a maturação | 24 |
| 4.5.1 Preparo de amostra | 24 |
| 4.5.2 Umidade e atividade de água..... | 24 |
| 4.5.3 Acidez titulável e pH..... | 25 |
| 4.5.4 Análise instrumental de textura..... | 25 |
| 4.6 Determinação do teor de lipídeos | 26 |
| 4.7 Avaliação das características físicas e químicas do queijo colonial durante o armazenamento | 26 |
| 4.8 Análise de cor..... | 26 |
| 4.9 Análise sensorial | 27 |
| 4.10 Análise estatística..... | 27 |
| 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 29 |
| 5.1 Rendimento dos queijos | 29 |
| 5.2 Avaliação das características físicas e químicas dos queijos durante a maturação | 29 |
| 5.1 Determinação do teor de lipídeos..... | 35 |

| | | |
|-----|--|----|
| 5.2 | Avaliação das características físicas e químicas dos queijos durante o armazenamento | 35 |
| 5.3 | Análise Sensorial..... | 39 |
| 6. | CONSIDERAÇÕES FINAIS | 41 |
| | REFERÊNCIAS..... | 42 |

RESUMO

O queijo colonial é um produto amplamente produzido, consumido e comercializado na região Sul do Brasil, seja de maneira formal ou informal. Estima-se que até 44% da população brasileira apresenta algum grau de intolerância à lactose, disfunção do organismo que não possui tratamento, e os indivíduos necessitam retirar da alimentação alimentos que contenham lactose. O objetivo deste estudo foi desenvolver um queijo colonial isento de lactose com características físicas, químicas e sensoriais semelhantes ao queijo colonial com lactose. Para isso, foram produzidas duas formulações de queijo, uma denominada controle, obtida a partir de leite com lactose e a outra, denominada queijo hidrolisado, produzida a partir de leite hidrolisado com a enzima β -galactosidase. As formulações foram avaliadas durante a maturação nos dias 1, 3, 6 e 10 quanto a umidade, atividade de água, acidez, pH e parâmetros de textura. Igualmente, foram realizadas as avaliações mencionadas anteriormente durante o armazenamento, no qual as amostras foram embaladas, seladas à vácuo e armazenadas à 4°C. Além disso, foi realizada a análise de cor das amostras. As análises ocorreram nos dias 1, 15 e 30, com o intuito de verificar possíveis alterações no produto embalado. Ademais, foi realizada a determinação do teor de lipídeos de ambas as formulações, após 10 dias de maturação. De maneira geral, podemos observar que a hidrólise da lactose do leite para a fabricação de queijo colonial não influenciou significativamente nas características físicas, químicas e sensoriais do produto. Além disso, o queijo colonial sem lactose recebeu nota 8 para aceitação global no teste de aceitabilidade, inferindo boa aceitação do produto.

Palavras-chave: β -galactosidase. Intolerância. Lactose.

1. INTRODUÇÃO

O queijo é um concentrado lácteo proteico, amplamente consumido no mundo todo. É obtido pela coagulação do leite, que pode ser por meio de enzimas ou bactérias específicas, além do uso de ácidos orgânicos combinados ou isolados (BRASIL, 1996). O Brasil apresenta um consumo expressivo de queijo, chegando a consumir em média 4,32 Kg de queijo per capita por ano entre 2009 a 2013 (BRASIL DAIRY TRENDS 2020, 2017).

Originário das colônias do Rio Grande do Sul, o queijo colonial é um produto artesanal fabricado essencialmente na região Sul do Brasil, por pequenos produtores de leite. Muitas vezes, é produzido de maneira informal para o consumo e até mesmo para a comercialização, ou por pequenas agroindústrias familiares formalizadas, localizadas em propriedades rurais, que verticalizam a produção do leite, transformando-o em queijo. A produção e comercialização do queijo colonial, seja de maneira formal ou informal, fomentam a agricultura familiar, gerando renda e possibilitando a permanência de muitas famílias no campo (NEVES, 2007; TESSER, 2014).

O queijo colonial possui características próprias, oriundas do seu processamento artesanal, tais como casca fina, lisa e amarelada, sabor forte característico, principalmente quando produzido a partir de leite cru. Costuma apresentar ainda, pequenas olhaduras distribuídas de maneira desuniforme, oriundas do método de prensagem (VIEIRA, 2013). O queijo é constituído por água, proteínas, lipídeos, carboidratos, cloreto de sódio, sais minerais, cálcio, fósforo e vitaminas, entre elas a vitamina A e B, sendo considerado um alimento altamente nutritivo (PERRY, 2004).

A lactose, popularmente conhecida como o açúcar natural do leite, é componente especial nos queijos frescos não maturados. No entanto, para ser absorvida pelo organismo humano, a lactose deve ser reduzida a frações menores e digeríveis (ORDOÑEZ, 2005). Essa redução ocorre por meio do processo de hidrólise no intestino, protagonizada pela enzima β -galactosidase. Entretanto, nem todas as pessoas produzem essa enzima ou simplesmente deixam de produzir em determinado momento da vida, impedindo assim a absorção do carboidrato, caracterizando uma disfunção do organismo, denominada hipolactasia (PEREIRA et al, 2012).

De acordo com Pereira e Furlan (2004), estima-se que até 44% da população apresente algum grau de hipolactasia. A disfunção não possui tratamento e as pessoas intolerantes à lactose necessitam retirar da dieta alimentos que contenham o carboidrato, ou consumir produtos isentos ou reduzidos de lactose (MATTANNA, 2011). Entretanto, simplesmente deixar de consumir derivados lácteos pode comprometer a ingestão necessária de cálcio, vitaminas e demais nutrientes fundamentais na dieta de crianças e adultos, desenvolvendo propensão a doenças. Para a indústria é um desafio e uma oportunidade de produzir nichos de mercado, que atingem esse público-alvo (PEREIRA et al, 2012).

Tendo em vista o elevado índice de intolerantes à lactose no País e o alto consumo de queijo colonial na região Sul, o estudo objetivou desenvolver um queijo colonial isento de lactose em escala industrial, com características físicas, químicas e sensoriais semelhantes ao queijo colonial tradicional, uma vez que a hidrólise da lactose pode causar algumas alterações na cor, sabor e textura e os consumidores buscam alternativas que se assemelham aos produtos tradicionalmente produzido com lactose. Ademais, o estudo permite auxiliar a indústria produtora de queijo colonial a produzir um nicho de mercado e a atender a demanda de consumidores intolerantes à lactose.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Queijos

A produção de queijos possui registros muito antigos, provavelmente desde a pré-história a população consome este derivado lácteo que possui origem incerta. Acredita-se que o primeiro queijo foi produzido há milhares de anos no Oriente Médio inesperadamente, por um viajante que levou consigo leite de cabra em um recipiente constituído de estômago seco de carneiro e percebeu ao final de sua viagem que o leite havia coagulado. No Brasil, o queijo chegou com os portugueses e propagou-se nas regiões Nordeste, Sudeste e Sul. Aos poucos a produção artesanal difundiu-se entre as famílias camponesas e no início do século XX instalaram-se as primeiras indústrias brasileiras de queijo no estado de Minas Gerais (MELLO; ARMACHUK, 2013).

O Brasil é um grande produtor e consumidor de queijos. De acordo com o Sebrae (2008), no ano de 2006 nosso país produziu, em estabelecimentos com inspeção federal, 572 mil toneladas de queijo. Essa produção representa 60% do total de queijos produzidos no país, sendo que os 40% restantes são produzidos por pequenos e micro laticínios registrados e até mesmo de maneira informal, por pequenos agricultores. O estado de Minas Gerais é o maior produtor de queijo, ocupando a primeira posição nacional, enquanto que Santa Catarina está em sétimo colocado e é terreno de 5% das empresas do ramo lácteo (SEBRAE, 2017).

O queijo é considerado um concentrado proteico gorduroso, oriundo do coágulo produzido a partir do leite. O produto apresenta diversas formas, sabores e aromas, provenientes de técnicas diferenciadas ou tradicionais, que influenciam diretamente nas características finais do produto (MELLO; ARMACHUK, 2013).

O Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade (RTIQ) de queijos e produtos lácteos, determina os ingredientes obrigatórios do produto, sua classificação, seus parâmetros de qualidade, regido pela Portaria n° 146 de 07 de março de 1996 definindo queijo como:

“[...]o produto fresco ou maturado que se obtém por separação parcial do soro do leite ou leite reconstituído (integral, parcial ou totalmente desnatado), ou de soros lácteos, coagulados pela ação física do coalho, de enzimas

específicas, de bactérias específicas, de ácido orgânicos, isolados ou combinados, todos de qualidade apta para uso alimentar, com ou sem agregação de substâncias alimentícias e/ou especiarias e/ou condimentos, aditivos especificamente indicados, substâncias aromatizantes e matérias corantes” (BRASIL, 1996).

Ademais, pode ser classificado de várias formas, de acordo com o processamento de obtenção da massa, tratamento da coalhada, grau de maturação e, principalmente, quanto ao teor de gordura no extrato seco total e ao percentual de umidade, os quais podem ser observados na tabela 1 e são considerados parâmetros de qualidade em queijos (BRASIL, 1996).

Tabela 1 - Classificação de queijos em relação ao teor de gordura e de umidade.

| Teor de gordura | Teor de umidade |
|------------------------|---------------------------|
| Extragordo | Muita alta umidade |
| Mais de 60% | Acima de 55% |
| Gordo | Alta umidade |
| Entre 45 e 59,9% | Entre 46 e 54,9% |
| Semigordo | Média umidade |
| Entre 25 e 44,9% | Entre 36 e 45,9% |
| Magro | Baixa umidade |
| Entre 10 e 24,9% | Até 35,9% |
| Desnatado | |
| Menor que 10% | |

Fonte: BRASIL (1996).

É possível obter uma grande diversidade de queijos por meio de alterações nos ingredientes, na tecnologia de fabricação, no tipo de leite (cabra, ovelha, entre outros), no local de fabricação, no formato e tamanho, na adição de corantes ou condimentos que tornará o queijo com características específicas e denominação própria. Dentre os variados tipos de queijo pode-se citar os queijos de longa maturação, de três meses a um ano, tais como o parmesão, o grana padano, o cheddar e o provolone. Os exemplos de queijos de média maturação, de 25 dias à três meses, são o muçarela, o coalho, o canastra, o minas padrão, o colonial e o serrano, e de baixa com até 15 dias ou nenhuma maturação o minas frescal e o requeijão (CRUZ, 2017).

O queijo colonial, bem como os queijos canastra e serrano, são considerados produtos artesanais, tradicionalmente produzidos a base de leite cru. No entanto, o Decreto 9.013, de 29 de março de 2017, que dispõem sobre a inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal, permite a fabricação e comercialização de queijos elaborados a partir de leite não tratado termicamente, apenas quando estes são submetidos a um processo de maturação mais longo, de no mínimo 60 dias, à temperatura superior a 5 °C. O período mínimo de maturação de queijos pode ser alterado, desde que sejam realizados estudos científicos conclusivos atestando a inocuidade do produto, ou em casos específicos, conforme previsto no RTIQ (BRASIL, 2017a).

Com o avanço tecnológico da produção e a preocupação com a saúde dos consumidores, alguns estabelecimentos agroindustriais, a fim de adequar-se à legislação, passaram a produzir queijos artesanais de maneira formal, como por exemplo, o queijo serrano e o colonial. Para isso, é necessário conciliar os conhecimentos adquiridos na tradição familiar, do “saber fazer” e os padrões estabelecidos pela legislação brasileira (TESSER, 2014).

