

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

FABIANE ANDRESA DE OLIVEIRA PEREIRA

**QUEIJO COLONIAL ARTESANAL DO SUDOESTE DO PARANÁ:
IDENTIFICAÇÃO DE COMPOSTOS VOLÁTEIS E ALTERAÇÕES QUÍMICAS E
FÍSICAS DURANTE A MATURAÇÃO**

DISSERTAÇÃO

LONDRINA

2021

FABIANE ANDRESA DE OLIVEIRA PEREIRA

**QUEIJO COLONIAL ARTESANAL DO SUDOESTE DO PARANÁ:
IDENTIFICAÇÃO DE COMPOSTOS VOLÁTEIS E ALTERAÇÕES QUÍMICAS E
FÍSICAS DURANTE A MATURAÇÃO**

**COLONIAL ARTISANAL CHEESE: IDENTIFICATION OF VOLATILE
COMPOUNDS AND CHEMICAL AND PHYSICAL CHANGES DURING RIPENING**

Dissertação de mestrado, apresentada ao Programa de Pós-graduação em Tecnologia de Alimentos, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, câmpus Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Tecnologia de alimentos.

Orientador(a): Prof.^a Dr.^a Alessandra Machado Lunkes

Coorientador(a): Prof.^a Dr.^a Fabiane Picinin de Castro Cislighi

LONDRINA

2021



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite que outros remixem, adaptem e criem a partir do trabalho para fins não comerciais, desde que atribuam o devido crédito e que licenciem as novas criações sob termos idênticos.
Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Londrina



FABIANE ANDRESA DE OLIVEIRA PEREIRA

QUEIJO COLONIAL ARTESANAL DO SUDOESTE DO PARANÁ: IDENTIFICAÇÃO DE COMPOSTOS VOLÁTEIS E ALTERAÇÕES QUÍMICAS E FÍSICAS DURANTE A MATURAÇÃO

Trabalho de pesquisa de mestrado apresentado como requisito para obtenção do título de Mestre em Tecnologia De Alimentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Área de concentração: Tecnologia De Alimentos.

Data de aprovação: 26 de Fevereiro de 2021

Prof Adriano Gomes Da Cruz, Doutorado - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IfRJ)

Prof.a Fabiane Picinin De Castro Cislighi, - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof.a Marly Sayuri Katsuda, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 26/02/2021.

Dedico este trabalho à minha filha Julia, luz da
minha vida, por toda a ausência.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me dar sempre muito mais que mereço, estar comigo em todas as horas e me dar forças quando mais precisei. À minha mãezinha do céu Maria, Nossa Senhora, que sempre passou na frente iluminando e guiando todos os meus passos.

À minha orientadora, prof^a. Dr^a. Alessandra Machado Lunkes, que se dedicou tanto a este trabalho, agradeço pelos conselhos, paciência, experiência, dedicação, empenho e disponibilidade.

À minha coorientadora, prof^a. Dr^a. Fabiane Picinin de Castro Cislighi, que me orienta de longa data, alguém com quem compartilho o mesmo nome e algumas paixões (do soro ao queijo), agradeço infinitamente pela confiança, paciência, compreensão, conselhos, dedicação e empenho. Por não me deixar desistir.

Às professoras Naimara Vieira do Prado, Silvane Morés, e Andréa Cátia Leal Badaró, pela ajuda e contribuição.

À todos os docentes do curso.

À minha amiga e colega Maria Gabriela, que sempre se dispôs a me ajudar, ler previamente o trabalho, ouvir minhas apresentações e sugerir contribuições importantes.

A todos os colegas do curso, os quais compartilhamos dúvidas e angústias e em especial aos amigos da turma 2018/2 Mariana, Beatris, Ana, Gustavo, Marlon, Thiago.

Aos meus pais, Silomar e Fátima pelo amor e apoio incondicionais, que nunca mediram esforços para me ajudar em todos os sentidos, que sempre me ensinaram a importância da busca pelo conhecimento, a buscar sempre o meu melhor. Aos meus irmãos, Anderson e Guilherme, por sempre me apoiarem e acreditarem no meu potencial.

Ao meu esposo Anderson e minha filha Julia, pela compreensão, paciência, amor, força e apoio, sem a compreensão e ajuda de vocês eu não conseguiria. Por todos os momentos que estive ausente, que nunca serão compensados. Por entenderem que eu preciso mudar constantemente.

A todos os amigos e familiares, por me incentivarem a continuar e enviarem boas vibrações e orações me dando forças para a caminhada, em especial a Priscila, Lucieli, Lucinéia e Kamilla, que ouviram incansavelmente minhas angústias e preocupações.

À APROSUD e a todos os produtores de queijo Colonial artesanal do Sudoeste do Paraná, pelo *saber-fazer*, pelo esforço em melhorar e ao mesmo tempo manter a tradição e cultura, por serem incentivo a estudar e tentar contribuir com a causa.

À toda a equipe do projeto do QUEIJO COLONIAL ARTESANAL DO SUDOESTE DO PARANÁ, em especial aos alunos de iniciação científica Matheus, Thamiris, Ygor, Janice, Gabriel e Jéssica.

A todos os técnicos de laboratório da UTFPR Câmpus Francisco Beltrão, João, Magali, Sinara, Raquel, Camila, Ronaldo, Ane, por toda a ajuda e contribuição.

Aos alunos de iniciação científica orientados da Professora Alessandra, Cláudia, Daiane, Bianca, Felipe, que mesmo participando de outros projetos, sempre me ajudaram.

Às Universidades parceiras, aos técnicos e pesquisadores que desenvolveram parte das análises (IFRJ - Rio de Janeiro, UTFPR - Londrina, UFFS - Realeza), em especial a Prof^a. Dr^a. Renata Raices, Prof. Dr. Adriano Cruz, Prof^a. Dr^a. Alessandra Furtado da Silva, e aos técnicos Everton Pizato e João Paulo Gollner Reis.

Ao PPGTAL e UTFPR.

Ao CNPq e à Central Cresol Baser pelo apoio financeiro ao projeto.

Aos professores membros da banca, Prof^a. Dr^a. Marly Katsuda e Prof. Dr. Adriano Cruz, que desde a qualificação muito contribuíram, por toda a experiência e tempo dispensados a este trabalho.

À Prefeitura Municipal de Manfrinópolis, pela flexibilização e apoio durante o período necessário.

Muito obrigada!

“Vaca não dá leite. Você tem de tirar. Você precisa acordar 4h da manhã, ir ao pasto, entrar no curral cheio de fezes, amarrar rabo e pernas da vaca, sentar no banquinho e fazer o movimento certo!”

Mário Sérgio Cortella

RESUMO

PEREIRA, Fabiane Andresa de Oliveira. **Queijo Colonial Artesanal do Sudoeste do Paraná:** Identificação de compostos voláteis e alterações químicas e físicas durante a maturação. 2021. 84 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2021.

Os produtos artesanais ganham espaço cada vez maior no contexto atual, no qual os queijos artesanais elaborados com leite cru têm recebido grande destaque. Para isto há necessidade de adequação quanto à legislação e flexibilização do período de maturação, podendo ser menor de sessenta dias, desde que estudos comprovem a segurança do produto. Neste sentido, o queijo Colonial artesanal do Sudoeste do Paraná encontra-se em fase de regulamentação, adequação e valorização do produto e da região, sendo que a caracterização físico-química é parte integrante dos estudos necessários para adequação referente à legislação. Os objetivos deste trabalho focam nas análises físicas e químicas durante o período de maturação do queijo Colonial artesanal. Para isto as características únicas do produto como perfil de compostos voláteis foram avaliadas por cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas. A composição proximal e os parâmetros químicos como a proteólise foram analisados e a existência de correlação com cor e textura durante a maturação. Os queijos apresentaram comportamento distinto entre si, evidenciando que o modo de produção e maturação influenciam nos parâmetros químicos e físicos do queijo. Em geral, os queijos apresentaram redução na umidade, A_w e luminosidade durante a maturação, enquanto houve aumento dos valores de lipídios, proteínas, sódio e dureza. A proteólise foi baixa, quando comparada com outros tipos de queijos feitos com leite de vaca cru, podendo ser relacionada ao tipo de bactérias endógenas presentes no leite. Foram encontrados 34 compostos voláteis ao total, pertencentes aos grupos ácidos, cetonas, aldeídos, álcoois, hidrocarbonetos, éteres e ésteres. A temperatura influenciou na maturação, sendo que a temperatura ambiente é benéfica, bem como o uso de iogurte natural.

Palavras-chave: Queijo Colonial. Leite cru. Compostos voláteis. Perfil de textura. Proteólise.

ABSTRACT

PEREIRA, Fabiane Andresa de Oliveira. **Colonial artisanal cheese:** Identification of volatile compounds and chemical and physical changes during ripening. 2021. 84 p. Dissertation (Master in Food Technology) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2021.

Artisanal products are gaining more and more space in the current context, in which artisanal cheeses made with raw milk have received great prominence. For this, there is a need to adapt the legislation and make the ripening period more flexible, which may be less than sixty days, provided that studies prove the safety of the product. In this sense, Colonial cheese from the Southwest of Paraná, is in the phase of regulation, adaptation and valorization of the product and region, and the physical-chemical characterization is an integral part of the studies necessary for adequacy regarding the legislation. The objectives of this work focus on physical and chemical analysis during the ripening period of Colonial cheese. For this, the unique characteristics of the product as a profile of volatile compounds were evaluated by gas chromatography coupled with mass spectrometry. The proximal composition and chemical parameters such as proteolysis were analyzed and the existence of a correlation with color and texture during ripening. The cheeses showed a different behavior, showing that the way of production and ripening influence the chemical and physical parameters of the cheese. In general, the cheeses showed a reduction in moisture, A_w and luminosity during ripening, while there was an increase in the values of lipids, proteins, sodium and hardness. Proteolysis was low, when compared with other types of cheese made with raw cow's milk, and may be related to the type of endogenous bacteria present in the milk. A total of 34 volatile compounds were found, belonging to the acid groups, ketones, aldehydes, alcohols, hydrocarbons, ethers, esters. The temperature influenced the ripening, and the ambient temperature is beneficial, as well as the use of natural yogurt.

Keywords: Colonial cheese. Raw milk. Volatile compounds. Texture profile. Proteolysis.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Caminhos bioquímicos durante a maturação do queijo.....	26
Figura 2 - pH e acidez do queijo Colonial artesanal do Sudoeste do Paraná durante o período de maturação (n=3)	37
Figura 3 - Aw do queijo Colonial artesanal do Sudoeste do Paraná durante o período de maturação (n=3)	38
Figura 4 - Umidade e sólidos totais do queijo Colonial artesanal do Sudoeste do Paraná durante o período de maturação (n=3)	40
Figura 5 - Cinzas e Sódio (Na) do queijo Colonial artesanal do Sudoeste do Paraná durante o período de maturação (n=3)	41
Figura 6 - Proteína total do queijo Colonial artesanal do Sudoeste do Paraná durante o período de maturação (n=3)	43
Figura 7 - IEM e IPM do queijo Colonial artesanal do Sudoeste do Paraná durante o período de maturação (n=3)	44
Figura 8 - Lipídios e GES do queijo Colonial artesanal do Sudoeste do Paraná durante o período de maturação (n=2)	46
Figura 9 - Grupos funcionais de compostos voláteis em queijo Colonial artesanal do Sudoeste do Paraná.....	54
Figura 10 - Análise de componentes principais dos grupos funcionais de compostos voláteis em queijo Colonial artesanal do Sudoeste do Paraná.....	55
Figura 11 - Presença de olhaduras no queijo Colonial artesanal do Sudoeste do Paraná (queijo QC)	66
Figura 12 – Análise de componentes principais dos compostos voláteis em queijo Colonial artesanal do Sudoeste do Paraná.....	69

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Temperatura e umidade relativa durante a maturação do queijo Colonial artesanal do Sudoeste do Paraná.....	30
Tabela 2 – Perfil de textura do queijo Colonial artesanal do Sudoeste do Paraná durante a maturação.....	48
Tabela 3 – Correlação linear de Pearson entre as análises químicas e físicas do queijo Colonial artesanal do Sudoeste do Paraná.....	50
Tabela 4 – Parâmetros de cor do queijo Colonial artesanal do Sudoeste do Paraná durante a maturação.....	52
Tabela 5 – Compostos voláteis identificados nas amostras de queijo Colonial artesanal do Sudoeste do Paraná durante a maturação	57
Tabela 6 – Resultados modulados de compostos voláteis encontrados em queijo Colonial artesanal do Sudoeste do Paraná.....	67

LISTA DE SIGLAS

ACP	Análise de componentes principais
Aw	Atividade de água
BAL	Bactérias ácido lácticas
BPA	Boas Práticas Agropecuárias
BPF	Boas Práticas de Fabricação
BPO	Boas Práticas de Ordenha
CP	Componentes principais
FAO	Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura
GC-MS	Cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas
GES	Gordura no extrato seco
HS-SPME	Microextração em fase sólida no <i>headspace</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IEM	Índice de Extensão de Maturação
IPM	Índice de Profundidade de Maturação
LRI	Índice de retenção linear
NaCl	Cloreto de Sódio
NS	Nitrogênio solúvel
NT	Nitrogênio total
QA	Queijo A
QB	Queijo B
QC	Queijo C
RIISPOA	Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal
RTIQ	Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade
TCA	Ácido tricloroacético
TPA	Análise de Perfil de textura

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 OBJETIVOS	16
2.1 OBJETIVO GERAL	16
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
3 REFERENCIAL TEÓRICO	17
3.1 QUEIJOS: PRODUÇÃO E CONSUMO	17
3.2 QUEIJOS ARTESANAIS	18
3.2.1 Queijo Colonial artesanal do Sudoeste do Paraná	21
3.3 ASPECTOS REGULATÓRIOS	23
3.4 MATURAÇÃO	25
3.4.1 Glicólise	26
3.4.2 Lipólise	27
3.4.3 Proteólise	27
3.5 COMPOSTOS VOLÁTEIS COMO QUALIFICADORES DE QUEIJOS ARTESANAIS	28
4 MATERIAL E MÉTODOS	30
4.1 ANÁLISES QUÍMICAS	31
4.1.1 pH, acidez e atividade de água	31
4.1.2 Composição proximal	31
4.1.3 Teor de sódio	32
4.1.4 Proteólise	32
4.1.5 Compostos voláteis	34
4.2 ANÁLISES FÍSICAS	34
4.2.1 Perfil de Textura	34
4.2.2 Cor	35
4.3 ANÁLISES ESTATÍSTICAS	35
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
5.1 ANÁLISES QUÍMICAS	36
5.1.1 pH e acidez	36
5.1.2 Atividade de água	37
5.1.3 Umidade e sólidos totais	38
5.1.4 Cinzas e teor de sódio	40
5.1.5 Proteína total e proteólise	42
5.1.6 Lipídios e Gordura no Extrato seco	45
5.2 PARÂMETROS FÍSICOS	46
5.2.1 Perfil de textura	46
5.2.2 Cor	51
5.3 COMPOSTOS VOLÁTEIS	54

6 CONCLUSÃO.....	71
REFERÊNCIAS.....	73

1 INTRODUÇÃO

A produção de queijos artesanais se estende por todo o país, representando um modo de sobrevivência das culturas locais e regionais. O processo de preparação destes queijos, que é transmitido de uma geração a outra é o que contribui para manutenção das características do produto, valorizando a cultura local (SIMÕES *et al.*, 2014).