2.2 Queijo Colonial

O avanço da ciência e tecnologia permitiu o desenvolvimento de várias técnicas de produção de queijos, originando produtos de diversos estilos com características diferenciadas. Entretanto, no Sul do país ainda são produzidos muitos queijos artesanais, principalmente o queijo tipo colonial (TESSER, 2014). Sua origem provavelmente tenha se dado nas colônias do Rio Grande do Sul, após a chegada da corte portuguesa, sendo utilizado como sustento das famílias e objeto de troca entre os habitantes (NEVES, 2007).

A produção de queijos coloniais se dá principalmente na região Sul do país, essencialmente no Meio Oeste do Paraná, Extremo Oeste de Santa Catarina e Rio Grande do Sul em geral. Todavia, a produção em sua maioria é obtida a partir de leite cru, uma vez que é vista como uma alternativa para pequenos produtores rurais incrementarem sua renda familiar. Além disso, possibilita a permanência dos

agricultores familiares no meio rural, gerando emprego, promovendo a manutenção da cultura e das tradições locais (TESSER, 2014). Estima-se que 40% do volume total de queijos produzidos no Brasil sejam artesanais, sendo produzidos de maneira formal ou informal. Contudo, é difícil mensurar a real quantidade produzida na região por conta dos estabelecimentos informais (MELLO; ARMACHUK, 2013).

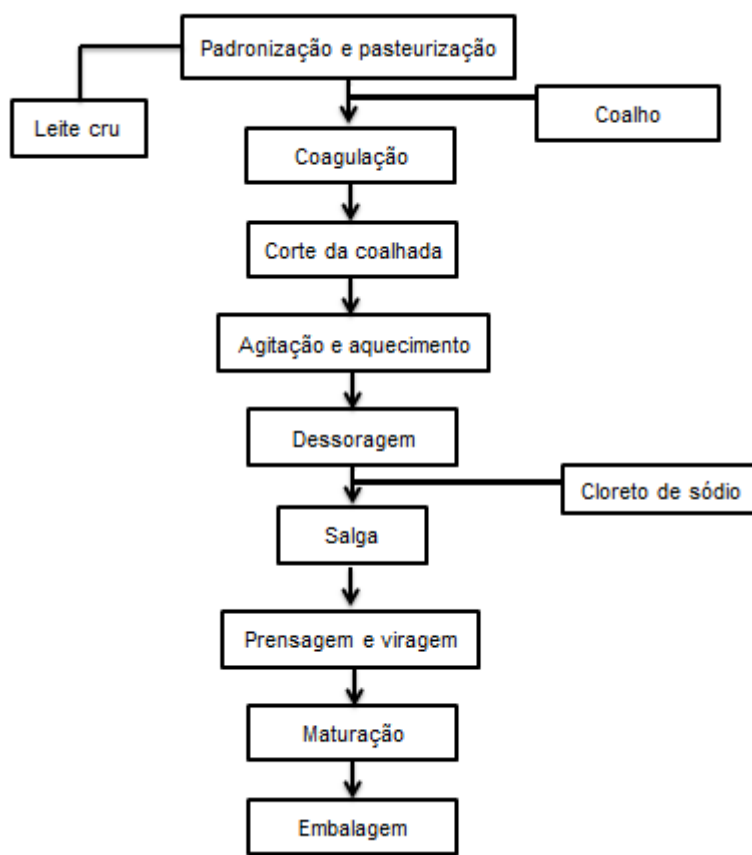
Com o crescimento da produção de queijo colonial, principalmente nos estados da região Sul, a CIDASC (Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina) elaborou, no ano de 2018, uma norma interna reguladora para estabelecimentos que possuem certificação estadual, através do SIE (Selo de Inspeção Estadual). Contudo, para o MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento), o produto não possui especificação técnica nem RTIQ (BRASIL, 2018).

Segundo a Portaria SAR nº 32, de 07 de novembro de 2018, entende-se como queijo colonial:

“[...] o queijo maturado que se obtém por coagulação do leite pasteurizado por meio do coalho e/ou outras enzimas coagulantes apropriadas, complementada ou não pela ação de bactérias lácteas específicas” (BRASIL, 2018).

O queijo colonial possui características próprias, visto que é um queijo de massa semidura, casca fina e lisa, de coloração amarelo-palha, sabor forte (quando produzido a partir de leite cru) e presença de olhaduras pequenas distribuídas de maneira desuniforme em seu interior, proporcionadas pelo método de prensagem. Do mesmo modo, tem importante valor nutricional por possuir elevada concentração de lipídios, proteínas, sais minerais e vitaminas (VIEIRA, 2013; TESSER, 2014).

As características finais do queijo colonial possuem suas particularidades por conta dos ingredientes utilizados e de seu processamento. A figura 1 apresenta o fluxograma geral do processamento de queijo colonial.

Figura 1 - Fluxograma de processamento de queijo colonial.

Fonte: MONTEIRO (2012).

A utilização de leite pasteurizado, além de ser prevista pela legislação, contribui para a garantia da segurança e saúde pública dos consumidores, uma vez que visa eliminar microrganismos deteriorantes e patogênicos. Por outro lado, provoca alterações no sabor, aroma e textura do queijo, por conta das condições de tempo e temperatura em que o leite é submetido, interferindo na desnaturação das proteínas, perda de algumas vitaminas e precipitação do cálcio (MONTEIRO, 2012). O uso de leite cru para fabricação de queijo colonial artesanal é recorrente, por conta das características sensoriais que desenvolve no produto, entretanto pode comprometer a qualidade microbiológica, caso a matéria prima não seja de qualidade e as boas práticas de fabricação e de obtenção do leite não forem aplicadas (CAVALCANTE et al., 2007). Existem vários estudos com os microrganismos considerados desejáveis presentes no leite, Cavalcante et al. (2007), isolaram bactérias endógenas do leite cru para posterior adição ao leite pasteurizado na fabricação de queijo coalho, encontrando

microrganismos que melhoraram a qualidade microbiológica e sensorial do queijo estudado. Dessa forma, o estudo mostrou que a utilização de leite cru para fabricação de queijo pode ser uma prática interessante, já que um leite de qualidade pode conferir características desejáveis no produto final, desde que o estabelecimento faça o uso das boas práticas de fabricação.

A coagulação do leite pode ser obtida de maneira ácida ou enzimática. A coagulação ácida ocorre por meio do emprego de ácido láctico ao leite, reduzindo o pH até 4,6, a fim de atingir o ponto isoelétrico das caseínas. Estas se desestabilizam e precipitam, formando um coágulo grumoso, esfarelento e ácido. Entretanto, a utilização dessa técnica de coagulação é restrita, devido às características do coágulo formado, sendo utilizada essencialmente na produção de queijos *petit suisse*, *cream cheese* e *cottage* (ROBINSON; WILBEY, 2010).

Em contrapartida, a coagulação enzimática consiste na adição da enzima, geralmente de origem microbiana, denominada quimosina ou renina. As enzimas atuam no rompimento da κ -caseína, na ligação específica dos aminoácidos na posição 105-106, coagulando as proteínas e originando o para-caseinato de cálcio, um coágulo gelatinoso, firme e com sabor suave. A agregação das proteínas na produção do queijo por coagulação enzimática é consequência das interações entre as micelas de caseína, via ligações de cálcio, sendo que a capacidade de interação de cada fração de caseína é proporcional ao conteúdo de fosfato de cálcio. O leite possui uma quantidade de cálcio significativa, contudo quantidades significativas podem ser eliminadas na pasteurização, sendo recomendada a adição de cloreto de cálcio ao leite antes de adicionar o coagulante. No queijo colonial, a coagulação enzimática é a mais utilizada (ROBINSON; WILBEY, 2010).

Após a coagulação é realizado o corte da coalhada, etapa que objetiva transformar o coágulo em grãos de tamanho uniformes, estimulando a liberação de soro. O corte é realizado com o auxílio de liras próprias e o tamanho dos grãos influencia na textura e umidade do queijo, por exemplo, grânulos de tamanho menor produzirão um produto mais seco, com menor teor de umidade. A etapa de agitação em conjunto com o aquecimento, proporciona firmeza aos grãos e facilita a separação do soro. O repouso objetiva a separação da massa por decantação, para que na etapa sequencial o soro seja eliminado (MONTEIRO, 2012).

Após a etapa de dessoragem, ocorre a salga, que para queijos coloniais geralmente acontece na massa, na qual adiciona-se sal na concentração de 0,5 a 2% diretamente na massa do queijo e realiza-se a mistura manual do sal. Esse tipo de salga, apresenta uma boa dosagem e dispersão, diminuindo também o tempo de salga, sendo esta mais rápida que as demais, além de ser utilizada normalmente para queijos mais secos, uma vez que aumenta a dessoragem. Além da salga na massa, existe também a salga no leite, na salmoura e a seco, sendo todas empregadas com o propósito de melhorar as características sensoriais, aumentar a pressão osmótica, estimular a perda de água, reduzindo a umidade e auxiliando na formação da crosta do queijo. Ademais, contribui para o controle microbiano e as reações bioquímicas durante o estágio de maturação (PAULA, et al., 2009).

A salga no leite é utilizada normalmente na produção de queijo minas frescal e consiste em adicionar, 1,5 a 2,5% de NaCl (cloreto de sódio) sobre o volume de leite. Entretanto possui algumas desvantagens, como por exemplo, o aumento do tempo de coagulação do leite, maior hidratação das proteínas, dificultando a retirada do soro de leite com formação de um coágulo mais frágil, além de produzir soro salgado, limitando a industrialização desse subproduto. O uso de salmoura, ou a salga úmida é a mais utilizada por indústrias de grande porte, por conta da eficiência e uniformidade do produto final que esse tipo de salga confere (BORTOLON, 2012).

A salmoura, nada mais é do que a imersão dos queijos após a prensagem, em uma solução com concentração de 20 a 24% de sal, à uma temperatura de 10 a 15°C a fim de evitar o crescimento microbiano. O tempo de salmoura depende da variedade, do tamanho, do formato e da umidade do queijo. A salga a seco é amplamente utilizada para queijos artesanais, e fundamenta-se em aplicar sal na superfície do queijo após a prensagem. A absorção do sal dessa forma é mais lenta e a desidratação da camada externa do queijo é menos intensa, quando comparada com os queijos de salmoura, além de originar um produto com uma crosta mais macia, sendo mais indicada para queijos macios ou semi-duros (BORTOLON, 2012).

Após a etapa de salga, o queijo é acondicionado em formas de tamanhos e modelos específicos, prensado e virado no mínimo uma vez, para garantir a completa expulsão do soro (MELLO; ARMACHUK, 2013).

O processo de maturação é um conjunto de reações lentas e delicadas que influenciam diretamente nas características finais do queijo. A mesma sucede em câmaras frigoríficas com controle de temperatura e umidade, geralmente em temperaturas entre 5°C e 10°C e umidade relativa do ar entre 84 e 90%. Essas condições garantem que as atividades microbiológicas e enzimáticas desejáveis ocorrem, bem como impedem o crescimento de microrganismos deteriorantes e patogênicos. Durante a maturação, ocorrem processos físicos, bioquímicos e microbiológicos, resultando na produção de várias substâncias que se acumulam contribuindo para o sabor e aroma (aldeídos, cetonas, ácidos graxos livres, peptídeos, entre outros) (MELLO; ARMACHUK, 2013).

Dentre as reações bioquímicas, destacam-se a proteólise, a lipólise e a glicólise, que degradam as proteínas, os lipídeos e os açúcares, respectivamente, as quais conferem características como sabor, aroma, consistência e coloração ao queijo, alterando também a textura. A lipólise, que hidrolisa a gordura a glicerol e ácidos graxos, influencia predominantemente no sabor e aroma finais do produto, assim como a glicólise que atua em conjunto com as bactérias lácticas, degradando os açúcares, principalmente a lactose, em ácido láctico, acidificando o meio, influenciando na textura e acidez do queijo. Ademais o processo de maturação estimula a competição entre os microrganismos considerados benéficos e os deteriorantes e patogênicos, melhorando a qualidade microbiológica e as características sensoriais dos queijos (ROBINSON; WILBEY, 2010).

O tempo de maturação varia de acordo com o tipo de queijo. No caso do colonial, é recomendado pela CIDASC um período de no mínimo 10 dias, se obtido a partir de leite pasteurizado, para posteriormente o produto ser embalado em sacos plásticos, selado à vácuo, rotulado e então comercializado (BRASIL, 2018).

Ao longo da maturação, as características físico-químicas modificam, a quantidade de componentes como proteínas, lipídeos, lactose e água vão oscilando. Silveira Júnior et al. (2012), caracterizaram queijos coloniais produzidos em diferentes épocas do ano e encontraram 18,58% de proteínas na primavera, 20,31% no verão, 20,64% no outono e 21,50% no inverno. O teor de lipídeos se manteve em torno de 25% nas estações quentes e reduziu para 23% nas estações frias. Os carboidratos totais oscilaram entre 0,57% na primavera, 1,18% no verão, 0,95% no outono e 0,93% no

inverno. Nesse caso, as variações provavelmente ocorreram devido a modificações na composição do leite, que acaba sendo alterada durante as épocas do ano, as quais apresentam, principalmente na região Sul, oscilações bruscas na temperatura e umidade relativa do ar.

Silva et al. (2016), encontraram valores semelhantes ao analisar queijos coloniais com e sem inspeção, comercializados no Sudoeste do Paraná. O conteúdo de proteínas variou entre 16,74% e 28,35%, o teor de lipídeos encontrado foi em média de 23,22% e os carboidratos totais foram maiores do que os determinados por Silveira Júnior et al. (2012), variando de 2,53% e 6,62%. Essas diferenças encontradas na composição físico-química se devem a uma série de fatores, entre eles as variações no processamento, na composição do leite, na umidade relativa do ar, entre outras.

Dickel et al. (2016), ao avaliarem o teor de lactose em queijos coloniais encontraram valores que variaram de 0,18 g/100g a 3,6 g/100g. O teor de lactose dos queijos reduz durante o processo de maturação, devido a hidrólise da lactose realizada pelas bactérias lácticas nas reações bioquímicas. Segundo Mattar e Mazo (2010), o teor de lactose pode variar de 5% até menos que 0,01%, de acordo com o tipo de queijo. Por exemplo, o queijo *cottage* apresenta em torno de 3,1% de lactose e o parmesão 0,9%.

Diante dessas variações no teor de lactose, os indivíduos que possuem algum grau de intolerância ao dissacarídeo, necessitam restringir o consumo de derivados lácteos no geral, causando impactos na sua alimentação. O aumento no índice de intolerantes evidencia a necessidade de produzir alimentos isentos ou reduzidos de lactose, a fim de atender esse público exclusivo (MATTANNA, 2011).

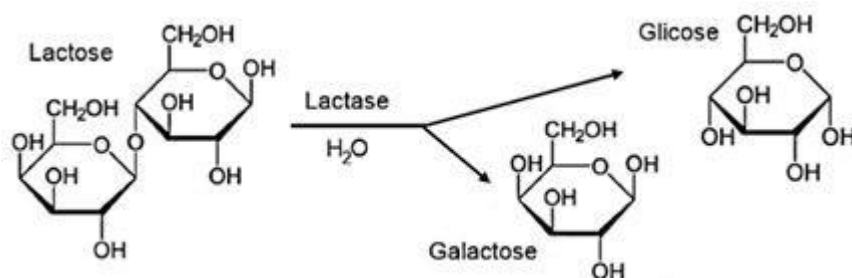
2.3 Lactose

A lactose é o principal carboidrato presente no leite, um dissacarídeo composto por D-glicose e D-galactose, unidos por uma ligação β -1,4-glicosídica. O leite de vaca contém em torno de 5% de lactose, sendo que 70% encontra-se na fração do soro. É sintetizada nas células alveolares da glândula mamária de mamíferos e se apresenta como uma importante fonte de energia para a dieta alimentar, uma vez que pode facilitar a absorção do cálcio no organismo (TREVISAN, 2008; PEREIRA, 2012).

Desempenha um importante papel na indústria alimentícia na produção de iogurtes e queijos, atuando como substrato para as bactérias lácticas que fermentam a lactose e produzem ácido láctico. Contudo não é utilizada em sua totalidade pelos microrganismos e pode ser encontrada em quantidades consideráveis em uma gama de derivados lácteos (MATTAR; MAZO, 2010; ORDOÑEZ, 2005).

Para que a lactose seja absorvida pelo organismo humano, ela deve ser hidrolisada pela β -galactosidase, uma enzima conhecida como lactase, presente no metabolismo de indivíduos saudáveis. Essa enzima é responsável pela quebra da ligação glicosídica da molécula de lactose, a nível de mucosa intestinal, resultando em galactose e glicose. Essa reação pode ser observada na figura 2 (ZANUZZO; FRIEDRICH, 2018).

Figura 2 - Representação da hidrólise da lactose.



Fonte: Zanuzzo e Friedrich (2018).

A redução do teor de lactose pode ser obtida de maneira química, enzimática ou física, pela filtração por membranas. A hidrólise química ocorre por meio do emprego de soluções de ácidos fortes, tais como sulfúrico e clorídrico, em condições extremas de temperatura e pH. É uma alternativa restrita e pouco utilizada na área alimentícia, uma vez que provoca alterações drásticas no sabor e coloração dos alimentos. Por outro lado, a hidrólise enzimática consiste em adicionar a enzima β -galactosidase ao leite cru ou pasteurizado, a fim de hidrolisar a lactose presente, sem alterar significativamente as propriedades nutricionais da matéria-prima. O processo de hidrólise enzimático é influenciado pela temperatura e pelo pH, bem como pela concentração da enzima empregada (SANTIAGO, 2002; MATTANNA, 2011).

De acordo com a Resolução RDC nº 53, de 07/10/2014, que disponibiliza a lista de enzimas permitidas para o uso em alimentos destinados ao consumo humano conforme sua origem, a lactase deve ser oriunda de microrganismos, provenientes dos

fungos *Kluyveromyces lactis*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus oryzae*, *Candida pseudotropicalis*, *Kluyveromyces fragilis*, *Kluyveromyces marxianus* e *Saccharomyces sp*, os quais são reconhecidos como seguros (BRASIL, 2014).

O processo de hidrólise da lactose no leite provoca algumas modificações na matéria-prima, tais como no índice crioscópico, no sabor, no odor e na coloração. O índice crioscópico se refere ao ponto de congelamento do leite e está diretamente ligado a quantidade de sólidos solúveis presentes. A hidrólise da lactose provoca um aumento na concentração de açúcares redutores e consequentemente de sólidos solúveis, reduzindo o índice crioscópico em mais de 50%. Dessa forma, a utilização da crioscopia se faz uma maneira indireta de verificar a ocorrência da hidrólise, que pode ter seu grau estimado através da Equação 1 (PAIVA et al., 2018; TREVISAN, 2008). Contudo, a metodologia oficial para detecção da lactose em produtos reduzidos ou isentos de lactose é a Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE, em inglês: *High performance liquid chromatography*, HPLC), uma técnica e precisa que permite quantificar pequenas quantidades presentes no alimento (BRASIL, 2017b).

Equação 1.

$$\% \text{ de Hidrólise alcançada} = 350,877 \times (\text{Crioscopia final}) - \frac{(\text{Crioscopia inicial})}{0,00285}$$

Fonte: Trevisan (2008).

O emprego de leite hidrolisado como matéria-prima para elaboração de produtos lácteos, pode causar modificações nos derivados, com destaque para os queijos que sofrem variadas reações bioquímicas durante a etapa de maturação. As alterações alusivas a sabor e odor estão relacionadas à atividade proteolítica, uma vez que o leite hidrolisado apresenta um aumento na proteólise. Outrossim, o leite hidrolisado favorece a reação de Maillard, uma vez que os produtos da hidrólise (glicose e galactose), são açúcares redutores que juntamente com substâncias nitrogenadas em altas temperaturas provocam escurecimento. A textura também pode ser influenciada pela proteólise e pela glicólise, que ocorrem na etapa de maturação. Além disso, o gosto pode apresentar-se mais doce, uma vez que a glicose possui poder edulcorante superior à lactose (PAIVA et al., 2018).

Back (2011) estudou as influências da redução do teor de lactose por adição da enzima β -galactosidase em queijo minas frescal, e percebeu que as características físico-químicas como umidade e gordura no extrato seco total demonstraram-se em conformidade com a legislação vigente para queijos. A redução da lactose teve influência sobre a acidez e o pH, dado que esse carboidrato é utilizado pelas bactérias lácticas, sendo o ácido lático o principal produto deste metabolismo. Ademais, o aumento da acidez e da doçura pelo aumento da concentração de glicose, foram representativos, sendo que os avaliadores identificaram na análise sensorial. A textura não foi influenciada pela redução no teor de lactose no queijo.

2.4 Intolerantes à lactose

A intolerância à lactose caracteriza-se por uma má absorção do carboidrato no organismo ou uma deficiência na produção de enzima β -galactosidase. Difere-se da alergia, que está ligada a proteína do leite e envolve manifestações imunológicas desencadeando mecanismos de defesa contra antígenos (PEREIRA, 2012).

A intolerância à lactose é considerada uma patologia resultante da hipolactasia, que representa uma redução da atividade enzimática na mucosa do intestino delgado, denominada recentemente de lactase não persistente. No organismo humano, pode ser classificada de 3 formas: congênita, primária e secundária (PEREIRA, 2012).

A intolerância congênita é genética, autossômica recessiva e extremamente rara, manifestando-se em recém nascidos. Os sintomas variam entre vômito, distensão abdominal, diarreia líquida e odor ácido, podendo levar ao óbito se não diagnosticado antecipadamente (MATTAR; MAZO, 2010; PEREIRA et al, 2012).

Segundo Pereira et al (2012), a intolerância primária é a mais comum entre jovens e adultos, considerada uma ação geneticamente programada do organismo após o desmame sendo classificada como irreversível. Contudo, a intolerância pode ser secundária, isto é, derivar de doenças intestinais que danificam a borda em escova da mucosa do intestino delgado ou que aumentem consideravelmente o tempo de trânsito intestinal endógeno. A intolerância à lactose secundária geralmente ocorre em jovens e adultos e é transitória e reversível.