O queijo Colonial, originalmente fabricado por imigrantes europeus, é um produto artesanal elaborado com leite cru, muito apreciado nos estados do Sul do país, por ser um produto típico desta região (CARVALHO *et al.*, 2019). No estado do Paraná, com o intuito de regulamentar a produção artesanal de queijos foi criada a Lei Estadual nº 19.599 de 17 de julho de 2018, em que se define queijo artesanal como “aquele produzido com leite fresco e cru, em pequena escala de produção, oriundo da própria propriedade leiteira, que se utiliza de micro ou pequena estrutura física, elaborado por métodos tradicionais (...)” (PARANÁ, 2018).

Diversos estudos sobre a valorização de queijos artesanais regionais foram realizados em âmbito nacional, abrangendo aspectos relacionados ao reconhecimento local e sociais do queijo Minas artesanal do Serro (MEDEIROS; TERRA; PASSADOR, 2019), ou o desenvolvimento territorial e valorização do saber-fazer do queijo de coalho artesanal no Ceará (BEZERRA *et al.*, 2016). Ainda, para o caso do queijo Serrano, os estudos evidenciaram a importância da valorização e proteção do saber fazer do modo artesanal com a consequente manutenção da tradição (CRUZ; MENASCHE, 2014). Para o queijo Minas artesanal da Canastra, o processo de indicação de procedência buscou valorizar o conhecimento tácito dos produtores (MATOS; ROVERE, 2018).

Ao destacar as particularidades dos queijos artesanais de cada região, vale realçar a importância de atributos que caracterizam aquele alimento como único. Os compostos voláteis são exemplos desses atributos (SANT’ANA *et al.*, 2019).

Os compostos orgânicos voláteis são muito importantes na caracterização sensorial dos alimentos, sendo os principais responsáveis pelo sabor. De fato, o perfil dos compostos voláteis que atribuem a impressão digital do sabor de leite e vários produtos lácteos está relacionado a mudanças na tecnologia, na temperatura, na alimentação do rebanho (BERGAMASCHI; BITTANTE, 2018). Especificamente, em

queijo Coalho caprino a alimentação do animal impacta nos compostos voláteis presentes no leite e, por consequência, no queijo podendo a análise de voláteis ser usada para identificação da origem geográfica do queijo (BEZERRA *et al.*, 2016).

Neste contexto, para que o queijo Colonial artesanal da região Sudoeste do Paraná se destaque e se consolide como um queijo regional característico, são necessários estudos que determinem os diferentes aspectos do produto, em tempos de maturação diversos, com vistas a qualificar e quantificar os atributos que o tornam particular. Assim sendo, a avaliação física e química deste produto contribuirá com o conjunto das demais características, as quais compõem os atributos de qualidade do queijo Colonial. Espera-se propiciar a valorização do produto e da região, e contribuir com o desenvolvimento regional em virtude da valorização deste importante queijo artesanal.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar as modificações físicas e químicas do queijo Colonial artesanal da região Sudoeste do Paraná durante o período de maturação.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar o pH, acidez titulável, atividade de água, composição proximal e teor de sódio dos queijos;
- Analisar a proteólise dos queijos através do Índice de Profundidade de Maturação (IPM) e do Índice de Extensão de Maturação (IEM);
- Identificar e quantificar os compostos voláteis dos queijos por cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas;
- Mensurar a cor e perfil de textura dos queijos e correlacionar com parâmetros químicos.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 QUEIJOS: PRODUÇÃO E CONSUMO

O leite é um produto rico nutricionalmente e muito importante para alimentação humana, sendo que a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO) recomenda que o consumo mínimo de lácteos seja equivalente a 200 litros por habitante/ano (ANUÁRIO LEITE, 2019). Em 2018 a produção mundial de leite foi de 840,3 bilhões de litros de leite (FAO, 2020), sendo que a oferta ainda é bem inferior ao recomendado, onde o consumo *per capita* anual é de aproximadamente 111,3 litros.

Nesse contexto, o Brasil é o 4º produtor mundial de leite, ficando atrás apenas da Índia, Estados Unidos e Paquistão. Segundo dados do IBGE, o Brasil produziu 34,8 bilhões de litros em 2019 (ANUÁRIO LEITE, 2020; MILKPOINT, 2021).

Uma das formas de consumir de leite se dá através do consumo de queijos, sendo que a produção mundial de queijos em 2019 foi de 26 milhões de toneladas, sendo os Estados Unidos o maior produtor (6,3 milhões de toneladas), Alemanha (3,5 milhões de toneladas) e França (1,9 milhões de toneladas). O consumo mundial, mantém a mesma ordem: Estados Unidos (6,1 milhões de toneladas), Alemanha (3 milhões de toneladas) e França (1,6 milhões de toneladas). No entanto, quando considerado o consumo *per capita*, a República Tcheca tem consumo maior (64 kg por pessoa), seguida da Alemanha (37 kg por pessoa) e França (25 kg por pessoa) (CANAL DO LEITE, 2020).

Em nível nacional, em termos de produção, o Brasil fica entre os cinco maiores do mundo, com média anual de 1,2 milhão de toneladas de queijos. O consumo de queijos no Brasil em 2019 foi de 1,12 milhões de toneladas, e se considerado o consumo *per capita* este foi de 5,31 kg/habitante/ano, demonstrando um potencial de crescimento da produção no país (ANUÁRIO LEITE, 2020; CARTA LEITE, 2020).

O queijo é um produto lácteo composto por proteínas, lipídeos, carboidratos vitaminas e minerais. É um dos alimentos mais nutritivos que se conhece (JALILZADEH; TUNÇTÜRK; HESARI, 2015; PERRY, 2004). A produção de queijo é uma atividade muito antiga. Acredita-se que teve sua origem no costume mediterrâneo

de levar leite em recipientes feitos de estômagos e bexigas de animais (VARNAM; SUTHERLAND, 1995).

A definição de queijo segundo o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Queijos, é:

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 bactéria específica, de ácidos 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, substância aromatizantes e matérias corantes (BRASIL, 1996, p. 1).

Existem aproximadamente 1000 variedades de queijo no mundo. No entanto, essas variedades podem ser separadas de diversas maneiras, e uma delas é em relação ao método de coagulação do leite, sendo por coagulação enzimática, ácida e uma combinação de calor e ácido (FOX; McSWEENEY, 1998).

Ainda segundo a legislação, os queijos podem ser frescos ou maturados, desta maneira, o queijo fresco é aquele que pode ser consumido logo após sua fabricação e o queijo maturado o que sofre mudanças bioquímicas e físicas necessárias e características de cada tipo de queijo (BRASIL, 1996).

3.2 QUEIJOS ARTESANAIS

Queijo artesanal é aquele elaborado por métodos tradicionais, com vinculação e valorização territorial, regional ou cultural, conforme protocolo de elaboração específico estabelecido para cada tipo e variedade. Na sua elaboração utilizam-se técnicas predominantemente manuais, adotadas por indivíduos que tenham o domínio integral do processo produtivo, sendo que o produto final é individualizado, genuíno e mantém a singularidade (BRASIL, 2019a; BRASIL, 2019b).

Uma grande variedade de queijos artesanais ou tradicionais são produzidos em vários países, com leites de vaca, cabra e ovelha (ATANASSOVA *et al.*, 2016; BARLOWSKA *et al.*, 2018; HERNÁNDEZ *et al.*, 2009). São produzidos seguindo técnicas tradicionais, sem a adição de culturas iniciadoras comerciais (SOARES-

PINTO *et al.*, 2011) e possuem propriedades específicas, dependendo da região em que são produzidos (MARTINS *et al.*, 2015). Por serem provenientes de um complexo sistema, carregam características sensoriais únicas e ainda, são caracterizados por fortes ligações com o seu território de origem (CARDOSO *et al.*, 2013).

O queijo artesanal tem suas características químicas, sensoriais e microbiológicas, diretamente ligadas à sua tecnologia de fabricação, que são particulares de cada região (SOARES *et al.*, 2018) por isso é tão apreciado pelos consumidores (SOBRAL, 2012).

Entre os vários queijos produzidos artesanalmente no país, alguns destacam-se como típicos da região de Minas Gerais (Serra da Canastra, Serro, Serra do Salitre, Alto Parnaíba, Araxá), Região Norte (Queijo Marajó), Região Nordeste (Queijo de Manteiga de Alagoas e Queijo de Coalho) e Sul (Serrano e Colonial) (CASTRO-CISLAGHI; BADARÓ, 2019). Existe a preocupação em preservar esses queijos, pois além de serem referência culinária regional, são importantes também, na questão econômica dos produtores (BRUNO; CARVALHO, 2009).

O leite cru utilizado na fabricação de muitos queijos artesanais representa uma importante fonte de microrganismos desejáveis, que são relevantes tanto na fabricação quanto para a maturação desses queijos (FEUTRY *et al.*, 2012). Porém, também pode ser fonte de contaminação por microrganismos patogênicos, que causam risco à saúde do consumidor (SOARES-PINTO *et al.*, 2011; ZAFFARI; MELLO; COSTA, 2007).

A pasteurização do leite tem como objetivo inativar os patógenos. Entretanto, além da destruição dos microrganismos indesejáveis, a pasteurização destrói também as enzimas e a microbiota láctica, que desenvolve as características benéficas e desejáveis no queijo (TABOADA *et al.*, 2015).

Ademais, o uso de fermento láctico comercial resulta em perda de características típicas das variedades de queijo, comparado aos elaborados com leite cru. Conseqüentemente, estes cultivos iniciadores comerciais conduzem a uma padronização do produto (BRUNO; CARVALHO, 2009).

Muitos são os fatores que contribuem para a identidade dos queijos, sendo que a nutrição animal é uma delas. Estudos revelam que a diversidade das pastagens naturais com maior riqueza florística, implicam em características sensoriais valorizadas pelos consumidores, além de um perfil de ácidos graxos que pode ser

indicador do local de origem dos produtos lácteos (BARLOWSKA *et al.*, 2018). Queijos feitos a partir de leite cru, onde as lipases não foram inativadas por tratamento térmico, possuem uma lipólise mais acentuada, o que contribui para o sabor do queijo (CÂMARA *et al.*, 2017).

A composição microbiana de queijos artesanais é outro fator importante para a identidade dos queijos. O queijo Minas artesanal da região do Serro, foi avaliado quanto às leveduras encontradas nas estações de seca e chuvas (CARDOSO *et al.*, 2015), bem como BAL isoladas e identificadas de queijo Minas artesanal da região Campo das Vertentes (CASTRO *et al.*, 2016), do queijo artesanal Uruguaio também foram isoladas e identificadas BAL com possível potencial de produção de bacteriocinas (FRAGA COTELO *et al.*, 2013).

Outros fatores como microclima, altitude, raça, influenciam nas características de qualidade dos queijos artesanais no mundo todo (PIRES *et al.*, 2019; ZENDRI *et al.*, 2016), os diferenciando dos queijos industrializados padronizados.

Esses fatores do saber-fazer dos produtores, dentro de um território delimitado, com um microclima específico, altitude, flora, raça do animal, que juntam o conhecimento dos produtores aos fatores biológicos, formam o chamado *terroir* (MATOS; ROVERE, 2020). *Terroir* é um termo francês que associa um produto a um local específico. Os produtos *terroir* são originários de um lugar, com características conferidas em virtude desse espaço geográfico, da cultura e tradição local e do conhecimento das pessoas envolvidas no processo, tornando este produto com características únicas e irreproduzíveis (BOTTELLI, 2020).