Estima-se que mais da metade da população mundial apresenta algum grau de intolerância a lactose em determinado momento da vida, sendo que no Brasil, até 44% da população possui essa disfunção do organismo (PEREIRA; FURLAN, 2004). Pereira e Furlan (2004) avaliaram 1088 indivíduos de Joinville, em Santa Catarina entre 2001 e 2002 quanto à lactase não persistente, e concluíram que crianças (entre 0 e 10 anos) apresentam maiores índices, até 23,71% do total de avaliados. Este fato pode ser associado com o consumo mais intenso de leite e derivados durante esta fase. A hipolactasia, segundo alguns estudos apresenta relação com a etnia, sendo mais comum entre árabes e chineses, chegando até 80% da população (PEREIRA; FURLAN, 2004).

Independente do grau de intolerância, essa disfunção não possui tratamento e a alternativa para intolerantes, mesmo que temporariamente, é a retirada de produtos que contenham lactose da dieta. A hidrólise da lactose é um processo promissor na indústria de alimentos, visto que possibilita o desenvolvimento de novos produtos isentos ou reduzidos de lactose, atendendo a demanda dos consumidores intolerantes (MATTANNA, 2011).

A Resolução RDC N° 135, de 08 de fevereiro de 2017, que dispõe sobre os alimentos para dietas com restrição a lactose, classifica-os em produtos com baixo teor de lactose ou isentos de lactose. Para ser considerado com baixo teor de lactose, o produto precisa possuir um teor de lactose entre 100mg/100g e 1000mg/100g. Por outro lado, os derivados isentos de lactose, devem conter quantidades iguais ou inferiores 100mg/100g. Ademais, no rótulo do produto deve conter a classificação declarada próximo à denominação de venda (BRASIL, 2017c).

A Resolução RDC N° 136, de 08 de fevereiro de 2017, que estabelece os requisitos para declaração obrigatória da presença de lactose nos rótulos dos alimentos, prevê a indispensabilidade de declaração no rótulo dos alimentos que contenham lactose em quantidade maior ou igual a 25 mg/100g, considerando o produto pronto para o consumo. Além disso, deve conter os dizeres “Contém lactose” imediatamente após ou abaixo da lista de ingredientes, com caracteres legíveis em caixa alta, negrito, cor contrastando com o fundo do rótulo e altura mínima de 2 mm e nunca inferior à altura de letra utilizada na lista de ingredientes (BRASIL, 2017d).

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Desenvolver um queijo tipo colonial isento de lactose em escala industrial, e avaliar a influência da hidrólise da lactose no processamento e nas características físicas, químicas e sensoriais.

3.2 Objetivos Específicos

Realizar a etapa de hidrólise no leite e produzir um queijo isento de lactose (QH) e uma formulação controle (QC).

Determinar a lactose nas amostras de leite utilizado para fabricação dos queijos.

Avaliar as características físicas e químicas (umidade, atividade de água, acidez titulável, pH e textura) das formulações do queijo controle e do queijo isento de lactose nos dias 1, 3, 6 e 10 de maturação à 5 ± 1 °C.

Avaliar as características físicas e químicas (umidade, atividade de água, acidez titulável, pH, textura e cor) das formulações do queijo controle e do queijo isento de lactose nos dias 1, 15 e 30 de armazenamento à 4 ± 1 °C.

Determinar o teor de lipídeos após a maturação dos queijos de ambas as formulações.

Investigar se existe diferença sensorial entre o queijo colonial isento de lactose e o queijo controle, por meio de teste triangular.

Avaliar a aceitabilidade sensorial do queijo isento de lactose quanto aos parâmetros de aceitação global, aparência, sabor e textura.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Materiais

Foi empregado leite proveniente da propriedade rural situada no interior do município de Guaraciaba/SC, composta por um rebanho misto de vacas da raça Jersey e Holandesa, com predominância de vacas Jersey.

O leite cru obtido na propriedade foi analisado em Analisador de Leite Master Complete (Akso®, SP, BR) nos meses de março a setembro de 2019 quanto aos teores de gordura, proteína e lactose e apresentou composição média de $4,42 \pm 0,5\%$ de gordura, $3,20 \pm 0,5\%$ de proteína e $4,65 \pm 0,5\%$ de lactose. O objetivo foi conhecer a matéria-prima utilizada e possibilitou a comparação do leite que foi empregado para elaboração do queijo.

Para coagulação do leite e produção dos queijos, foi empregada a enzima quimosina de origem microbiana, produzida pelo fungo *Aspergillus niger* var. awamori (HA-la®, Chr. Hansen®, SP, BR), na forma líquida com poder coagulante de 1:3000, utilizada segundo a recomendação do fabricante, 9 mL para cada 10 L de leite.

Para a hidrólise da lactose foi aplicada a enzima β -galactosidase na concentração de 0,15% (PINTO et al., 2019), obtida através da fermentação de uma cepa selecionada e específica da levedura *Kluyveromyces lactis* (Prozyn®, SP, BR). A enzima apresenta-se na forma líquida com coloração que pode variar de incolor a amarelo claro, possui pH ótimo entre 6,4 e 6,8 e temperatura ótima entre 37 °C e 42 °C. Durante a execução do estudo, a enzima foi armazenada sob refrigeração (4 °C), preparada e aplicada conforme recomendações do fabricante.

4.2 Processamento do queijo colonial

Os queijos foram produzidos na agroindústria familiar Laticínio Balbinot, localizada no município de Guaraciaba/SC. Foram produzidas duas formulações de queijo colonial, um controle (QC), produzido a partir de leite com lactose, e o outro elaborado a partir de leite hidrolisado (QH) com a enzima β -galactosidase.

Para a produção do QH, o leite foi enviado para a indústria, pasteurizado (64 ± 1 °C por 30 min) em tanque de camisa-dupla e resfriado à 36 ± 1 °C para posterior adição da enzima na concentração de 0,15%. Após 1:15 h de hidrólise, o leite atingiu a temperatura de 32 ± 1 °C, momento em que adicionou-se o coagulante e o leite permaneceu em repouso por 45 min, a fim de promover a coagulação. O coagulante foi adicionado nesse momento a fim de otimizar o tempo de produção, uma vez que segundo recomendações do fabricante, a adição do coagulante não interfere na atividade da enzima β -galactosidase no leite. Após a formação do coágulo, realizou-se o corte da coalhada em grânulos pequenos, de forma manual com o auxílio de uma lira. Posteriormente foi realizada a etapa de agitação e aquecimento da massa até atingir 36 ± 1 °C, seguido de repouso até ocorrer a decantação da massa e separação do soro. Em seguida, efetuou-se a etapa de dessoragem, a fim de eliminar o soro de leite do tanque de produção. Na sequência adicionou-se cloreto de sódio na concentração de 0,55% através de salga na massa. Após a salga, a massa foi acondicionada em formas de 500 g e devidamente prensada em prensa mecânica de aço inoxidável (Sotronic®, RS, BR). Durante esta etapa, o queijo foi virado por 2 vezes e mantido sob refrigeração (5 ± 1 °C) por 24 horas. Após prensagem, o queijo foi desenformado e enviado para a câmara de maturação, na qual foi disposto em estantes de aço inoxidável, sendo virado uma vez ao dia. A maturação ocorreu à 5 ± 1 °C por 10 dias com umidade relativa entre 90 ± 1 a 97 ± 1 %. Ao final da maturação, o queijo foi embalado em sacos plásticos sob vácuo e armazenado em temperatura de refrigeração controlada (4 ± 1 °C) por um período de 30 dias.

A formulação QC foi elaborada nas mesmas condições, com exceção da etapa de hidrólise da lactose no leite, sendo empregado leite com lactose na produção dos queijos.

4.3 Determinação da lactose

A determinação da lactose nas amostras de leite pasteurizado antes e após a hidrólise da lactose foi realizada no Laboratório de Produtos de Origem Animal (LANAGRO/RS) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. A concentração da lactose foi determinada utilizando um cromatógrafo de íons com

detector amperométrico (Methrom 881 Compact IC Pro) empregando metodologia desenvolvida pelo LANAGRO/RS/MAPA, com adaptação ao método proposto pelo Metrohm.

4.4 Rendimento do queijo

O rendimento de cada queijo foi estimado em litros de leite necessários para a elaboração de um quilograma de queijo (L/kg). Neste caso, dividiu-se o volume de leite empregado pela soma da massa dos queijos obtidos (ROSSI, 1998).

4.5 Avaliação das características físicas e químicas do queijo colonial durante a maturação

A fim de verificar o efeito da hidrólise nas características físicas e químicas dos queijos coloniais durante a etapa de maturação, avaliou-se a umidade, atividade de água, acidez titulável, pH e os parâmetros de textura, nos dias 1, 3, 6 e 10. As análises foram realizadas nos laboratórios do Instituto Federal de Santa Catarina, campus São Miguel do Oeste e tomou-se como amostra sempre uma peça de queijo inteira de aproximadamente 500 g.

4.5.1 Preparo de amostra

Para preparar a amostra foi removida a casca dos queijos com o auxílio de uma faca. Em seguida foi tomado porções de diferentes pontos de uma peça inteira de 500 g de queijo, triturado em Mixer (Oster®, SP, BR) e macerado com gral e pistilo em partículas menores e semelhantes.

4.5.2 Umidade e atividade de água

A umidade foi determinada pelo método gravimétrico de secagem em estufa a 105 ± 1 °C, utilizou-se 4 g de amostra de queijo que foram adicionadas em cadinhos de porcelana devidamente secos e tarados. Os cadinhos foram dispostos em estufa e submetidos à temperatura de 105 ± 1 °C até obter massa constante (BRASIL, 2006). A determinação foi realizada em triplicata.

A atividade de água foi determinada em analisador de atividade de água (à 25 ± 1 °C) Labmaster Neo-aw (Tecnal®, SP, BR), em triplicata e conforme recomendações do fabricante do equipamento.

4.5.3 Acidez titulável e pH

A determinação da acidez titulável foi realizada por titulação com solução de hidróxido de sódio (NaOH) na concentração de 0,05 mol/L e indicador fenolftaleína 1%. Foram utilizadas 10 g de amostra, diluída em água aquecida e os resultados foram expressos em g de ácido láctico/100g. A determinação foi realizada em triplicata, seguindo metodologia oficial (BRASIL, 2006).

O pH foi determinado em potenciômetro de bancada (Instrutherm, SP, BR), em triplicata, utilizando a amostra preparada para determinação da acidez titulável, seguindo as especificações do equipamento (IAL, 2008).

4.5.4 Análise instrumental de textura

A análise de textura foi realizada em texturômetro TA XT-plus (Stable Micro Systems, SP, BR), equipado com uma célula carga de 50 Kg. Foram utilizadas amostras cilíndricas, com 20 mm de diâmetro e 20 mm altura, retiradas do centro e das extremidades da peça de queijo de forma aleatória, com o auxílio de um cilindro produzido especialmente para essa finalidade, armazenadas em temperatura de refrigeração (4 ± 1 °C). Realizou-se um teste de dupla compressão (TPA) utilizando

uma sonda cilíndrica de 40 mm, com velocidade de 1 mm/s, com compressão de 40% e intervalos de 5 s. O pré-teste foi realizado com velocidade de 2 mm/s e ocorreram 8 repetições para cada amostra. Dessa forma, determinou-se os parâmetros de dureza, adesividade, coesividade, elasticidade e mastigabilidade (STEIBACH, 2017 adaptado)

4.6 Determinação do teor de lipídeos

A determinação do teor de lipídeos foi realizada após a maturação dos queijos pelo método de Soxhlet, utilizou-se 5 g de amostra em papel filtro desengordurado e amarrou-se com fio de lã previamente desengordurado, adicionou-se éter de petróleo em quantidade suficiente para cobrir a amostra e a extração se deu em extrator de Soxhlet à 105 °C por 8 horas. Em seguida destilou-se o éter, resfriou-se a amostra em dessecador e pesou-se até obter peso constante (IAL, 2008).