No Brasil muitos estudos com queijos artesanais foram realizados, com diversas finalidades, alguns estudaram a microbiota contaminante (DORES *et al.*, 2013), o perfil de ácidos graxos (NASCIMENTO, 2017), perfil de voláteis (BEZERRA *et al.*, 2016), microbiota endógena (MARGALHO *et al.*, 2020; SANT'ANNA *et al.*, 2019), *saber-fazer* dos produtores (CRUZ; MENASCHE, 2014), adequações às legislações (CARVALHO *et al.*, 2019), trabalho de orientação à melhoria da qualidade higiênico-sanitária (SOARES-PINTO *et al.*, 2009), tempo e temperatura de maturação (DORES; NOBREGA; FERREIRA, 2013), composição físico-química (CASTILHO *et al.*, 2019), entre outros.

Dentre a categoria de queijos artesanais, a região Sudoeste do Paraná também conta com um queijo artesanal típico da região, conhecido como queijo

Colonial artesanal do Sudoeste do Paraná. Este queijo é muito apreciado e procurado pelos consumidores com importante relação econômica e cultural com a macrorregião de Francisco Beltrão.

3.2.1 Queijo Colonial artesanal do Sudoeste do Paraná

A região Sudoeste foi uma das últimas regiões a ser “colonizada” no estado, ocorrendo em meados do século XX, de 1930 em diante. Imigrantes europeus, basicamente italianos e alemães, já estabelecidos no Rio Grande do Sul e parte de Santa Catarina, foram incentivados a migrar para o Sudoeste (região com promessa de terras férteis e produtivas) e receberiam um pedaço de terra para trabalhar, chamada “Colônia”, por isso são chamados de colonos (DALLA RIZZARDA, 2018; SALDANHA, 2014).

Uma vez estabelecidos nesta terra, produziam uma diversidade de produtos da agricultura e pecuária para a própria subsistência, dentre esses produtos o queijo, o salame, conservas vegetais, etc. (FREITAS EDUARDO, 2008).

A denominação “colônia” para representar as propriedades rurais, e a denominação “colonos” para os produtores rurais permanecem até hoje. Produtos coloniais são alimentos produzidos pelos colonos em suas propriedades, seguindo a tradição e o conhecimento transmitido de geração em geração, daí surge o nome queijo Colonial (CARVALHO, 2015).

A compra de produtos coloniais, isto é, aqueles produzidos artesanalmente nos padrões transmitidos pelos antepassados, apresenta também a dimensão afetiva do consumidor. Logo, esses odores, sabores e textura, lembram muitas vezes, o tempo de criança (DORIGON; RENK, 2011).

O queijo Colonial é considerado um queijo artesanal. No Sudoeste paranaense, o queijo Colonial é um dos mais procurados e aceitos pela população, sendo que sua origem é antiga e o mesmo já faz parte da cultura deste povo. Surgiu como alternativa de renda e agregação de valor ao leite para os produtores rurais (SILVA *et al.*, 2015). O queijo Colonial é produzido em todo o Sul do país, em diversas regiões como Vale do Itajaí - SC, Noroeste do Rio Grande do Sul - RS, Oeste Catarinense - SC, Cantuquiriguaçu – PR e Sudoeste do Paraná – PR (CASTRO-CISLAGHI; BADARÓ, 2019).

O queijo Colonial artesanal do Sudoeste do Paraná é feito com leite de vaca cru através da coagulação enzimática por meio do coalho. Há variações de fabricação, onde cada produtor produz através do saber-fazer que geralmente foi passado através das gerações. Há diferenças nos teores de gordura, que é variável principalmente em razão da nutrição animal e raça. O uso de iogurte natural é comum para alguns produtores, o qual colabora na acidificação do produto (CASTRO-CISLAGHI; BADARÓ, 2019; CASTRO-CISLAGHI; BADARÓ, 2021).

É um queijo de massa semi-cozida ou cozida, dessorada, moldada, prensada, salgada e maturada. O cozimento da massa nem sempre acontece, porém quando realizado, geralmente é feito através de método indireto, por aquecimento da parede do tanque. A salga também é feita de maneiras distintas, na maioria das vezes faz-se a salga a seco ou na massa, sendo que a salga no leite ou através de salmoura são menos utilizadas (CASTRO-CISLAGHI; BADARÓ, 2019; CASTRO-CISLAGHI; BADARÓ, 2021).

A maturação é feita por poucos dias (10 a 20 dias), principalmente pela preferência do consumidor, que prefere produtos com sabor mais suave. Também não há padrão de maturação, sendo que alguns produtores realizam em temperatura ambiente, ambiente climatizado, câmara fria (acima de 5 °C) ou ainda área subterrânea (porão). Durante a maturação, alguns produtores fazem a imersão do queijo em vinho ou vinagre, o que proporciona uma coloração escura da casca e sabor característico (CASTRO-CISLAGHI; BADARÓ, 2019; CASTRO-CISLAGHI; BADARÓ, 2021).

Quanto às características sensoriais, o queijo Colonial artesanal do Sudoeste do Paraná tem formato típico cilíndrico ou paralelepípedo, de cor amarelada ou amarelo-palha, produzido sem o uso de corantes, sabor e odor característicos, suave, ligeiramente ácido, pouco desenvolvido a pronunciado de acordo com o grau de maturação. De textura compacta, podendo apresentar olhadura irregular pequena e pouco numerosa. Tem consistência semidura ou branda/macia, segundo o conteúdo de umidade, matéria gorda e grau de maturação. A crosta é grossa, irregular e as peças de queijo variam de 1 a 3 kg (BADARÓ; CASTRO-CISLAGHI, 2019; CASTRO-CISLAGHI; BADARÓ, 2021).

Quanto à classificação dos queijos segundo o RTIQ (BRASIL, 1996) em relação ao teor de umidade e GES, o queijo Colonial apresenta grande variação, sendo que

os queijos variam como de alta umidade (46 - 54,9%), média umidade (36 – 45,9%) ou baixa umidade (até 35,9%), de acordo com o modo de fabricação e período de maturação. No que se refere ao teor de GES, os queijos são classificados como semigordos (25 – 44,9%) ou gordos (45 – 59,9%) (CORREIA *et al.*, 2020; SILVA *et al.*, 2015).

No quesito econômico-social, o queijo Colonial é importante para os pequenos agricultores, que tem nesta atividade formas para complementar a renda familiar. A produção e venda deste produto é de grande importância para a sociedade, pois além de gerar empregos, aumenta a permanência das famílias no campo, valorizando ainda a cultura e as tradições locais (VIANA; TRICHES; CRUZ, 2019).

O queijo Colonial artesanal da região Sudoeste do Paraná já foi estudado no que se refere aos seus aspectos físico-químicos, microbiológicos, sensoriais (ANTONELLO; KUPKOVSKI; BRAVO, 2012; CORREIA *et al.*, 2020; DICKEL *et al.*, 2016; OLIVEIRA; BRAVO; TONIAL, 2012; SILVA *et al.*, 2015; SILVA *et al.*, 2020; SILVEIRA JÚNIOR *et al.*, 2012) e socioeconômicos (VIANA; TRICHES; CRUZ, 2019). Porém, muitos estudos ainda se tornam necessários. Além de atender a legislação, a caracterização deste produto artesanal é importante para a sua valorização e contribui para o processo de Indicação Geográfica do queijo Colonial artesanal do Sudoeste.

3.3 ASPECTOS REGULATÓRIOS

A Portaria 146/1996 exige um período mínimo de maturação de 60 dias para queijos elaborados a partir de leite cru (BRASIL, 1996). Porém, na realidade a maioria dos queijos feitos artesanalmente acabam sendo comercializados em um período bem mais curto de maturação, entre 3 a 15 dias (CARDOSO *et al.*, 2015).

Neste sentido, a legislação por necessidade, foi adaptando-se e reconhecendo que os queijos de leite cru poderiam ser comercializados com período de maturação menor. Mas, para que haja a comprovação da inocuidade deste produto, muitos estudos tornam-se necessários.

O novo RIISPOA (Decreto 9.013/2017 com alterações) reafirma essa premissa, que queijos de leite cru devem ser maturados a uma temperatura superior a 5 °C por pelo menos 60 dias. Porém, o período mínimo de maturação pode ser

alterado, após estudos científicos comprovarem a inocuidade do produto, ou em casos previstos em RTIQ (BRASIL, 2017).

Como o queijo Colonial ainda não possui RTIQ, demonstra-se a importância de estudos técnico-científicos comprovarem a inocuidade do produto, e com isso, possibilitar a maturação inferior aos 60 dias previstos.

Em 2018, foi publicada a Lei 13.680/2018 que dispõe sobre a fiscalização de produtos artesanais, os quais poderão ser identificados através do selo ARTE (BRASIL, 2018a) e em 2019 foi publicado o Decreto 9.918/2019 que regulamenta esta lei, sendo que o produto artesanal que seguir todas as exigências necessárias, poderá ser vendido em todo território nacional com o referido selo de identificação (BRASIL, 2019a).

A publicação desta lei e decreto foi um grande avanço para os produtores artesanais, que antes tinham as mesmas exigências de grandes indústrias, impossibilitando muitas vezes a venda legalizada deste produto.

Complementarmente, em 2019, foi publicada a Lei 13.860 que dispõe sobre a elaboração e a comercialização de queijos artesanais, reafirmando que o “tempo de cura de queijos elaborados com leite cru é definido com base no processo tecnológico de produção de cada variedade de queijo, de acordo com suas características” (BRASIL, 2019b).

Porém, para os produtores de queijo artesanal conseguirem produzir tal produto e o mesmo ser reconhecido como artesanal, o leite precisa ser proveniente de estabelecimento rural que participa do programa de controle de mastite, tem implantado o programa de Boas Práticas Agropecuárias (BPA) na propriedade, possui o controle sobre a potabilidade da água e a rastreabilidade dos produtos. E para terem reconhecida a queijaria produtora de queijo artesanal, as exigências são: implantar o programa de Boas Práticas de Fabricação (BPF), controlar a potabilidade da água e implementar a rastreabilidade dos produtos (BRASIL, 2019b).

Em nível estadual, o Paraná também possui legislação própria acerca do assunto, a Lei 19.599 de 17 de julho de 2018 dispõe sobre a produção e a comercialização dos queijos artesanais no estado do Paraná. As principais exigências são a propriedade ser certificada como livre de tuberculose e brucelose, controle de mastite, realizar Boas Práticas de Ordenha (BPO) e de Fabricação (BPF) e ter controle da qualidade da água (PARANÁ, 2018).

Ainda em relação ao período de maturação a lei 19.599/2018 diz que o “período de maturação dos queijos artesanais estabelecido em regulamento técnico específico para cada tipo de queijo será definido mediante comprovação laboratorial que assegure a qualidade higiênico-sanitária do produto” (PARANÁ, 2018).

Com as referidas legislações flexibilizando principalmente a maturação e demais exigências na produção de queijos artesanais, demonstra-se cada vez mais a importância de estudos científicos comprovando a inocuidade e caracterizando esses produtos, para garantir a segurança ao consumidor.

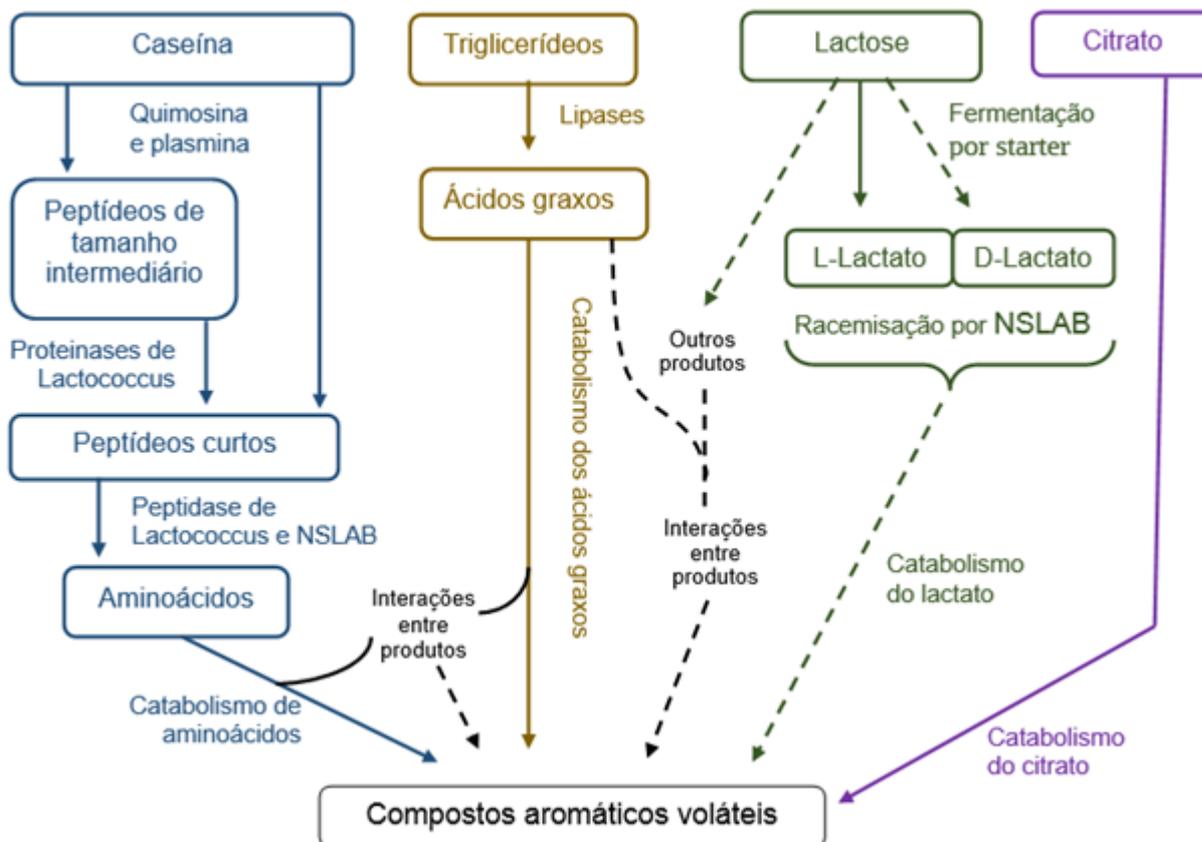
3.4 MATURAÇÃO

O queijo logo após produzido, a coalhada ainda fresca, possui um sabor brando o qual é muito semelhante entre algumas variedades de queijo, pois durante a maturação é que características de cor, sabor, textura, aroma irão se desenvolver, através de reações bioquímicas de glicólise, proteólise e lipólise, por meio da microbiota endógena, microrganismos adicionados (fermento) ou enzimas do coagulante (MCSWEENEY, 2004).