4.7 Avaliação das características físicas e químicas do queijo colonial durante o armazenamento

O armazenamento corresponde ao período após a maturação, no qual os queijos foram embalados a vácuo e permaneceram sob refrigeração (4 ± 1 °C) durante 30 dias. Nesse período, os queijos foram avaliados quanto ao teor de umidade, atividade de água, acidez titulável, pH e parâmetros de textura, nos dias 1, 15 e 30, conforme descrito nos itens 4.5.1; 4.5.2, 4.5.3.

4.8 Análise de cor

A determinação da cor foi realizada em colorímetro Delta Vista (Delta Color, SP, BR), durante o armazenamento, nos dias 1, 15 e 30 na superfície das amostras, em triplicata. Foram medidas as coordenadas L^* , a^* e b^* , na qual L^* representa a luminosidade numa escala de 0 (preto) a 100 (branco); a^* , representa a variação da

coloração de (-a) a vermelho (+a); e b* representa a variação da de azul (-b) a amarelo (+b) (VIEIRA, 2013).

4.9 Análise sensorial

Antes da realização da análise sensorial o projeto foi submetido à aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos. Os testes foram aplicados em condições ideais no laboratório de análise sensorial do Instituto Federal de Santa Catarina, campus São Miguel do Oeste, após 10 dias de maturação dos queijos. As amostras foram servidas à 5 ± 1 °C, em bandejas plásticas, devidamente identificadas com códigos de três dígitos aleatórios e em cubos de 2,5 cm de largura por 2,5 cm de comprimento. Ambos os testes foram aplicados com 103 avaliadores não treinados que manifestaram interesse em participar da pesquisa e que declararam não possuir intolerância à lactose.

Primeiramente, foi aplicado teste triangular, com o intuito de verificar se os avaliadores seriam capazes de perceber diferenças entre a amostra de queijo colonial isento de lactose e a amostra de queijo colonial tradicional, com nível de sensibilidade $\alpha=0,20$, $\beta=0,05$ e Pd (proporção máxima permitida de discriminadores)= 30%, que corresponde a no mínimo 39 analistas. Os avaliadores receberam um conjunto de 3 amostras e foram informados que 2 amostras eram iguais e 1 diferente, sendo indicado que indicassem qual era a amostra diferente (ABNT, 2013).

A aceitabilidade do queijo isento de lactose foi avaliada utilizando uma escala hedônica de 9 pontos, ancorada nos pontos 1 (desgostei extremamente) e 9 (gostei extremamente) para para aceitação global, aparência, sabor e textura (ABNT, 1998).

4.10 Análise estatística

Para a caracterização físico-química e textura foi aplicada a Análise de Variância (ANOVA) e teste t de Student, com um nível de significância de 5%, utilizando software Statistica 7.

Na análise sensorial, os dados obtidos no teste triangular foram analisados em tabela específica com base no número de respostas corretas obtidas no teste e no nível de sensibilidade pré-estabelecido ($\alpha=0,20$). Para a valiação da aceitabilidade foram analisados através de Análise de Variância (ANOVA), com nível de significância de 5%.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Determinação do teor de lactose

A amostra de leite hidrolisado apresentou limites não detectados de lactose (<0,05g/100mL), enquanto que a amostra de leite não hidrolisada apresentou teor de lactose de 4,2g/100mL, confirmando assim a efetividade da hidrólise da lactose no leite empregado no processamento do queijo.

Em vista disso, segundo a RDC nº135, de 08 de fevereiro de 2017, é possível classificar o queijo colonial desenvolvido como isento de lactose, uma vez que o leite apresentou teor de lactose menor que 0,1g/100mL (BRASIL, 2017c).

5.2 Rendimento dos queijos

O queijo com lactose (QC) apresentou um rendimento de fabricação de 7,63 L/kg de queijo, e o queijo sem lactose (QH) apresentou um rendimento de 7,89 L/kg de queijo. O rendimento de ambas as formulações foram semelhantes, indicando que a hidrólise da lactose no leite para a fabricação do queijo colonial teve pouca influência no rendimento. Um estudo realizado por Gracioli et al. (2013), avaliou o rendimento de queijo colonial no Rio Grande do Sul, encontrando um valor igual 8,90 L/kg de queijo, rendimento semelhante ao encontrado nesse estudo.

5.2 Avaliação das características físicas e químicas dos queijos durante a maturação

Os resultados da análise de umidade e atividade de água do queijo colonial com lactose, e do queijo colonial obtido a partir de leite hidrolisado durante a maturação estão apresentados na tabela 2.

Tabela 2 – Umidade e atividade de água dos queijos coloniais com e sem lactose durante o período de maturação (10 dias à 5°C).

| Parâmetro | Amostra | Tempo (dias) | | | |
|-------------------|---------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| | | 01 | 03 | 06 | 10 |
| Umidade | QC | 49,83 ± 0,13 ^{aA} | 50,75 ± 0,08 ^{aA} | 49,46 ± 0,11 ^{aA} | 51,91 ± 0,18 ^{aA} |
| | QH | 46,17 ± 0,06 ^{bB} | 47,22 ± 0,09 ^{bB} | 47,71 ± 0,08 ^{bB} | 49,30 ± 0,61 ^{bA} |
| Atividade de água | QC | 0,963 ± 0,001 ^{aB} | 0,964 ± 0,002 ^{bB} | 0,967 ± 0,000 ^{bA} | 0,964 ± 0,002 ^{bB} |
| | QH | 0,964 ± 0,001 ^{aC} | 0,967 ± 0,001 ^{aA} | 0,964 ± 0,001 ^{aAB} | 0,966 ± 0,001 ^{aB} |

Resultados expressos como média ± desvio padrão. ^{a-d} Letras minúsculas diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa ($p < 0,05$) entre as amostras no mesmo período de maturação. ^{A-D} Letras maiúsculas diferentes na mesma linha indicam diferença significativa ($p < 0,05$) entre os períodos de maturação para a mesma amostra. *QC: queijo colonial com lactose; QH: queijo colonial com leite hidrolisado, sem lactose. Umidade expressa em %.

O teor de umidade de um alimento possui relação com a qualidade e composição centesimal do produto, uma vez que quanto menor a umidade, maior a concentração dos componentes. As variações no teor de umidade dos queijos são influenciadas pelas condições do processamento, como tamanho dos grânulos obtidos no corte da coalhada, quantidade e tipo de salga, pressão exercida durante a prensagem e o tempo e condições de maturação do produto (JÚNIOR et al., 2012).

Os queijos coloniais com e sem lactose analisados durante os 10 dias de maturação, podem ser classificados como queijos de alta umidade, visto que apresentaram um teor de umidade entre 46,0 e 54,9% de umidade (BRASIL, 1996). Um comportamento semelhante foi observado por Júnior et al. (2012), ao analisar queijos coloniais durante várias estações do ano, classificando seus queijos igualmente em queijos de alta umidade, encontrando valores de 47,02 a 55,01%.

O queijo colonial com lactose apresentou um teor maior de umidade que o queijo sem lactose ($p < 0,05$), durante todo o período de maturação. Isso ocorreu provavelmente porque a lactose deve auxiliar na retenção da umidade, uma vez que as hidroxilas presentes na molécula de lactose possuem afinidade com a água, retendo-a e mantendo a umidade do queijo maior. Além disso, de maneira geral, não foram verificadas perdas de umidade ao longo da maturação no queijo com lactose. O queijo isento de lactose apresentou um aumento no teor de umidade no dia 10 de maturação, provavelmente porque a umidade da câmara frigorífica apresentou um aumento na umidade neste dia.

A quantidade de atividade de água, assim como o teor de umidade, tendem a reduzir ao longo da maturação, uma vez que estão relacionadas à perda de água do alimento. Entretanto esse comportamento não foi observado nas amostras de queijo com e sem lactose analisadas. Ambas as amostras apresentaram atividades de água superiores a 0,960, condições ideais para o crescimento microbiano, sem apresentar perda na umidade e redução na atividade de água. Esse comportamento pode estar relacionado ao curto período de maturação e pela umidade relativa da câmara de maturação, que permaneceu entre 90 ± 1 a 97 ± 1 % ao longo dos 10 dias.

Pereira (2014) avaliou a atividade de água de queijos coloniais produzidos a partir de leite cru durante a maturação e verificou um comportamento semelhante até o dia 4 de maturação. No entanto, após o dia 6 de armazenamento, foi observada uma redução da atividade de água atingindo valores inferiores a 0,900.

A acidez titulável e o pH também foram avaliados durante o período de maturação dos queijos coloniais com e sem lactose e o seus resultados podem ser observados na tabela 3.

Tabela 3 – Acidez titulável e pH dos queijos coloniais com e sem lactose durante o período de maturação (10 dias à 5°C).

| Parâmetro | Amostra | Tempo (dias) | | | |
|-----------|---------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| | | 01 | 03 | 06 | 10 |
| Acidez | QC | $0,31 \pm 0,66^{aA}$ | $0,27 \pm 0,49^{aB}$ | $0,21 \pm 0,10^{aB}$ | $0,21 \pm 0,52^{aB}$ |
| | QH | $0,30 \pm 0,29^{aA}$ | $0,23 \pm 0,29^{aB}$ | $0,22 \pm 0,23^{aB}$ | $0,22 \pm 0,40^{aB}$ |
| pH | QC | $7,27 \pm 0,02^{aA}$ | $6,89 \pm 0,02^{aB}$ | $6,97 \pm 0,07^{aB}$ | $6,89 \pm 0,04^{aB}$ |
| | QH | $7,26 \pm 0,02^{aA}$ | $6,93 \pm 0,03^{aB}$ | $6,97 \pm 0,01^{aB}$ | $6,87 \pm 0,03^{aB}$ |

Resultados expressos como média \pm desvio padrão. ^{a-d} Letras minúsculas diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa ($p < 0,05$) entre as amostras no mesmo período de maturação. ^{A-D} Letras maiúsculas diferentes na mesma linha indicam diferença significativa ($p < 0,05$) entre os períodos de maturação para a mesma amostra. *QC: queijo colonial com lactose; QH: queijo colonial com leite hidrolisado, sem lactose. Acidez expressa em g de ácido láctico/100g de amostra.

A medida da acidez titulável em produtos lácteos determina a quantidade de ácido láctico presente no produto e possui relação com a disponibilidade da lactose e dos demais carboidratos. Uma vez que naturalmente durante a maturação ocorrem diversos

processos bioquímicos, convertendo os carboidratos do alimento em ácido lático, aumentando a acidez e reduzindo o pH do meio (SILVA, 2008).

Os queijos com e sem lactose apresentam valores semelhantes ($p > 0,05$) de acidez titulável durante todo o período de maturação. Ambas as formulações apresentaram redução na acidez nos primeiros dias de maturação, seguidas de estabilidade, comportamento semelhante encontrado por Mello e Armachuk (2013), ao analisarem queijos coloniais produzidos a partir de leite cru em uma pequena queijaria do município de Francisco Beltrão/PR, encontrando valores de pH entre 5,32 e 5,48 para queijos coloniais de leite cru, enquanto que Júnior et al. (2012) encontraram valores de 4,30 a 5,18 para queijos coloniais produzidos em diversas estações do ano.