A microbiota do queijo participa de eventos bioquímicos associados à maturação, diminuindo o pH da coalhada e participando ativamente da proteólise e lipólise. As BAL desempenham papel importante na maturação dos queijos, principalmente por seu poder proteolítico (CÂMARA *et al.*, 2017).

Na Figura 1 apresentam-se os principais caminhos bioquímicos que ocorrem durante a maturação.

Figura 1 – Caminhos bioquímicos durante a maturação do queijo.



Fonte: Brandielli (2016) adaptado de McSWEENEY (2004).

3.4.1 Glicólise

Na fabricação do queijo, a maior parte da lactose do leite vai para o soro (aproximadamente 98%), mas ainda resta na coalhada entre 0,8-1,0% de lactose, que é rapidamente metabolizada pelas bactérias iniciadoras. Esse metabolismo completo é importante para diminuir a incidência do desenvolvimento de microrganismos secundários não desejáveis no queijo (McSWEENEY; FOX; CIOCIA, 2017).

A glicólise se inicia durante a coalhada do queijo ou nos primeiros estágios da maturação. A lactose, e em alguns queijos também o citrato, são as principais fontes energéticas das bactérias do queijo, assim ambas as substâncias são metabolizadas a ácido láctico, via ácido pirúvico. Tanto o citrato, quanto o ácido pirúvico são importantes precursores de compostos responsáveis pelo aroma e sabor (ROBINSON; WILBEY, 1998).

O lactato contribui para o sabor do queijo no início da maturação, porém o principal efeito da acidificação, é a modificação do pH, influenciando o crescimento da flora secundária e a atividade das enzimas de maturação (McSWEENEY, 2004).

3.4.2 Lipólise

A lipólise, a re-esterificação dos ácidos graxos livres e a sua degradação oxidativa são as três vias de modificação dos lipídeos no queijo. A lipólise é muito variável de um tipo de queijo para outro (THIERRY *et al.*, 2017). Os ácidos graxos livres dos queijos podem ter origens diferentes da via lipolítica. Alguns são advindos da fermentação dos lactatos, outros da transformação de aminoácidos. Os próprios ácidos graxos livres podem sofrer diversas alterações. A β -oxidação, por exemplo, transforma ácidos graxos saturados em metilcetonas (agentes de sabor e aroma de queijos Azuis); a esterificação dá origem a formação de ésteres e ácidos graxos de cadeia curta (responsáveis pelo sabor frutado em queijos); e a lactonização, que é uma esterificação interna, também conduzem a formação de aroma (LOURENÇO NETO, 2013).

A hidrólise enzimática de triacilgliceróis é essencial para o desenvolvimento do aroma em queijos. As enzimas lipolíticas no queijo são provenientes de diversas fontes, podendo vir do próprio leite, em alguns casos do coalho, das bactérias *starter*, das culturas secundárias microbianas, das bactérias ácido lácticas não *starter* e outros microrganismos da maturação e ainda de preparações com lipase exógena (THIERRY *et al.*, 2017).

3.4.3 Proteólise

Quando se fala em maturação, a proteólise é o principal processo, que é a degradação das proteínas. É realizada pelos sistemas enzimáticos do coalho e é fator preponderante para a qualidade do queijo, sobretudo nos aspectos de sabor e consistência (PERRY, 2004).

Esse evento bioquímico é o mais complexo e muitas vezes, o mais importante dos eventos bioquímicos primários que ocorrem no queijo durante a maturação. Ele

contribui para o desenvolvimento da textura, sabor e aroma do queijo (UPADHYAY *et al.*, 2004).

A proteólise no queijo durante a maturação é feita por enzimas de diversas fontes, podendo ser provenientes do leite, coalho, bactérias *starters* e não-*starters*, culturas adjuntas de maturação, enzimas proteolíticas exógenas (ARDÖ *et al.*, 2017).

Os diferentes teores de nitrogênio podem relacionar a maturação com índices de extensão e profundidade. A extensão da maturação é caracterizada pela quantidade de substâncias nitrogenadas solúveis acumuladas durante a maturação, expressa como porcentagem do nitrogênio total. A profundidade da maturação, por outro lado, abrange as substâncias nitrogenadas de baixa massa molar, como aminoácidos, oligopeptídeos, aminas (LOURENÇO NETO, 2013).

3.5 COMPOSTOS VOLÁTEIS COMO QUALIFICADORES DE QUEIJOS ARTESANAIS

Durante a maturação do queijo, diversos compostos voláteis são liberados. Alguns não são tão acentuados, porém alguns desses compostos dão ao queijo o seu aroma característico. Quando comparado queijo elaborado com leite cru e queijo elaborado com leite pasteurizado, há uma perda de compostos voláteis quando o leite sofre o tratamento térmico. Com isso, estudos mais detalhados tornam-se necessários para a definição de uma impressão digital aromática, que pode servir para monitorar o perfil de maturação do queijo (KIRMACI *et al.*, 2015).

O uso de leite cru na fabricação de queijos aumenta o conteúdo de compostos voláteis, especialmente ácidos, álcoois, ésteres, pois o tratamento térmico inativa enzimas e microrganismos que estão presentes no leite e são responsáveis pela formação de compostos aromáticos (DELGADO *et al.*, 2011).

Reações químicas e bioquímicas ocorrem simultaneamente durante o processamento do queijo, desempenhando um papel fundamental na qualidade final do produto, provocando mudanças no aroma, na aceitação e/ou rejeição dos consumidores, e estas estão diretamente ligadas ao perfil aromático dos queijos (MATERA *et al.*, 2018).

Como já citado, o perfil volátil é muito importante para a qualidade sensorial dos queijos. Pode ser considerado uma impressão digital, já que o sabor de um tipo

de queijo é o resultado de um equilíbrio específico entre os compostos voláteis produzidos durante o processo de fabricação (BEZERRA *et al.*, 2016).

A microextração em fase sólida no *headspace* (HS-SPME) é a técnica atualmente utilizada para uma grande variedade de queijos. Em complemento o método mais utilizado para identificar e quantificar componentes de aroma e sabor em diversos alimentos, inclusive o queijo é a cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massa (GC-MS). Os métodos tradicionais são pouco utilizados, devido à sua baixa taxa de recuperação de compostos altamente voláteis e perda de compostos termolábeis (BEZERRA *et al.*, 2016).

Muitos queijos artesanais em todo o mundo foram avaliados quanto ao perfil de compostos voláteis como modo de caracterizar tal produto como único, singular, demonstrando suas características particulares (BERTOLINO *et al.*, 2011; BEZERRA *et al.*, 2016; DELGADO *et al.*, 2011; DELGADO *et al.*, 2010; HAYALOGLU; KARABULUT, 2013; HAYALOGLU *et al.*, 2013; MATERA *et al.*, 2018; SÁDECKÁ *et al.*, 2014; SERHAN *et al.*, 2010; SULEJMANI; HAYALOGLU, 2018).

Por serem considerados uma impressão digital, os compostos voláteis servem para confirmar a singularidade do produto, podendo ser associados à região em que o rebanho se alimentou, às condições de maturação que o queijo passou e aos microrganismos *starters* presentes endogenamente no leite. Todas essas condições em conjunto desenvolvem as características de aroma e sabor conferidas pelos compostos voláteis, tão importantes para a qualidade e singularidade dos queijos artesanais.

4 MATERIAL E MÉTODOS

Foram analisados queijos Coloniais artesanais de três diferentes queijarias, com inspeção municipal, localizadas na região Sudoeste do Paraná, denominadas A, B e C. Os queijos foram produzidos e maturados conforme técnicas usualmente empregadas (não houve interferência no saber-fazer dos produtores). A produção e maturação dos queijos ocorreu nos meses de fevereiro, março e abril de 2019.

Os queijos foram produzidos a partir de leite de vaca cru e coalho líquido (coagulante quimosina microbiana), sendo que as queijarias B e C adicionaram uma pequena quantidade de iogurte natural ao leite. As etapas de salga e maturação foram realizadas de maneira distinta, sendo que as queijarias A e B realizaram salga na massa e C realizou a salga a seco. Quanto à maturação, as queijarias A e B realizaram a maturação em câmara fria e na queijaria C a maturação aconteceu à temperatura ambiente. A temperatura e umidade relativa durante a maturação estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Temperatura e umidade relativa durante a maturação do queijo Colonial artesanal do Sudoeste do Paraná.

		Queijaria		
		A	B	C
Temperatura (°C)	Mínima	2,7	6,0	17,9
	Máxima	18,3	10,6	32,8
	Média	7,3	7,4	24,6
Umidade relativa (%)	Mínima	72	67	32
	Máxima	93	93	84
	Média	85	82	67

As coletas foram realizadas em oito períodos diferentes de maturação (1, 8, 15, 22, 29, 36, 50 e 64 dias após a fabricação). A cada coleta foram separados de forma aleatória simples três peças de queijo por queijaria, feitos em uma única batelada, sendo todos do mesmo lote de fabricação. Foi realizada a codificação das amostras, sendo que ainda na propriedade os queijos provenientes da queijaria A, foram denominados QA, os da queijaria B foram denominados QB e os da queijaria C,

denominados QC. As amostras foram acondicionadas em caixas térmicas e encaminhadas à Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Câmpus Francisco Beltrão.

As análises de pH, acidez titulável, composição proximal, índice de maturação, cor e textura dos queijos foram realizadas nos laboratórios de Leite e Derivados, Bioquímica, Química e Físico-Química da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Câmpus Francisco Beltrão. As análises de atividade de água (Aw), teor de sódio e compostos voláteis foram realizadas em instituições parceiras, a Universidade Federal da Fronteira Sul - Câmpus Realeza, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Câmpus Londrina e Instituto Federal do Rio de Janeiro, respectivamente.

4.1 ANÁLISES QUÍMICAS

No preparo das amostras para análises químicas, primeiramente foram retirados 0,5 cm da casca dos queijos e a parte interna triturada em processador de alimentos doméstico. Todas as análises químicas foram feitas em triplicata, com exceção das análises de lipídios e voláteis, que foram realizadas em duplicata.

4.1.1 pH, acidez e atividade de água

O pH foi verificado através de pHmetro de bancada microprocessado TEC-5 (Tecnal, Piracicaba, Brasil). A análise de acidez foi realizada por titulação, utilizando hidróxido de sódio 0,1 M e o resultado expresso em g de ácido láctico/100 g de queijo (BRASIL, 2018b).

A atividade de água foi determinada através de equipamento medidor de atividade de água, Labmaster (Novasina AG, Lachen, Suíça) a 25 °C.

4.1.2 Composição proximal

Na determinação de umidade e cinzas foi seguido o método gravimétrico, sendo que na análise de umidade foi utilizada a estufa a 105 °C (Deleo, Porto Alegre, Brasil) e cinzas em mufla a 550 °C (GP Científica, Belo Horizonte, Brasil) (AOAC,

2005). Os sólidos totais foram obtidos através de cálculo, onde subtraiu 100 pela porcentagem de umidade e voláteis (BRASIL, 2018b).

A análise da proteína total foi realizada em destilador de nitrogênio (Solab, Piracicaba, Brasil) pelo método de Kjeldahl, segundo metodologia adaptada de Pereira *et al.* (2001). Para obter o valor de proteína total, o valor de nitrogênio total foi multiplicado pelo fator de conversão para queijos 6,38 (IAL, 2008).

Para a determinação de lipídios, foi utilizado extrator Soxhlet (Nova Ética, Vargem Grande Paulista, Brasil), com amostra previamente tratada com ácido clorídrico segundo método de hidrólise ácida para dissolver as proteínas e liberar os lipídios que se encontram em emulsão (AOAC, 1984).

A Gordura no Extrato Seco (GES) foi determinada indiretamente pela Equação (1) (PEREIRA *et al.*, 2001).

$$\% \text{ GES} = \frac{\% \text{ gordura}}{\% \text{ Extrato seco total}} \times 100 \quad (1)$$

4.1.3 Teor de sódio

O teor de sódio foi determinado a partir das cinzas. As cinzas foram dissolvidas em 1,0 mL de HNO₃ purificado por destilação, e o volume final de 15 mL foi completado com água ultrapura. As amostras foram filtradas com auxílio de filtro seringa.

Para determinação de sódio foi utilizada a solução supressora de cloreto de potássio. As análises foram realizadas em espectrômetro de absorção atômica com atomização por chama (SOLAAR S4, Thermo Scientific, EUA) com pérola de impacto e correção de fundo com lâmpada de deutério. A leitura de absorbância foi realizada em 589 nm. Foi utilizada lâmpada de cátodo oco e chama oxidante utilizando os gases ar/acetileno. Concentrações de supressores de ionização, agente liberador e outros parâmetros instrumentais seguiram recomendações do fabricante do equipamento (OLIVEIRA *et al.*, 2002).