Quando comparado com outros estudos, a acidez encontrada foi menor, podendo estar relacionada com fato de ser utilizado leite pasteurizado na produção dos queijos sem ser empregado culturas lácteas. Esses fatores também podem explicar os altos valores de pH encontrados, indicando que ocorreu uma pequena conversão dos açúcares em ácido lático em ambas as formulações e que ao longo da maturação ocorreu uma degradação do ácido lático.

Ao longo da maturação, foi observado uma redução do pH ($p < 0,05$) dos queijos coloniais com e sem lactose. Entretanto a hidrólise da lactose do leite para fabricação do queijo sem lactose não influenciou no pH dos queijos, uma vez que não foram observadas diferenças significativas ($p < 0,05$) entre as amostras durante a maturação.

Durante o período de maturação também foram avaliados os parâmetros de textura instrumental dos queijos com e sem lactose, sendo os valores mostrados na tabela 4. Foram verificadas pequenas diferenças ($p < 0,05$) nos parâmetros de textura analisados durante os 10 dias de maturação, inferindo que a hidrólise da lactose do leite para produção de queijo colonial praticamente não provocou alterações significativas na textura dos queijos. O queijo com lactose apresentou dureza, definida como a força necessária para produzir determinada deformação no alimento e mastigabilidade, que é a energia requerida para mastigar um alimento sólido até a deglutição, ligeiramente maiores ($p < 0,05$) que o queijo sem lactose nos últimos dias de maturação (FRIEDMAN et al., 1963).

Esperava-se que o processo de hidrólise na lactose do leite para a produção de queijo influenciasse nos parâmetros de textura, uma vez que a hidrólise pode causar modificações físicas no produto, entretanto essa diferença não foi percebida durante a avaliação da textura instrumental, comportamento semelhante encontrado por Back (2011) ao avaliar queijo minas frescal com teor reduzido de lactose.

Tabela 4 – Resultados da análise de textura envolvendo os parâmetros de dureza, adesividade, elasticidade, coesividade e mastigabilidade durante a etapa de maturação.

| Parâmetro | Amostra | Tempo (dias) | | | |
|---------------------|---------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| | | 01 | 03 | 06 | 10 |
| Dureza (g) | QC | 3595,62 ± 242,31 ^{ab} | 3896,71 ± 236,99 ^{ab} | 4716,78 ± 428,60 ^{aA} | 3878,94 ± 311,25 ^{ab} |
| | QH | 3490,86 ± 267,07 ^{ab} | 3740,82 ± 299,97 ^{ab} | 4273,32 ± 356,90 ^{bA} | 3426,04 ± 189,31 ^{bb} |
| Adesividade (g.s) | QC | -12,73 ± 1,39 ^{aA} | -38,44 ± 4,20 ^{aA} | -19,021 ± 1,63 ^{aA} | -9,36 ± 1,07 ^{aA} |
| | QH | -26,84 ± 2,66 ^{aA} | -22,68 ± 2,31 ^{aA} | -20,32 ± 1,88 ^{aA} | -20,85 ± 2,17 ^{aA} |
| Elasticidade | QC | 0,90 ± 0,05 ^{aA} | 0,90 ± 0,01 ^{aA} | 0,91 ± 0,05 ^{aA} | 0,89 ± 0,07 ^{ab} |
| | QH | 0,90 ± 0,06 ^{aA} | 0,89 ± 0,02 ^{ab} | 0,91 ± 0,08 ^{aA} | 0,90 ± 0,02 ^{aA} |
| Coesividade | QC | 0,76 ± 0,02 ^{aA} | 0,77 ± 0,02 ^{bA} | 0,77 ± 0,05 ^{aA} | 0,77 ± 0,08 ^{bA} |
| | QH | 0,77 ± 0,03 ^{aA} | 0,79 ± 0,02 ^{aA} | 0,78 ± 0,02 ^{aA} | 0,80 ± 0,01 ^{aA} |
| Mastigabilidade (g) | QC | 2443,31 ± 173,51 ^{ab} | 2694,05 ± 202,22 ^{ab} | 3307,61 ± 312,31 ^{aA} | 2686,62 ± 220,39 ^{ab} |
| | QH | 2424,50 ± 226,41 ^{ab} | 2652,77 ± 249,38 ^{ab} | 3049,35 ± 301,32 ^{aA} | 2462,35 ± 144,19 ^{bb} |

Resultados expressos como média ± desvio padrão. ^{a-d} Letras minúsculas diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa (p<0,05) entre as amostras no mesmo período de maturação. ^{A-D} Letras maiúsculas diferentes na mesma linha indicam diferença significativa (p<0,05) entre os períodos de maturação para a mesma amostra. *QC: queijo colonial com lactose; QH: queijo colonial com leite hidrolisado, sem lactose.

5.1 Determinação do teor de lipídeos

O teor de lipídeos dos queijos com e sem lactose, determinados após 10 dias de maturação, apresentaram valores de 35,09% para o queijo com lactose, e de 26,61% para o queijo sem lactose.

Segundo a legislação, ambos os queijos, com e sem lactose, podem ser classificados como semigordos, uma vez que o teor de lipídeos das amostras está compreendido entre 25,0 e 44,9% (BRASIL, 1996).

5.2 Avaliação das características físicas e químicas dos queijos durante o armazenamento

O teor de umidade e a atividade de água dos queijos coloniais com e sem lactose durante o armazenamento, podem ser observados na tabela 5.

Tabela 5 – Umidade e atividade de água dos queijos coloniais com e sem lactose durante o período de armazenamento.

| Parâmetro | Amostra | Tempo (dias) | | |
|-------------------|---------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| | | 01 | 15 | 30 |
| Umidade | QC | 51,91 ± 0,18 ^{aA} | 53,58 ± 0,14 ^{aA} | 53,38 ± 0,12 ^{aA} |
| | QH | 49,30 ± 0,61 ^{bA} | 50,76 ± 0,29 ^{bA} | 49,60 ± 0,06 ^{bA} |
| Atividade de água | QC | 0,964 ± 0,001 ^{bB} | 0,967 ± 0,001 ^{aA} | 0,961 ± 0,001 ^{aB} |
| | QH | 0,966 ± 0,001 ^{aA} | 0,967 ± 0,001 ^{aA} | 0,961 ± 0,001 ^{aB} |

Resultados expressos como média ± desvio padrão. ^{a-b} Letras minúsculas diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa ($p < 0,05$) entre as amostras no mesmo período de armazenamento. ^{A-D} Letras maiúsculas diferentes na mesma linha indicam diferença significativa ($p < 0,05$) entre os períodos de armazenamento para a mesma amostra. *QC: queijo colonial com lactose; QH: queijo colonial com leite hidrolisado, sem lactose. Umidade expressa em %.

Os queijos coloniais com e sem lactose, podem ser classificados como queijos de alta umidade, uma vez que apresentaram teores de umidade entre 46,0 e 54,9% durante o período de armazenamento (BRASIL, 1996).

O queijo com lactose apresentou teores de umidade ligeiramente maiores que o queijo sem lactose durante o armazenamento, comportamento observado também durante a maturação. No armazenamento, a umidade se manteve constante, para ambas as formulações, comportamento esperado, uma vez que embalado e selado sob vácuo, o queijo não realiza mais trocas com a câmara frigorífica. A atividade de água manteve-se acima de 0,960 em ambas as amostras de queijo e durante todo o armazenamento, apontado estabilidade em atividade de água alta, independente do processo de hidrólise da lactose no leite.

Ao determinar a acidez titulável e o pH dos queijos com e sem lactose (Tabela 6), constatou-se que ambas as formulações não apresentaram variação no teor de acidez durante o armazenamento e que o pH sofreu uma redução ($p < 0,05$) após o dia 30 de maturação. Entretanto, o processo de hidrólise da lactose não influenciou significativamente a acidez e o pH dos queijos coloniais.

Tabela 6 - Características físico-químicas de pH e acidez titulável dos queijos coloniais com e sem lactose durante o armazenamento.

| Parâmetro | Amostra | Tempo (dias) | | |
|-----------|---------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| | | 01 | 15 | 30 |
| Acidez | QC | 0,21 ± 0,52 ^{ab} | 0,22 ± 0,50 ^{ab} | 0,27 ± 0,01 ^{aA} |
| | QH | 0,22 ± 0,40 ^{aA} | 0,29 ± 0,23 ^{bA} | 0,31 ± 0,01 ^{aA} |
| pH | QC | 6,89 ± 0,04 ^{aA} | 6,91 ± 0,02 ^{aA} | 6,72 ± 0,02 ^{ab} |
| | QH | 6,87 ± 0,03 ^{aA} | 6,93 ± 0,03 ^{aA} | 6,70 ± 0,01 ^{ab} |

Resultados expressos como média ± desvio padrão. ^{a-d} Letras minúsculas diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa ($p < 0,05$) entre as amostras no mesmo período de armazenamento. ^{A-D} Letras maiúsculas diferentes na mesma linha indicam diferença significativa ($p < 0,05$) entre os períodos de armazenamento para a mesma amostra. *QC: queijo colonial com lactose; QH: queijo colonial com leite hidrolisado, sem lactose. Acidez expressa em g de ácido láctico/100g de amostra.

A tabela 7 apresenta os resultados dos parâmetros de textura dos queijos com e sem lactose durante o armazenamento.

Tabela 7 - Resultados da análise de textura envolvendo os parâmetros de dureza, adesividade, elasticidade, coesividade e mastigabilidade durante a etapa de armazenamento.

| Parâmetro | Amostra | Tempo (dias) | | |
|---------------------|---------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| | | 01 | 15 | 30 |
| Dureza (g) | QC | 3878,94 ± 311,25 ^{aB} | 2775,95 ± 317,86 ^{aB} | 5168,08 ± 375,79 ^{aA} |
| | QH | 3426,04 ± 189,31 ^{bB} | 3691,72 ± 235,76 ^{aB} | 5143,55 ± 653,85 ^{aA} |
| Adesividade (g.s) | QC | -9,36 ± 0,77 ^{aA} | -43,92 ± 0,21 ^{aB} | -18,10 ± 0,21 ^{aA} |
| | QH | -20,85 ± 0,21 ^B | -20,81 ± 0,21 ^{aB} | -14,25 ± 0,12 ^{aA} |
| Elasticidade | QC | 0,89 ± 0,07 ^{aA} | 0,90 ± 0,02 ^{aA} | 0,89 ± 0,01 ^{bA} |
| | QH | 0,90 ± 0,02 ^{aA} | 0,90 ± 0,01 ^{aA} | 0,91 ± 0,01 ^{aA} |
| Coesividade | QC | 0,77 ± 0,08 ^{bA} | 0,77 ± 0,01 ^{bA} | 0,75 ± 0,02 ^{aB} |
| | QH | 0,80 ± 0,01 ^{aA} | 0,79 ± 0,01 ^{aA} | 0,76 ± 0,02 ^{aB} |
| Mastigabilidade (g) | QC | 2686,62 ± 220,39 ^{aA} | 1907,18 ± 207,71 ^{aA} | 3456,47 ± 268,55 ^{bA} |
| | QH | 2462,35 ± 144,19 ^{aA} | 2631,99 ± 167,76 ^{aA} | 3553,76 ± 474,67 ^{aA} |

Resultados expressos como média ± desvio padrão. ^{a-b} Letras minúsculas diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa ($p < 0,05$) entre as amostras no mesmo período de armazenamento. ^{A-B} Letras maiúsculas diferentes na mesma linha indicam diferença significativa ($p < 0,05$) entre os períodos de armazenamento para a mesma amostra. *QC: queijo colonial com lactose; QH: queijo colonial com leite hidrolisado, sem lactose.