4.1.4 Proteólise

Na análise da proteólise, foram medidos os índices de extensão (Nitrogênio solúvel em pH 4,6) e profundidade (Nitrogênio solúvel em ácido tricloroacético 12%)

de maturação (PEREIRA *et al.*, 2001). As amostras foram preparadas com água destilada e uma solução de citrato de sódio 0,5 M. Para a determinação de Nitrogênio Solúvel em pH 4,6 foi utilizada a solução de ácido clorídrico 1,41 M, e para a determinação de Nitrogênio Solúvel em ácido tricloroacético 12% (TCA 12%) foi utilizada a solução de ácido tricloroacético 24% (p/v) para preparo da solução de TCA 12%. Após o preparo da amostra foi realizada a digestão e destilação pelo método de Kjeldahl.

O Nitrogênio solúvel em pH 4,6 (NS pH 4,6) e Nitrogênio solúvel em Ácido Tricloroacético (NS TCA 12%) foram determinados pela Equação (2) e (3), respectivamente.

$$\% \text{ NS pH 4,6} = \frac{(A - B) \times C_i \times f_c \times 1,4}{g} \quad (2)$$

$$\% \text{ NS TCA 12\%} = \frac{(A - B) \times C_i \times f_c \times 1,4}{g} \quad (3)$$

Onde:

% NS pH 4,6: teor percentual (m/m) de nitrogênio solúvel em pH 4,6

% NS TCA 12%: teor percentual (m/m) de nitrogênio solúvel em TCA 12% (m/v)

A: volume de solução de ácido clorídrico gasto na titulação da amostra

B: volume de solução de ácido clorídrico gasto na titulação da prova em branco

C_i: concentração (mol/L) da solução de ácido clorídrico

f_c: fator de correção para a solução de ácido clorídrico

g: porção alíquota da amostra

Para calcular os valores do Índice de Extensão de Maturação (IEM) e Índice de Profundidade de Maturação (IPM), foi dividido o valor de NS pH 4,6 pelo Nitrogênio Total e dividido o NS TCA 12% pelo Nitrogênio Total, respectivamente. Os valores foram expressos em porcentagem.

4.1.5 Compostos voláteis

Os compostos voláteis foram determinados usando três gramas de queijo em frascos de 20 mL contendo 2,5 mL de solução saturada de NaCl com septo de PTFE/silicone e tampa de rosca de alumínio (Matera *et al.*, 2018). A extração foi realizada em fibra de Divinilbenzeno/Carboxen/Polidimetilsiloxano (DVB/CAR/PDMS) 50/30 μm (Supelco, Bellefonte, PA, EUA). Após o tempo de equilíbrio de 30 minutos a 70 °C com agitação de 750 rpm em *vortex* (Logen Scientific) o septo foi perfurado com a fibra retraída na agulha e então a fibra foi exposta à amostra por 30 minutos extraindo os voláteis do *headspace* por 30 minutos, nas mesmas condições. A identificação dos compostos foi realizada em um cromatógrafo de gás Agilent 7890A-5975C (Santa Clara, EUA), coluna capilar CP-Wax 52 CB (60 m x 0,25 mm x 0,25 μm). As condições cromatográficas adotadas foram: temperatura do injetor 240 °C; gás Hélio utilizado como gás de arraste a um fluxo da fase móvel: 1 mL min⁻¹ e programação do forno cromatográfico (45 °C por 5 minutos, com rampa de temperatura de 10° C min⁻¹ até 240 °C mantendo-se nesta temperatura por 10 minutos). O espectro de massa foi obtido na faixa de 40 a 400 m/z. Os compostos voláteis foram identificados por meio de comparações dos espectros de massa principais, moleculares e qualificadores de componentes individuais com os bancos de dados de espectrais de massa do NIST (versão 11) do *software* Agilent Mass Hunter Qualitative Analysis (Agilent Technologies versão B.04.00). A confirmação da identificação dos compostos selecionados foi obtida pela comparação dos índices de retenção linear de cada substância, calculado a partir de um padrão de calibração de alcanos de 8 a 40 carbonos (padrão Sigma, 40147-U) por meio da equação de Van der Dool and Kratz (1963).

4.2 ANÁLISES FÍSICAS

4.2.1 Perfil de Textura

Para análise de textura, foi avaliado o perfil de textura (TPA) dos queijos, em que os parâmetros avaliados foram dureza, coesividade, elasticidade e mastigabilidade, utilizando-se o equipamento texturômetro TA.XT Plus (Stable Micro

Systems, Godalming, UK). Para essa análise foi necessário realizar o preparo da amostra, cortando cilindros de queijo com diâmetro de 35 mm e 20 mm de altura. O dinamômetro foi calibrado para 50 N de força de carga. A amostra foi colocada no centro da plataforma do aparelho e comprimida duas vezes até 50% de sua altura sob pressão de 0,1 N em velocidade de compressão de 2 mm/s. A distância da amostra para o *probe* (P/40) foi de 10 mm e o tempo de repouso entre os ciclos de compressão foi de 5 segundos. Foram realizadas 8 replicatas.

4.2.2 Cor

Para a análise de cor foi utilizado colorímetro Chroma Meter CR400/410 (Konica Minolta, Osaka, Japão). A avaliação da cor foi realizada pelas coordenadas $L^*a^*b^*$ (definido pela “Comission Internationale de L'éclairage” – “CIE 1976 $L^*a^*b^*$ Uniform Colour Space”). A análise foi feita na parte externa (base superior e inferior) e interna do queijo. Para a análise interna, foi retirado 0,5 cm da casca. Foram realizadas 6 replicatas.

4.3 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Para checar a distribuição normal dos dados foi utilizado o teste de Shapiro-Wilk (*software* R versão 3.6.1) e em seguida foi aplicada a análise de variância (Kruskal-Wallis) e o teste de Conover-Iman foi usado para a comparação das médias (XLSTAT 2020.4 versão trial - Addinsoft, New York, USA, 2020). Os resultados foram expressos como médias \pm desvio padrão (DP). A relação entre os parâmetros químicos e os atributos de cor e textura foi avaliada usando o teste de correlação linear de Pearson (*software* R versão 3.6.1). Foram realizadas análises multivariadas de Análise de Componentes Principais (XLSTAT 2020.4 versão trial - Addinsoft, New York, USA, 2020), para os compostos voláteis. Todos os testes foram realizados ao nível de 5% de significância.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 ANÁLISES QUÍMICAS

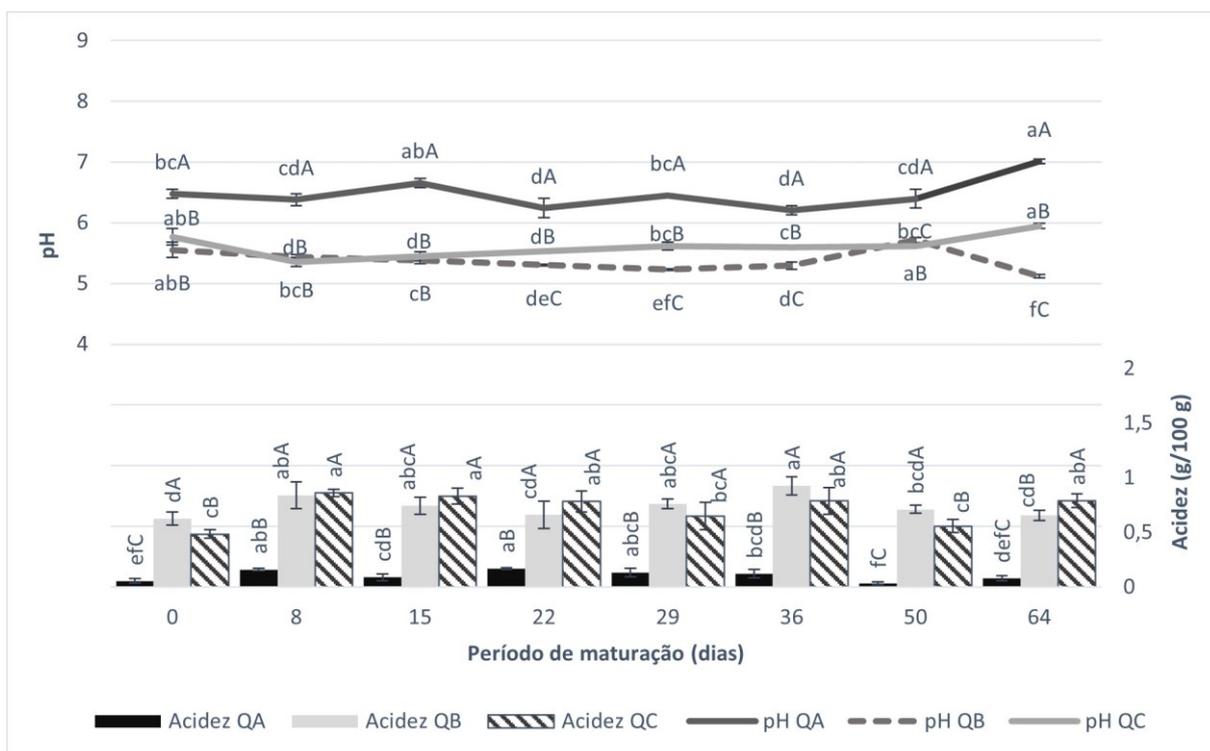
5.1.1 pH e acidez

O pH e acidez de QB e QC apresentaram comportamento semelhante, tendo uma acidez mais elevada e um valor de pH mais baixo (Figura 2). Este fato pode ser justificado pelo fato das queijarias B e C utilizarem iogurte na formulação. O iogurte ajuda a aumentar a acidez e diminuir o pH, pois as bactérias ácido lácticas presentes irão fermentar a lactose ainda presente no queijo e acidificar a massa mais rapidamente, do que somente as bactérias endógenas do leite cru (CASTRO-CISLAGHI; BADARÓ, 2019). A baixa acidez e elevado pH apresentado pelo QA pode ser devido à não utilização do iogurte, mas também pode indicar uma inibição das BAL endógenas do leite cru.

Em geral os valores de pH variaram entre 5,12 a 7,01 e resultados similares foram apresentados em estudo dos queijos Coloniais artesanais do Paraná, cujo pH estava entre 6,21 e 4,95 (CASTILHO *et al.*, 2019). Em estudo com queijos Coloniais comercializados na região Sudoeste do Paraná, foram obtidos valores de pH entre 5,62 a 5,80, valores próximos aos encontrados pelas queijarias B e C, sendo um pouco abaixo dos valores obtidos para a queijaria A (DICKEL *et al.*, 2016).

Em estudo sobre a qualidade microbiológica e físico-química de queijos Coloniais comercializados no Sudoeste do Paraná, valores de acidez entre 0,09% a 0,55% de acidez em ácido láctico foram encontrados. Os valores mais baixos de acidez no início da maturação, podem ser explicados pelo fato de ainda não ter sido degradada toda a lactose ainda presente no queijo (SILVA *et al.*, 2015).

Figura 2 - pH e acidez do queijo Colonial artesanal do Sudoeste do Paraná durante o período de maturação (n=3)



QA: Queijo A; QB: Queijo B; QC: Queijo C

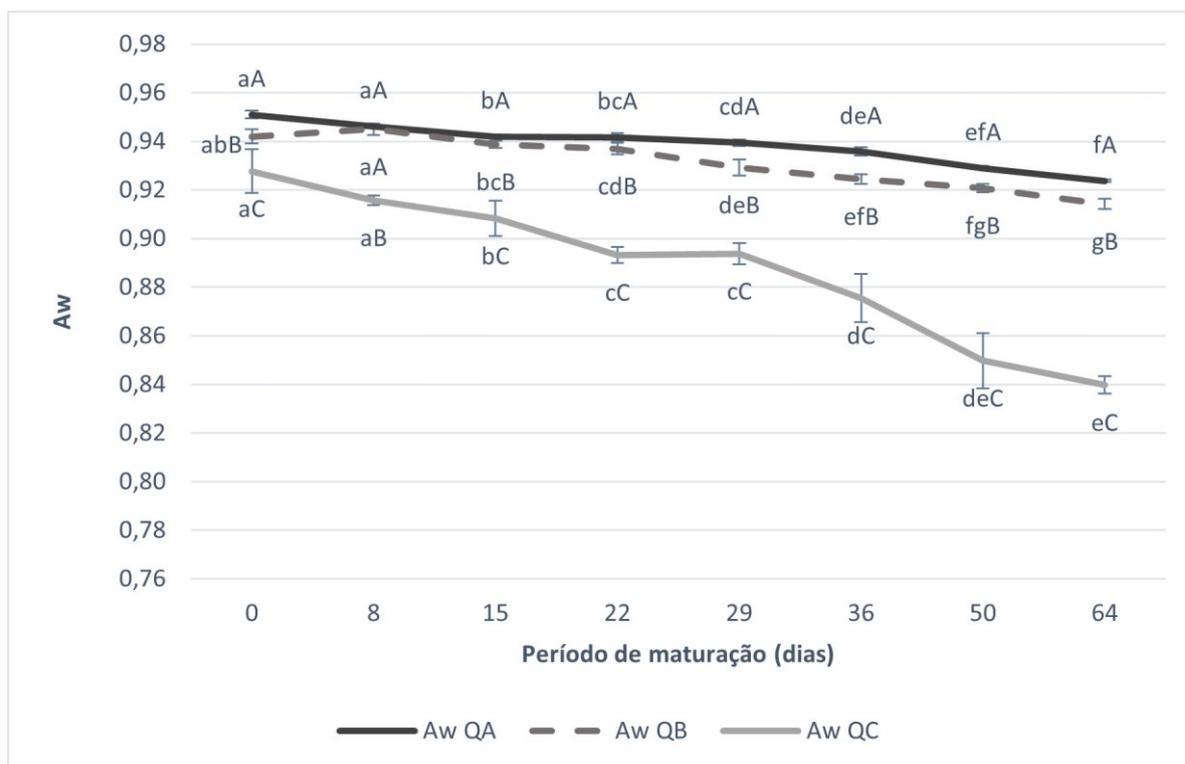
Dados expressos como média \pm desvio padrão. Barras e/ou linhas com letras minúsculas diferentes indicam diferenças significativas entre os períodos de maturação no mesmo queijo. Barras e/ou linhas com letras maiúsculas diferentes indicam diferenças significativas entre os queijos no mesmo período de maturação (Conover-Iman, $p < 0,05$).