Os queijos coloniais com e sem lactose apresentaram um aumento na dureza depois dos 30 dias de maturação e uma redução na coesividade. A coesividade é a extensão a que um material pode ser deformado antes da ruptura, revelando que com o passar do tempo, depois de 30 dias de armazenamento, os queijos apresentaram-se menos coesos e mais firmes, características conferidas pelo processo de armazenagem, no qual o produto perde umidade e concentra a proteína, tornando-se mais firme (BRANDIELLI, 2016).

O parâmetro de elasticidade, definida como a velocidade na qual um material deformado volta a condição não deformada, depois que a força de deformação é removida, apresentou-se maior no queijo sem lactose após 30 dias de armazenamento maturação (FRIEDMAN et al., 1963). Esse comportamento se repetiu para o parâmetro

de mastigabilidade também, revelando que ao longo do armazenamento o queijo sem lactose apresentou-se mais elástico e com maior resistência à mordida, provavelmente por conta do menor teor de umidade da formulação de queijo sem lactose. Em geral, os parâmetros de textura não diferiram entre sim durante o período de armazenamento, apresentando um perfil semelhante ao encontrado por Steibach (2017) ao avaliar queijo colonial. Assim como na maturação, a hidrólise da lactose não provocou diferenças significativas na textura do queijo colonial.

A análise da cor nos alimentos é um parâmetro muito importante, uma vez que é um indicador de qualidade e influencia a aceitação dos consumidores (STEIBACH, 2017). Os resultados obtidos na análise de cor estão apresentados na tabela 8.

Tabela 8 – Medidas de cor para o queijo colonial com e sem lactose durante o armazenamento.

| Tempo (dias) | | Medidas | | | | |
|-----------------|----|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| | | L* | a* | b* | c* | h* |
| Dia 01 | QC | 50,54 ± 0,66 ^{aA} | 0,41 ± 0,14 ^{aA} | 22,54 ± 0,69 ^{aA} | 22,55 ± 0,69 ^{aA} | 88,92 ± 0,36 ^{aA} |
| | QH | 47,57 ± 1,85 ^{aA} | 0,38 ± 0,39 ^{aA} | 20,01 ± 0,90 ^{aA} | 20,01 ± 0,90 ^{aA} | 89,14 ± 1,33 ^{aA} |
| Dia 15 | QC | 80,02 ± 0,47 ^{aB} | 0,07 ± 0,06 ^{aB} | 20,43 ± 0,69 ^{bA} | 20,43 ± 0,70 ^{bA} | 90,06 ± 0,34 ^{bA} |
| | QH | 79,39 ± 0,73 ^{aB} | -0,83 ± 0,26 ^{bC} | 22,50 ± 0,30 ^{aA} | 22,52 ± 0,30 ^{aA} | 92,11 ± 0,63 ^{aA} |
| DIA 30 | QC | 78,91 ± 1,34 ^{bB} | -0,49 ± 0,13 ^{bC} | 20,84 ± 0,69 ^{aA} | 20,85 ± 0,68 ^{aA} | 91,36 ± 0,34 ^{aA} |
| | QH | 82,08 ± 1,28 ^{aB} | -0,26 ± 0,08 ^{aB} | 21,01 ± 0,30 ^{aA} | 21,01 ± 0,30 ^{aA} | 90,71 ± 0,22 ^{bA} |

Resultados expressos como média ± desvio padrão. ^{a-d} Letras minúsculas diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa (p<0,05) entre as amostras no mesmo período de armazenamento. ^{A-D} Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa (p<0,05) entre os períodos de armazenamento para a mesma amostra. *QC: queijo colonial com lactose; QH: queijo colonial com leite hidrolisado, sem lactose.

Ao longo do armazenamento os queijos coloniais com e sem lactose apresentaram um aumento na luminosidade (L*), apresentando-se mais claros ao longo da armazenagem. Isso se deu provavelmente por conta das condições de armazenamento do produto, sob vácuo, no qual o queijo então entra em contato com o oxigênio, refletindo mais luz. O parâmetro b* teve resultados positivos, indicando coloração amarela, não sendo observadas diferenças ao longo da armazenagem. Portanto, o

processo de hidrólise da lactose do leite para fabricação dos queijos não interferiu na coloração do produto.

Andrade (2003) encontrou valores semelhantes de luminosidade, variando de 91,16 a 85,30, ao avaliar a coloração de queijo coalho e de b* com valores positivos, porém menores do que os encontrados neste estudo, indicando que as amostras de queijo colonial com e sem lactose apresenta coloração levemente mais amarela. Steibach (2017) avaliou a coloração de queijos coloniais e encontrou valores de L* e de b* bem semelhantes ao encontrados neste estudo.

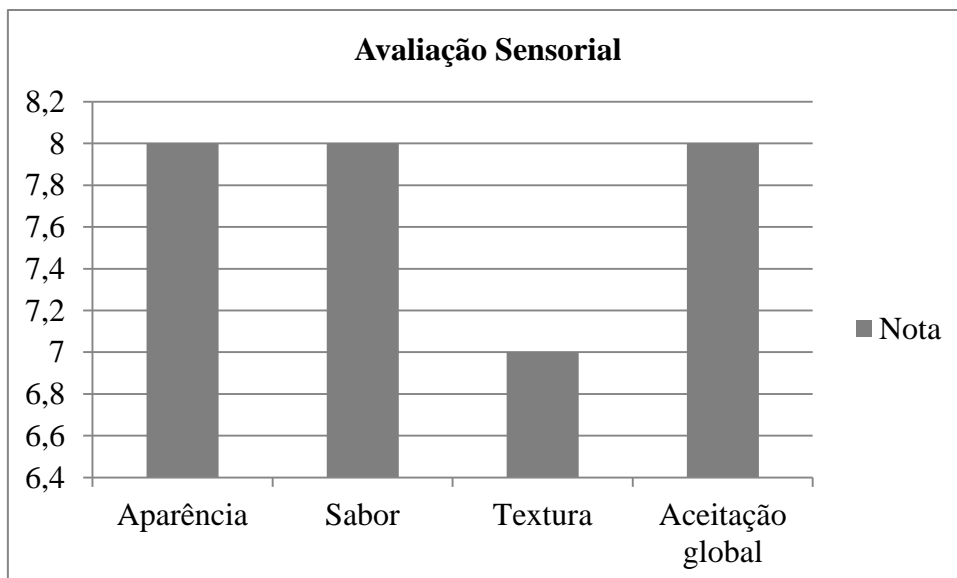
5.3 Análise Sensorial

Os resultados do teste triangular demonstraram que as amostras apresentaram diferença significativa ($\alpha=0,20$), uma vez que 47 avaliadores acertaram qual era a amostra diferente.

Renhe et al. (2018) também observou diferença sensorial ($\alpha=0,05$) ao avaliar queijo *pettit suisse* com teor reduzido de lactose, muito provavelmente devido a hidrólise da lactose do leite, a qual ocasiona um aumento do gosto doce no produto. Entretanto, essa diferença não foi apontada na aplicação do teste sensorial, visto que alguns avaliadores indicaram nos comentários que perceberam diferenças na textura e no sabor do produto, porém sem especificar quais diferenças. As diferenças sentidas na textura podem ter relação com os resultados de elasticidade e mastigabilidade encontradas na textura instrumental, que no queijo sem lactose apresentou valores maiores.

Os resultados do teste de aceitabilidade estão apresentados no Gráfico 1, no qual 8 corresponde à “gostei moderadamente” e 7 “gostei regularmente”.

Gráfico 1 – Médias das notas atribuídas durante o teste de aceitabilidade do queijo sem lactose.



Fonte: própria.

Para a textura, foi atribuída uma nota menor que a nota de aparência, sabor e aceitabilidade global do queijo colonial sem lactose. Esse resultado pode ter sido atribuído à alta elasticidade e baixa coesividade encontradas na análise de textura instrumental, uma vez que os consumidores buscam um queijo mais coeso e menos elástico, que ofereça maior resistência à ruptura, durante a mastigação. Steibach (2017), ao avaliar a aceitabilidade de queijo colonial na cidade de Francisco Beltrão, encontrou nota 7 para a aceitação global, inferindo que o queijo colonial sem lactose possui uma boa aceitabilidade, até mesmo maior, quando comparado com o queijo com lactose.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio do estudo realizado, é possível considerar que o uso da enzima β -galactosidase para hidrolisar a lactose do leite é efetiva, uma vez que o leite hidrolisado apresentou limites não detectados ($<0,05\text{g}/100\text{mL}$) para lactose. Com base nisso, pode-se inferir que o queijo produzido a partir do leite hidrolisado com a enzima, é considerado um produto isento de lactose, que cumpre os padrões exigidos pela legislação vigente quanto ao teor mínimo de lactose presente.

Da mesma forma, é possível produzir industrialmente um queijo colonial que seja isento de lactose com características físicas, químicas e sensoriais semelhantes de um queijo colonial produzido tradicionalmente com lactose.

Em relação à característica sensorial, o queijo isento de lactose recebeu nota 8 para aceitabilidade global, inferindo que o produto tem boa aceitação, fator importante para a indústria que possui interesse em produzir e comercializar o produto.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, A. A. de et al. Medidas instrumentais de cor e textura em queijo coalho. **Embrapa Agroindustrial Tropical**, São Paulo, v. 4, n. 2, p.3-7, dez. 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 4120:2013**: Teste triangular em análise sensorial de alimentos e bebidas. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14141**: Escalas utilizadas em análise sensorial de alimentos e bebidas. Rio de Janeiro, 1998.

BACK, D. **Desenvolvimento de queijo minas frescal probiótico com teor reduzido de lactose**. 2011. 100 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência e Tecnologia dos Alimentos, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2011.

BORTOLON, E. **Avaliação da qualidade de salmouras empregadas na salga de queijos de laticínios inscritos no Serviço de Inspeção do Paraná (SIP) na microrregião de Francisco Beltrão-PR**. 2012. 36 f. TCC (Graduação) - Curso de Tecnologia em Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão, 2012.

BRANDIELLI, M. C. **Queiro regional do Sudoeste do Paraná durante a maturação: caracterização microbiológica, química e física**. 2016. 101 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado Profissional de Tecnologia em Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2016.

BRASIL. **Portaria nº 146, de 07 de março de 1996. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Produtos Lácteos**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA, 1996.

BRASIL. **Instrução normativa nº 68, de 12 de dezembro de 2006**. Oficializa os métodos analíticos de análises físico-químicas para o controle de leite e produtos lácteos. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA, 2006.

BRASIL. **Resolução - RDC nº 53, de 07 de outubro de 2014**. Aprova a lista de enzimas permitidas para uso em alimentos destinados ao consumo humano conforme a sua origem. Agência Nacional de Vigilância Sanitária de Santa Catarina- ANVISA, 2014.

BRASIL. **Portaria SAR nº 32 de 07 de novembro de 2018**. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Queijo Colonial. Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrário de Santa Catarina - CIDASC, 2018.