5.1.2 Atividade de água

Houve um decréscimo da atividade de água para todos os queijos e este decréscimo foi mais acentuado para a amostra QC (Figura 3). Esta diferença pode estar relacionada às temperaturas mais elevadas de maturação praticadas na queijaria C, que promovem a aceleração da maturação (MURTAZA *et al.*, 2012). Quanto maior a temperatura de maturação, maior a perda de umidade do queijo, o que causa uma maior concentração de sólidos, dentre eles o sódio e esse é um dos fatores que interfere diretamente na A_w (DORES; NOBREGA; FERREIRA, 2013). De fato, QC apresentou menores valores para umidade (Figura 4) e maiores valores de

sódio (Figura 5), tendo em vista a temperatura de maturação diferente das demais queijarias.

Figura 3 - Aw do queijo Colonial artesanal do Sudoeste do Paraná durante o período de maturação (n=3)



QA: Queijo A; QB: Queijo B; QC: Queijo C

Dados expressos como média \pm desvio padrão. Barras e/ou linhas com letras minúsculas diferentes indicam diferenças significativas entre os períodos de maturação no mesmo queijo. Barras e/ou linhas com letras maiúsculas diferentes indicam diferenças significativas entre os queijos no mesmo período de maturação (Conover-Iman, $p < 0,05$).

5.1.3 Umidade e sólidos totais

Os valores de umidade decresceram ao longo da maturação, porém o queijo C (QC) apresentou perda de umidade mais acelerada (Figura 4), possivelmente devido à temperatura de maturação mais elevada e umidade relativa mais baixa (Tabela 1). A perda de umidade durante a maturação pode ser atribuída à umidade relativa do ar e à temperatura de maturação, sendo este o fator mais importante (CARVALHO *et al.*, 2019; DORES; NOBREGA; FERREIRA, 2013). A umidade variou de 25,22 – 50,07%,

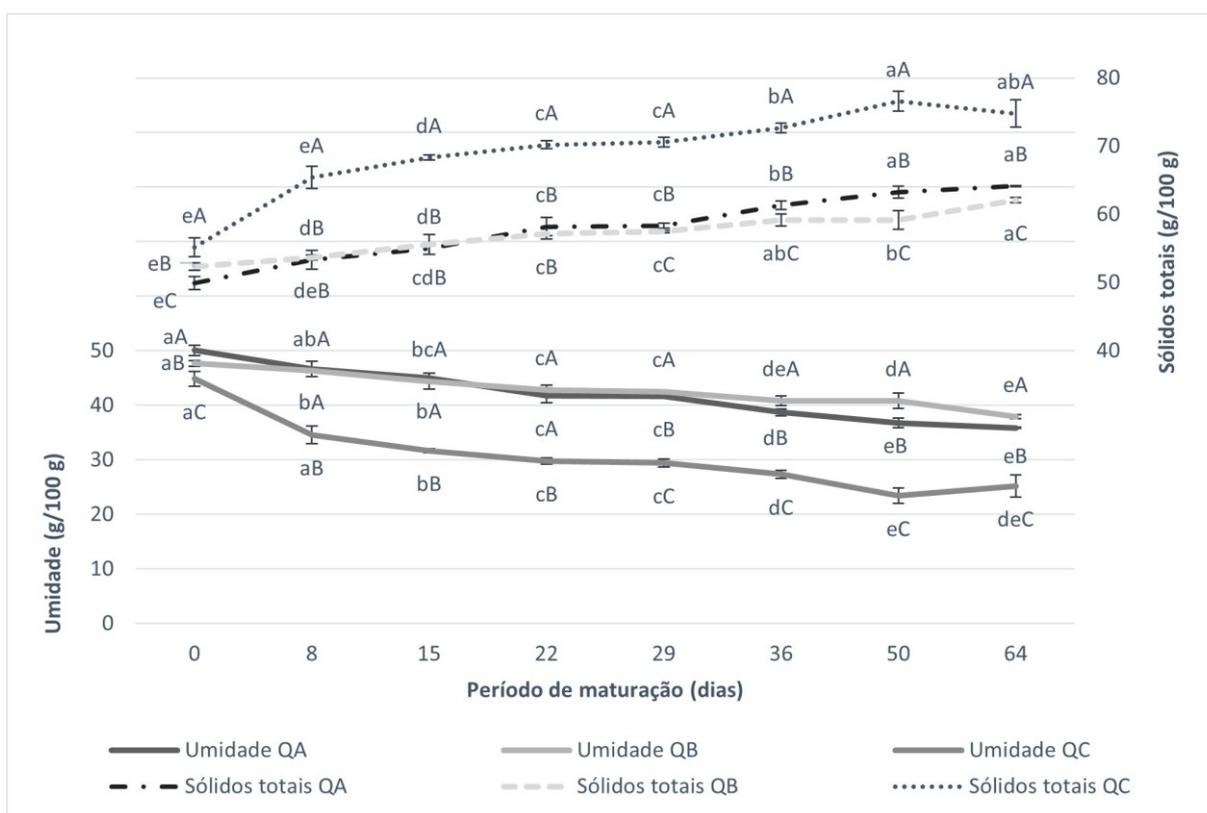
sendo uma perda mais acentuada que o observado no estudo com o queijo Colonial da região Oeste de Santa Catarina (33,88 a 47,19% de umidade) (CARVALHO *et al.*, 2019).

Os queijos podem ser classificados de diversas formas. No Brasil, utiliza-se a Portaria 146 (BRASIL, 1996), que classifica com base nos valores de GES e umidade. Em relação aos valores de umidade, os queijos A e B (QA e QB) de 0 a 8 dias de maturação foram classificados como queijos de alta umidade (macios - teor de umidade entre 46,0 e 54,9%); e média umidade (massa semidura - teor de umidade entre 36,0 e 45,9%) do 15° ao 50° dias de maturação. Aos 64 dias de maturação, QA e QB foram classificados como queijo de baixa umidade (massa dura – teor de umidade com máximo de 35,9%), e queijo de média umidade (massa semidura - teor de umidade entre 36,0 e 45,9%), respectivamente. O QC com 0 dias de maturação foi classificado como queijo de média umidade (massa semidura - teor de umidade entre 36,0 e 45,9%) e de 8 a 64 dias foi classificado como baixa umidade (massa dura – teor de umidade com máximo de 35,9%) (BRASIL, 1996).

Essas diferenças de umidade entre os queijos também podem estar relacionadas à tecnologia de fabricação. O tamanho do grão no corte, tempo e temperatura de mexedura e cocção e a intensidade da prensagem têm influência na umidade do queijo (CASTRO-CISLAGHI; BADARÓ, 2019). Em relação à temperatura de semi-cocção dos queijos, QA realiza o aquecimento da massa a 38 °C, QB realiza o aquecimento a 40-42 °C, enquanto QC faz o aquecimento da massa a 40 °C. A umidade também é influenciada pelo teor de sódio do queijo, apresentando alta correlação negativa (-0,833 $p < 0,05$) (Tabela 3).

A concentração de sólidos totais é inversamente proporcional à umidade, ou seja, quanto mais a umidade diminui mais aumenta a concentração de sólidos. Os valores de sólidos totais de QA e QB aumentaram durante a maturação, e um aumento mais acentuado foi observado para QC (Figura 4), possivelmente devido à temperatura de maturação mais alta. O queijo artesanal argentino elaborado com leite de vaca cru, aos 30 dias de maturação apresentou 58,56% de sólidos totais, percentual que se assemelha aos queijos QA e QB, visto que o costume de maturar esse queijo na Argentina, é em geladeiras comerciais, sem controle de umidade, enquanto as queijarias A e B maturam os queijos em câmara fria, em temperatura mais baixa do que a queijaria C (VASEK *et al.*, 2013).

Figura 4 - Umidade e sólidos totais do queijo Colonial artesanal do Sudoeste do Paraná durante o período de maturação (n=3)



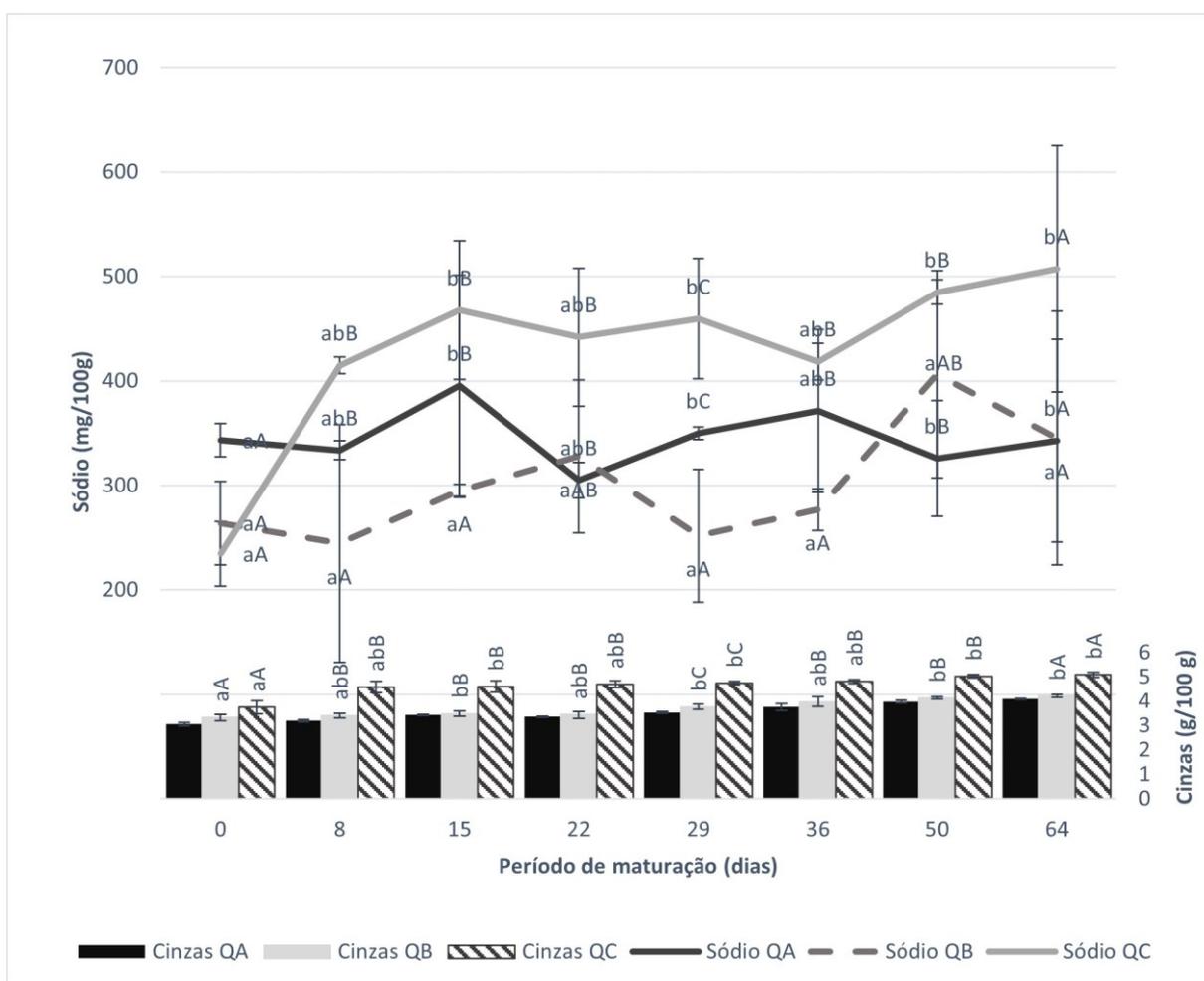
QA: Queijo A; QB: Queijo B; QC: Queijo C.

Dados expressos como média \pm desvio padrão. Barras e/ou linhas com letras minúsculas diferentes indicam diferenças significativas entre os períodos de maturação no mesmo queijo. Barras e/ou linhas com letras maiúsculas diferentes indicam diferenças significativas entre os queijos no mesmo período de maturação (Conover-Iman, $p < 0,05$).

5.1.4 Cinzas e teor de sódio

Na Figura 5 estão apresentados os valores de cinzas e teor de sódio. O percentual de cinzas aumentou no decorrer da maturação, o que é esperado, visto que aumentam a quantidade de sólidos totais, e dentre estes os sólidos que compõem as cinzas. O queijo artesanal mexicano feito com leite de vaca cru apresentou valores de cinzas entre 2,49 a 4,11%, indicando grande variabilidade e falta de padronização na produção (ROSA-ALCARAZ *et al.*, 2020), semelhantemente ao determinado para o queijo Colonial artesanal do Sudoeste do Paraná.

Figura 5 - Cinzas e sódio (Na) do queijo Colonial artesanal do Sudoeste do Paraná durante o período de maturação (n=3)



QA: Queijo A; QB: Queijo B; QC: Queijo C

Dados expressos como média \pm desvio padrão. Barras e/ou linhas com letras minúsculas diferentes indicam diferenças significativas entre os períodos de maturação no mesmo queijo. Barras e/ou linhas com letras maiúsculas diferentes indicam diferenças significativas entre os queijos no mesmo período de maturação (Conover-Iman, $p < 0,05$).

Os teores de sódio variaram de 253 a 494 (média 346 mg/100g) para QA, de 159 a 505 (média 303 mg/100g) para QB e de 211 a 618 (média 433 mg/100g) para QC. Houve grande variação no teor de sódio, tanto entre as queijarias quanto entre os queijos de uma mesma queijaria. Esse fato foi observado mesmo para as queijarias A e B que realizam a salga na massa, uma forma mais uniforme de salga. A queijaria C realiza a salga a seco, com isso, há um menor controle da quantidade de sal em cada peça de queijo. Além disso, com o passar dos dias da maturação, ocorre a

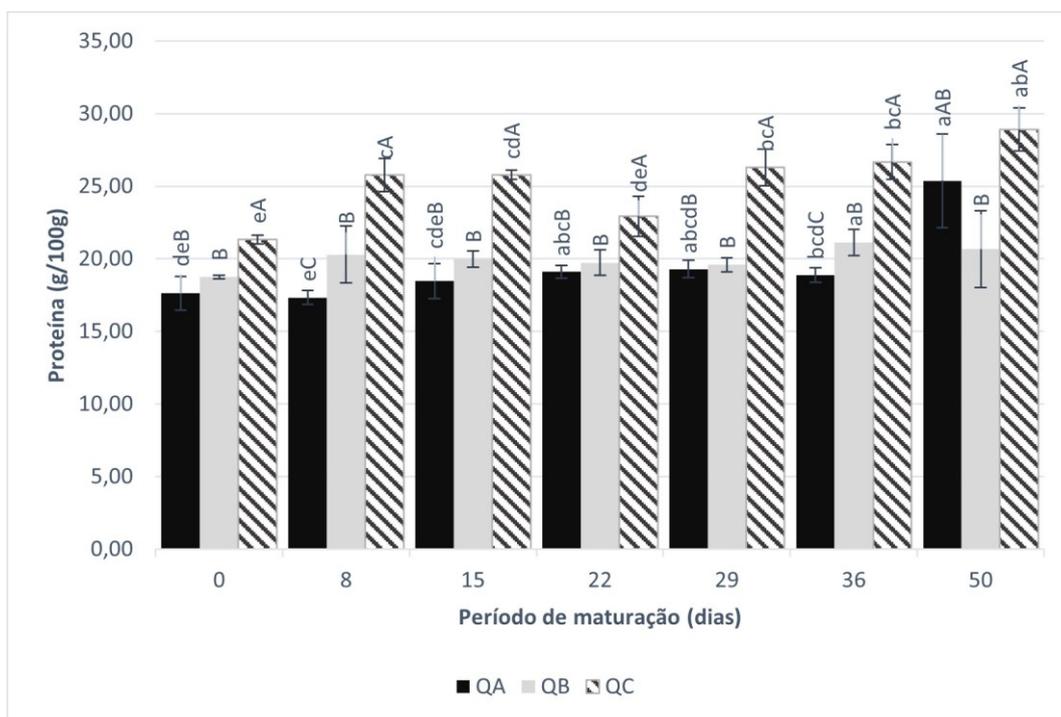
migração do sal do exterior para o interior do queijo. Resultados similares foram observados para queijo Minas artesanal da região da Canastra (queijo de leite de vaca cru), em que os valores de sódio também variaram bastante (de 561 a 1074 mg/100 g), principalmente quando comparadas as temperaturas de maturação (refrigeração ou ambiente) e o tipo de salga (DORES; NOBREGA; FERREIRA, 2013). Teores de sódio mais elevados (635 a 710 mg/100 g) foram observados por Dickel *et al.* (2016) em queijos Coloniais consumidos na região Sudoeste do Paraná.

5.1.5 Proteína total e proteólise

Na Figura 6 são apresentados os valores de proteína total. QA e QB são iguais estatisticamente durante a maior parte da maturação. Entretanto, QC difere dos demais queijos em quase todos os períodos. Câmara *et al.* (2017) ao analisarem o queijo Pico, um queijo artesanal português, feito de leite de vaca cru de curta maturação (~21 dias), obtiveram em média um valor de 35,10% de proteína ao final da maturação, valor acima do encontrado neste estudo, onde o valor médio de proteína foi de 20,63% ao longo da maturação. O queijo Colonial artesanal apresentou a média de 24,98% de proteína aos 50 dias de maturação, valor menor que o descrito para o queijo artesanal mexicano Adobera (34,96% de proteína) (RUVALCABA-GOMÉZ *et al.*, 2020).

Para entender a proteólise do queijo Colonial artesanal foram utilizados o índice de extensão de maturação (IEM) e o índice de profundidade de maturação (IPM) (Figura 7). Os queijos apresentaram valores de IEM entre 0,99 e 3,88%, apresentando leve aumento ao longo da maturação. O IEM ocorre pela degradação primária das caseínas e está relacionado com o poder proteolítico das enzimas do coalho, transformando proteínas em peptídeos médios e grandes. Espera-se que esses valores aumentem durante a maturação, conforme observado em queijo Minas artesanal da região do Serro, em que o valor de IEM foi aumentando gradativamente, apresentando valores menores (0,4 a 1,0%) aos encontrados nesse estudo (MARTINS *et al.*, 2015).

Figura 6 - Proteína total do queijo Colonial artesanal do Sudoeste do Paraná durante o período de maturação (n=3)



QA: Queijo A; QB: Queijo B; QC: Queijo C

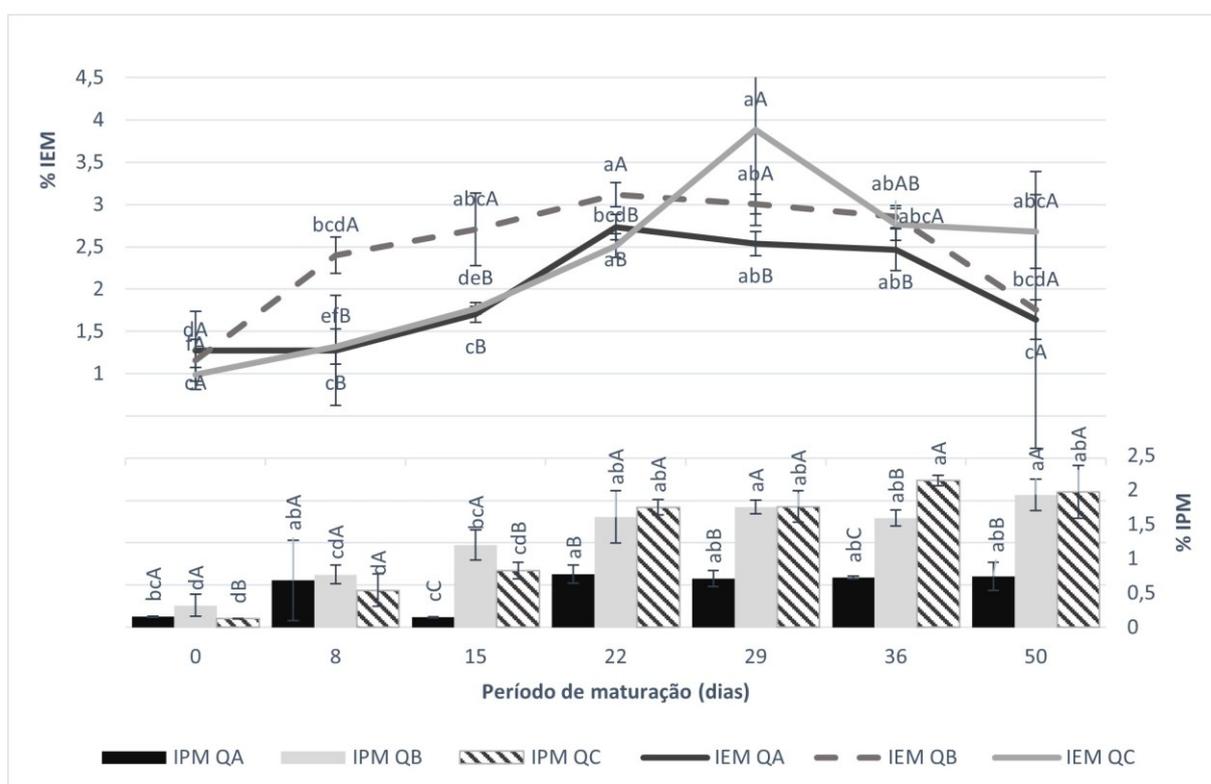
Dados expressos como média \pm desvio padrão. Barras e/ou linhas com letras minúsculas diferentes indicam diferenças significativas entre os períodos de maturação no mesmo queijo. Barras e/ou linhas com letras maiúsculas diferentes indicam diferenças significativas entre os queijos no mesmo período de maturação (Conover-Iman, $p < 0,05$). O período de maturação 64 dias para proteína total não é apresentado, pois houve perda da amostra durante as análises.

Os queijos apresentaram valores de IPM entre 0,13 e 2,14%, com comportamento semelhante ao observado para o IEM (leve aumento ao longo da maturação). Os valores observados foram bem abaixo dos encontrados em análises com o queijo Minas artesanal do Serro (elaborado com leite de vaca cru), que apresentaram valores de IPM que variaram de 4,8 a 11%, valores crescentes durante 60 dias de maturação (SOARES-PINTO *et al.*, 2011). Em outro estudo com queijo Minas artesanal da região do Serro, os valores de IPM variaram de 0,3 a 1,0% (MARTINS *et al.*, 2015), valores menores dos que apresentados neste estudo.

O IPM é resultante da proteólise secundária e está diretamente relacionado à ação das bactérias ácido-láticas, que no decorrer da maturação quebram peptídeos médios e grandes, em oligopeptídeos e aminoácidos, espera-se que esse valor

aumento no decorrer da maturação (BRANDIELLI, 2016). Essa variabilidade pode ser explicada devido à grande diversidade da microbiota endógena do leite, que é responsável pela quebra gradual de peptídeos de alto peso molecular em peptídeos de menor peso molecular e aminoácidos (VASEK *et al.*, 2013). Foram observados valores menores de IPM para QA ao longo da maturação. Esse queijo foi o que apresentou menor acidez, o que pode indicar uma inibição da microbiota endógena, influenciando também na proteólise secundária.

Figura 7 - IEM e IPM do queijo Colonial artesanal do Sudoeste do Paraná durante o período de maturação (n=3)



QA: Queijo A; QB: Queijo B; QC: Queijo C

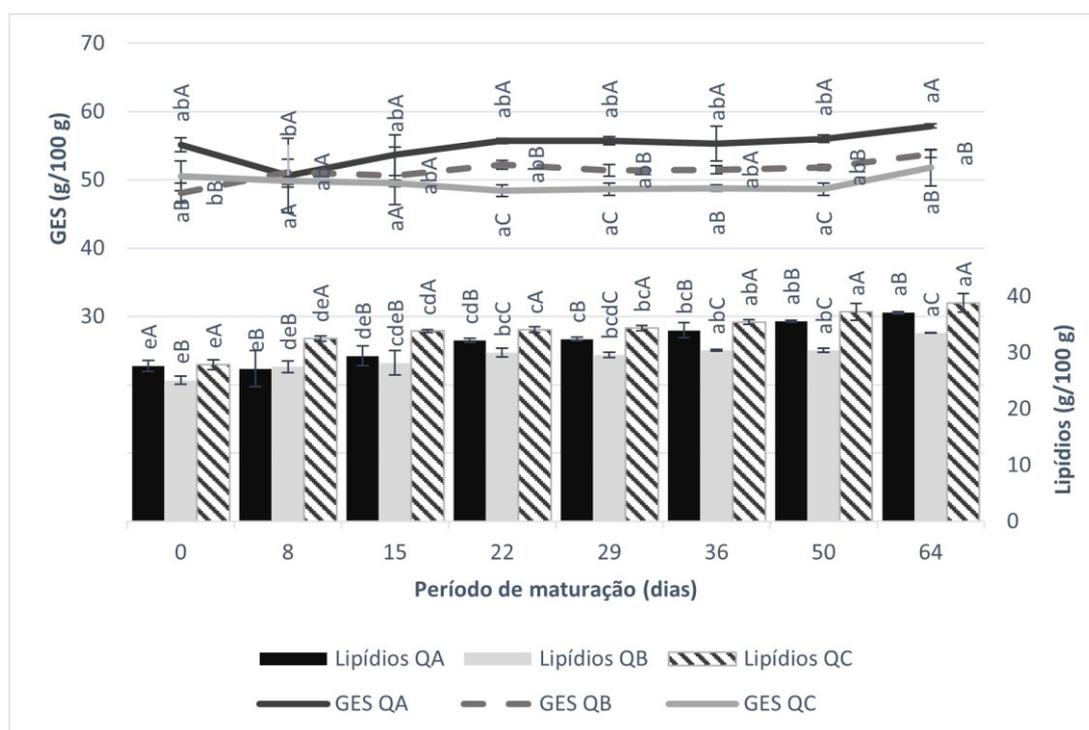
Dados expressos como média \pm desvio padrão. Barras e/ou linhas com letras minúsculas diferentes indicam diferenças significativas entre os períodos de maturação no mesmo queijo. Barras e/ou linhas com letras maiúsculas diferentes indicam diferenças significativas entre os queijos no mesmo período de maturação (Conover-Iman, $p < 0,05$). O período de maturação 64 dias para IEM e IPM não é apresentado, pois houve perda da amostra durante as análises.