BRASIL. **Decreto nº 9.013, de 29 de março de 2017**. Dispõe sobre o regulamento da inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA, 2017a.

BRASIL. **Manual de métodos oficiais para análises de alimentos de origem animal. Secretaria da Defesa Agropecuária**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA, Brasília, 2017b.

BRASIL. **Resolução - RDC nº 375, de 8 de fevereiro de 2017**. Aprova o regulamento técnico referente a alimentos para fins especiais, para dispor sobre os alimentos para dietas com restrição de lactose. Agência Nacional de Vigilância Sanitária de Santa Catarina - ANVISA, 2017c.

BRASIL. **Resolução - RDC nº 376, de 08 de fevereiro de 2017**. Estabelece os requisitos para declaração obrigatória da presença de lactose nos rótulos dos alimentos. Agência Nacional de Vigilância Sanitária de Santa Catarina - ANVISA, 2017d.

BRASIL DAYRY TRENDS 2020 / editores, Zacarchenco, Patrícia Blumer; Van Dender, Ariene Gimenes Fernandes; Rego, Raul Amaral. – 1. ed. – Campinas : ITAL, 2017.

CAVALCANTE, J. F. M. et al. Processamento do queijo coalho regional empregando leite pasteurizado e cultura láctica endógena. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 1, n. 27, p.205-214, mar. 2007.

CRUZ, A. G. da et al. **Processamento de produtos lácteos**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2017. 330 p., il. (Lácteos, 3).

DICKEL, C. et al. **Determinação do teor de sódio e lactose em queijos mussarela e colonial consumidos na região Sudoeste do Paraná**. Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes, Juiz de Fora, v. 71, n. 3, p.144-152, 31 ago. 2016.

FRIEDMAN, H.H.; WHITNEY, J.E.; SZCZESNIAK, A.S. The texturometer – a new instrument for objective texture measurement. **Journal of Food Science**, v. 28, n.4, p. 390-396, 1963.

GRACIOLI, F. et al. **Análise comparativa de custo e rendimento da fabricação de queijo tipo camembert e queijo colonial em pequena escala**. Destaques Acadêmicos, Lajeado, v. 5, n. 5, p.15-30, set. 2013.

IAL - INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 69.5. ed. Brasília: IAL, 2008.

JÚNIOR, J.S. et al. Caracterização físico-química de queijos coloniais produzidos em diferentes épocas do ano. **Laticínio Cândido Tostes**, Francisco Beltrão, v. 67, n. 386, p.67-80, jun. 2012.

MACHADO, E. C. et al. Características físico-químicas e sensoriais do queijo minas artesanal produzido na região do serro, Minas Gerais. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 4, p.516-521, out. 2004.

MATTAR, R.; MAZO, D. F. de C.. Intolerância a Lactose: mudança e paradigmas com a biologia molecular. **Assoc Med Bras**, São Paulo, v. 2, n. 56, p.230-236, nov. 2010.

MATTANNA, P. **Desenvolvimento de requeijão cremoso com baixo teor de lactose produzido por acidificação direta e coagulação enzimática**. 2011. 93 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-graduação de Ciência e Tecnologia em Alimentos, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2011.

MELLO, E. Z. de.; ARMACHUK, M. A.. **Avaliação das mudanças ocorridas no Queijo Colonial durante a maturação: modificações físico-químicas e microbiológicas**. 2013. 79 f. Trabalho de conclusão de curso (Curso Superior em

Tecnologia em Alimentos) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Francisco Beltrão, 2013.

MONTEIRO, A. A.; PIRES, A. C. dos S.; ARAÚJO, E. A.. **Tecnologia de produção de derivados de leite**. 2. ed. 1. reimpr. Viçosa, MG: Ed. da UFV, 2012. 85 p.

NEVES, R.. Queijos com sotaque nacional. **Gazeta Mercantil**. São Paulo, p. 5-6. jul. 2007. Disponível em: <<http://www.terra.com.br/terra/1/454.htm>>. Acesso em: 23 mar. 2019.

ORDÓÑEZ, J.A. **Tecnologia de Alimentos**. São Paulo: Artmed, 2005. 279p.

OLIVEIRA, D.F.; TONIAL, I.B. **Estudo da interferência das estações do ano na composição centesimal do queijo colonial produzido e comercializado no município de Francisco Beltrão/PR**. Programa Institucional de Iniciação Científica - Relatório Final de Atividades, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão, 2010.

PAIVA, V. N. et al. Desafios tecnológicos na produção de produtos com baixo teor de lactose. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 73, n. 2, p.91-101, 13 nov. 2018.

PAULA, J. C. J. de et al. Princípios básicos da fabricação de queijo: do histórico à salga. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Viçosa, v. 64, n. 367, p.19-25, maio 2019.

PEREIRA, M. N. **Queijo artesanal serrano: microbiota natural e qualidade em relação à Aflatoxina M1 e sujidades**. 2018. 1 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência de Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2018.

PEREIRA, M. C. S. et al. Lácteos com baixo teor de lactose: uma necessidade para portadores de má digestão da lactose e um nicho de mercado. **Inst. Latic. Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 67, n. 389, p.57-65, nov. 2012.

PEREIRA, E. B. **Avaliação de queijo colonial e colonial imbrigo submetido a diferentes tempos de produção e maturação**. 2014. 100 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Zootecnia, Universidade Estadual do Oeste do Paraná Campus Marechal Cândido Rondon, Marechal Cândido Rondon, 2014.

PEREIRA, Filho D.; FURLAN, A. S.. Prevalência de intolerância à lactose em função da faixa etária e do sexo: experiência do Laboratório Dona Francisca, Joinville (SC). **Saúde e Ambiente**, Joinville, v. 5, n. 1, p.24-30, jun. 2004.

PERRY, Katia, S. P. Queijos: aspectos gerais, bioquímicos e microbiológicos. **Química nova**, Belo Horizonte, v. 27, n. 2, p.293-300, 2004.

PINTO, S. S. et al. A potential technological application of probiotic microcapsules in lactose-free Greek-style yoghurt. **International Dairy Journal** **97**, -, v. 2, n. 1, p.131-138, mar. 2019.

RENHE, I. R. T. et al. Obtenção de Petit Suisse com baixo teor de lactose e adição reduzida de açúcares. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 73, n. 1, p.43-50, 22 ago. 2018.

ROBINSON, R. K.; WILBEY, R. A. **Fabricación de queso**: R. Scott. Tradução de Andrés Marcos Barrado. 2. ed. Zaragoza: Acribia, 2010.

ROSSI, D. A. et al. Utilização do coalho bovino e coagulantes microbiano e genético na composição e rendimento do queijo Minas frescal. **Revista ICLC**, Juiz de Fora, v. 53, n. 305, p. 8-14, set./dez. 1998.

SILVA, F. da et al. **Qualidade microbiológica e físico-química de queijos coloniais com e sem inspeção, comercializados no Sudoeste do Paraná**. Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos, v. 33, n. 2, p.31-42, 15 dez. 2016. Universidade Federal do Paraná.

SILVA, T.V. **Caracterização físico-química de queijos tipos Minas Frescal produzidos por pequenos produtores do município de Guarapuava e região**. Salão de Extensão e Cultura, 2008.

SILVEIRA JÚNIOR, J. F. et al. Physical and chemical characterization of colonial cheese produced in different seasons of the year. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, [s.l.], v. 67, n. 386, p.67-80, 2012.

STEINBACH, J. **Caracterização do queijo colonial da microrregião de Francisco Beltrão - PR e estudo com consumidores**. 2017. 93 f. TCC (Graduação) - Curso de Tecnologia de Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão, 2017.

SEBRAE. **Queijos Nacionais**. Estudo de mercado SEBRAE/ESPM. Relatório Completo, 2008. Disponível em:<[https://bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/4416AA3881FA433B832574DC00471EF1/\\$File/NT0003909A.pdf](https://bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/4416AA3881FA433B832574DC00471EF1/$File/NT0003909A.pdf)>. Acesso em 02 abr. 2019.

TESSER, I. C. **Fabricação artesanal e avaliação química e microbiológica do queijo colonial produzido em municípios do oeste do território da Cantuquiriguaçu - Paraná/Brasil**. 2014. 61 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Desenvolvimento Rural Sustentável, Unioeste, Marechal Cândido Rondon, 2014.

TREVISAN, A. P. **Influência de diferentes concentrações de enzimas lactase e temperaturas sobre a hidrólise da lactose em leite pasteurizado**. Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos, Área de Concentração em Ciência e Tecnologia dos Alimentos da Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, 2008.

VIEIRA, S. **Caracterização por análise físico-química e avaliação da influência do teor de gordura na coloração de queijos coloniais**. 2013. 20 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Curso de Superior de Tecnologia em Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2013.

ZANUZZO, M.; FRIEDRICH, M. T.. **Determinação de lactose em achocolatados**. Seminário sobre Universidade e Formação científica. Vol. 3, Passo Fundo, 2018.

APÊNDICE A – FICHA SENSORIAL TESTE TRIANGULAR**Ficha sensorial Teste Triangular**

| | | | |
|--|--------|---------|-------|
| Nome: | Idade: | Gênero: | Data: |
| Você possui algum grau de intolerância à lactose? | | | |
| Sim () Não () | | | |
| Instruções: você está recebendo 3 amostras de queijo colonial codificadas, onde duas são iguais e uma é diferente. Experimente cuidadosamente cada amostra, da esquerda para a direita, identifique-as com os códigos e faça um círculo em volta da amostra diferente. | | | |
| _____ | | | |
| Comentários: _____ | | | |
| _____ | | | |
| _____ | | | |

**APÊNDICE B – FICHA SENSORIAL TESTE DE ACEITABILIDADE -
ATRIBUTOS SENSORIAIS**

Teste de aceitabilidade de atributos sensoriais

Nome:

Idade:

Gênero:

Data:

Instruções: Você está recebendo uma amostra de queijo colonial isento de lactose. Avalie e indique, usando a escala abaixo, o quanto você gostou ou desgostou dela em relação aos seguintes atributos: aparência, sabor e textura.

(1) Desgostei extremamente

(2) Desgostei moderadamente

(3) Desgostei regularmente

(4) Desgostei ligeiramente

(5) Não gostei, nem desgostei

(6) Gostei ligeiramente

(7) Gostei regularmente

(8) Gostei moderadamente

(9) Gostei extremamente

| Aparência | Sabor | Textura |
|-----------|-------|---------|
| | | |

Comentários: _____

**APÊNDICE C – FICHA SENSORIAL TESTE DE ACEITABILIDADE -
ACEITAÇÃO GLOBAL**

Teste de aceitabilidade global

| | | | |
|--|--------|--------------------------------------|-------|
| Nome: | Idade: | Gênero: | Data: |
| Instruções: Você está recebendo uma amostra de queijo colonial isento de lactose. Avalie a amostra e indique, usando a escala abaixo, o quanto você gostou ou desgostou dela em relação à aceitabilidade global (nota geral do produto). | | | |
| (1) Desgostei extremamente | | | |
| (2) Desgostei moderadamente | | | |
| (3) Desgostei regularmente | | | |
| (4) Desgostei ligeiramente | | | |
| (5) Não gostei, nem desgostei | | Nota da aceitabilidade global: _____ | |
| (6) Gostei ligeiramente | | | |
| (7) Gostei regularmente | | | |
| (8) Gostei moderadamente | | | |
| (9) Gostei extremamente | | | |
| Comentários: _____ | | | |
| _____ | | | |