5.1.6 Lipídios e Gordura no Extrato seco

A Figura 8 apresenta os valores de lipídios e gordura no extrato seco (GES). Segundo a Portaria 146 do MAPA (BRASIL, 1996) em relação à GES, os queijos QA, QB e QC classificam-se como gordos (teor de gordura entre 45,0 e 59,9%) em todos os períodos de maturação. Todos os queijos apresentaram teores de lipídios diferentes entre si ao longo da maturação, exceto para 8 e 15 dias de maturação e um aumento da concentração durante a maturação. Individualmente, QA, QB e QC não sofreram grandes alteração nas concentrações de GES ao longo da maturação e este comportamento está de acordo com o esperado.

Quando se compara os queijos deste estudo com outros estudos realizados com queijos Coloniais, observa-se que os teores de lipídios obtiveram média ao longo da maturação de 31,84% e de GES de 51,95%, mais altos dos que os encontrados por Silva *et al.* (2015), que obtiveram valores médios de lipídios entre 19,33% e 26,95%, e valores médios de GES de 37,14% a 47,01%. Em estudo realizado por Oliveira, Bravo e Tonial (2012) considerando a sazonalidade como um fator interferente na composição dos queijos Coloniais, obtiveram valores de lipídios que variaram de 12,06% a 24,28%, valores estes que se aproximam dos períodos iniciais de análises deste estudo. Por não haver um padrão de fabricação destes queijos, o conteúdo de gordura pode variar bastante, haja visto que a gordura é influenciada pela raça dos animais, alimentação do gado leiteiro, pela época do ano, pelo leite da ordenha utilizado (ordenha da manhã ou tarde), entre outros fatores (CARVALHO *et al.*, 2019).

Figura 8 - Lipídios e GES do queijo Colonial artesanal do Sudoeste do Paraná durante o período de maturação (n=2)



QA: Queijo A; QB: Queijo B; QC: Queijo C

Dados expressos como média \pm desvio padrão. Barras e/ou linhas com letras minúsculas diferentes indicam diferenças significativas entre os períodos de maturação no mesmo queijo. Barras e/ou linhas com letras maiúsculas diferentes indicam diferenças significativas entre os queijos no mesmo período de maturação (Conover-Iman, $p < 0,05$).

5.2 PARÂMETROS FÍSICOS

5.2.1 Perfil de textura

A dureza para todos os queijos foi estatisticamente diferente ao longo da maturação exceto em 8 e 15 dias de maturação, quando QA, QB e QC apresentaram valores iguais (Tabela 2). Os queijos tiveram comportamento totalmente distinto e o QC foi o que apresentou maiores valores de dureza. Isto pode estar relacionado ao fato de que QC apresentou os menores valores de umidade, sendo que a umidade é inversamente relacionada à dureza, ou seja, quanto menor a umidade, maior a dureza dos queijos (SOARES-PINTO *et al.*, 2011). Essa correlação negativa entre umidade e dureza ($-0,934$ $p < 0,05$) está demonstrada na Tabela 3, que apresenta a correlação

linear de Pearson entre as análises químicas e físicas do queijo Colonial artesanal do, Sudoeste do Paraná.

Os queijos apresentaram comportamento distinto e QA foi o que apresentou maiores valores de coesividade (Tabela 2). A coesividade pode correlacionar-se positivamente com a umidade e negativamente com lipídios e proteína (RUVALCABA-GOMEZ *et al.*, 2020). Neste estudo, esses valores não apresentaram correlação linear, porém o IPM apresenta alta correlação negativa com a coesividade (-0,922 $p < 0,05$) (Tabela 3). Quanto maior a profundidade da proteólise, mais degradada está a caseína, fator que interfere nas ligações e conseqüentemente na coesividade do queijo, com isso, quanto mais intacta está a proteína, maior será a coesividade do produto (FERRAZ, 2016), fato que foi observado para QA, que apresentou um menor valor de IPM.

A elasticidade tende a diminuir com a maturação, comportamento que foi confirmado neste estudo (Tabela 2). Correlacionando os parâmetros químicos com a textura, observa-se que a elasticidade tem alta correlação negativa (-0,888 $p < 0,05$) com IPM, mesmo comportamento observado para a coesividade (Tabela 3). Isso pode ser explicado pelo fato de que com a quebra das proteínas, resulta em frações peptídicas menores e conseqüentemente uma rede de proteínas mais enfraquecida, resultando em menor elasticidade do queijo (SOARES-PINTO *et al.*, 2011). De fato, QA apresentou maior elasticidade e menor IPM, confirmando a correlação entre esses dois parâmetros.

A mastigabilidade é um parâmetro associado à dureza e em geral tende a aumentar durante a maturação (FRESNO; ÁLVAREZ, 2012). Nesse estudo a mastigabilidade não foi proporcional à dureza (Tabela 2).

Tabela 2 – Perfil de textura do queijo Colonial artesanal do Sudoeste do Paraná durante a maturação (continua)

Parâmetros	Queijo	Períodos de maturação (dias)			
		0	8	15	22
D	QA	31,81 ± 2,43 ^{cB}	24,04 ± 3,54 ^{dB}	24,00 ± 2,89 ^{dB}	131,36 ± 15,67 ^{bcB}
	QB	17,47 ± 1,17 ^{eC}	32,30 ± 8,51 ^{dB}	78,39 ± 2,28 ^{dA}	92,82 ± 5,13 ^{cC}
	QC	68,09 ± 21,24 ^{eA}	331,67 ± 61,75 ^{bcA}	226,74 ± 36,62 ^{deA}	359,29 ± 18,09 ^{abcA}
C	QA	0,86 ± 0,01 ^{aA}	0,85 ± 0,01 ^{aA}	0,87 ± 0,01 ^{aA}	0,66 ± 0,04 ^{bcA}
	QB	0,81 ± 0,01 ^{aB}	0,82 ± 0,01 ^{aB}	0,55 ± 0,03 ^{abB}	0,37 ± 0,05 ^{cB}
	QC	0,83 ± 0,01 ^{aA}	0,78 ± 0,01 ^{bcC}	0,80 ± 0,02 ^{abB}	0,32 ± 0,08 ^{cdB}
E	QA	97,87 ± 3,44 ^{aA}	94,72 ± 3,98 ^{aA}	96,34 ± 2,67 ^{aA}	85,94 ± 3,99 ^{bA}
	QB	90,24 ± 2,44 ^{aB}	90,24 ± 1,14 ^{aAB}	67,77 ± 1,64 ^{abB}	66,05 ± 4,65 ^{bB}
	QC	87,32 ± 2,17 ^{abB}	89,48 ± 1,41 ^{aB}	88,26 ± 3,16 ^{abB}	52,25 ± 1,80 ^{cC}
M	QA	26,76 ± 1,90 ^{bB}	19,31 ± 2,46 ^{cB}	19,98 ± 2,00 ^{cB}	73,67 ± 7,47 ^{bA}
	QB	12,84 ± 0,87 ^{dC}	23,88 ± 6,50 ^{bcB}	29,13 ± 2,06 ^{abcA}	22,49 ± 3,00 ^{cdB}
	QC	49,04 ± 15,18 ^{cA}	232,18 ± 40,23 ^{aA}	160,19 ± 18,98 ^{abA}	59,20 ± 13,44 ^{bcA}

Tabela 2 – Perfil de textura do queijo Colonial artesanal do Sudoeste do Paraná durante a maturação (continuação)

Parâmetros	Queijo	Períodos de maturação (dias)			
		29	36	50	64
D	QA	122,38 ± 14,14 ^{Cb}	161,55 ± 18,88 ^{abB}	203,81 ± 28,33 ^{aB}	165,66 ± 28,93 ^{abC}
	QB	97,05 ± 9,90 ^{Cc}	128,28 ± 9,20 ^{bC}	143,32 ± 13,11 ^{abC}	247,92 ± 10,57 ^{aB}
	QC	307,88 ± 42,39 ^{cdA}	243,79 ± 28,89 ^{deA}	564,22 ± 32,32 ^{aA}	443,83 ± 81,96 ^{abA}
C	QA	0,68 ± 0,03 ^{bcA}	0,69 ± 0,02 ^{bA}	0,60 ± 0,05 ^{cA}	0,70 ± 0,03 ^{bA}
	QB	0,40 ± 0,05 ^{bcB}	0,39 ± 0,05 ^{bcB}	0,29 ± 0,02 ^{dB}	0,31 ± 0,05 ^{cdB}
	QC	0,27 ± 0,02 ^{Dc}	0,26 ± 0,02 ^{dC}	0,22 ± 0,11 ^{dB}	0,23 ± 0,04 ^{dC}
E	QA	85,69 ± 1,51 ^A	85,01 ± 1,73 ^{bA}	78,37 ± 2,40 ^{cA}	86,07 ± 1,96 ^{bA}
	QB	66,43 ± 4,44 ^{bB}	64,04 ± 2,65 ^{bB}	63,79 ± 8,58 ^{bA}	58,44 ± 0,96 ^{bB}
	QC	50,90 ± 0,78 ^{cC}	61,29 ± 8,50 ^{bcB}	53,62 ± 22,10 ^{cA}	49,90 ± 4,36 ^{cC}
M	QA	71,15 ± 6,39 ^{bA}	94,71 ± 10,29 ^{aA}	94,25 ± 6,90 ^{aA}	99,79 ± 14,04 ^{aA}
	QB	25,53 ± 1,76 ^{bcC}	32,06 ± 4,31 ^{abB}	26,03 ± 2,33 ^{bcB}	45,41 ± 6,93 ^{aB}
	QC	41,53 ± 3,51 ^{cB}	38,62 ± 6,48 ^{cB}	68,74 ± 39,31 ^{bcAB}	51,30 ± 10,10 ^{bcB}

QA: Queijo A; QB: Queijo B; QC: Queijo C. D = Dureza; C = Coesividade; E = Elasticidade; M = Mastigabilidade.

Dados expressos como média ± desvio padrão (n=8). Letras minúsculas diferentes na mesma linha indicam diferença significativa para o queijo individualmente nos diferentes períodos de maturação (Conover-Iman, p < 0,05). Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa entre os queijos no mesmo período de maturação (Conover-Iman, p < 0,05).

Tabela 3 - Correlação linear de Pearson entre as análises químicas e físicas do queijo Colonial artesanal do Sudoeste do Paraná

	pH	Acidez	Aw	Umid.	ST	Cinzas	Lipíd.	Ptna	IEM	IPM	GES	Na	L* ext.	a* ext.	b* ext.	L* int.	a* int.	b* int.	D	C	E	M	
pH	1,000																						
Acidez	-0,894	1,000																					
Aw	0,246	-0,433	1,000																				
Umid.	0,174	-0,338	0,923	1,000																			
ST	-0,174	0,338	-0,923	-1,000	1,000																		
Cinzas	-0,308	0,492	-0,924	-0,958	0,958	1,000																	
Lipíd.	0,144	0,004	-0,754	-0,888	0,888	0,795	1,000																
Ptna	-0,303	0,358	-0,731	-0,675	0,675	0,724	0,658	1,000															
IEM	-0,310	0,321	-0,237	-0,307	0,307	0,231	0,236	-0,044	1,000														
IPM	-0,482	0,578	-0,658	-0,630	0,630	0,622	0,453	0,354	0,783	1,000													
GES	0,686	-0,734	0,422	0,306	-0,306	-0,413	0,162	-0,112	-0,143	-0,407	1,000												
Na	0,027	0,159	-0,781	-0,833	0,833	0,791	0,719	0,527	0,202	0,457	-0,273	1,000											
L* ext.	0,222	-0,295	0,659	0,673	-0,673	-0,698	-0,724	-0,698	-0,347	-0,655	-0,029	-0,379	1,000										
a* ext.	0,416	-0,289	-0,353	-0,574	0,574	0,461	0,628	0,143	0,017	0,005	0,095	0,599	-0,040	1,000									
b* ext.	-0,039	-0,033	0,505	0,412	-0,412	-0,385	-0,315	-0,373	0,424	-0,058	0,253	-0,434	0,125	-0,248	1,000								
L* int.	0,286	-0,425	0,926	0,901	-0,901	-0,921	-0,774	-0,743	-0,295	-0,703	0,341	-0,702	0,839	-0,268	0,393	1,000							
a* int.	0,361	-0,428	0,271	0,139	-0,139	-0,123	0,002	-0,017	-0,445	-0,546	0,344	0,065	0,295	0,414	0,039	0,281	1,000						
b* int.	-0,187	0,244	-0,341	-0,579	0,579	0,526	0,480	-0,020	0,424	0,402	-0,247	0,347	-0,264	0,467	0,031	-0,390	-0,218	1,000					
D	-0,223	0,325	-0,905	-0,934	0,934	0,909	0,823	0,711	0,217	0,558	-0,295	0,789	-0,639	0,502	-0,466	-0,866	-0,110	0,425	1,000				
C	0,455	-0,481	0,699	0,647	-0,647	-0,649	-0,536	-0,554	-0,678	-0,922	0,276	-0,451	0,787	0,028	0,076	0,759	0,493	-0,274	-0,635	1,000			
E	0,513	-0,550	0,732	0,672	-0,672	-0,691	-0,521	-0,595	-0,631	-0,888	0,371	-0,455	0,769	0,027	0,094	0,771	0,507	-0,284	-0,670	0,974	1,000		
M	0,018	0,043	-0,160	-0,393	0,393	0,396	0,440	0,206	-0,206	-0,191	0,070	0,333	-0,053	0,616	-0,233	-0,176	0,406	0,504	0,417	0,221	0,201	1,000	

Umid. = umidade; ST = Sólidos totais; Lipíd. = Lipídios; Ptna. = Proteína total; IEM = Índice de extensão de maturação; IPM = Índice de profundidade de maturação; GES = Gordura no extrato seco; Na = Sódio; L* ext. = coordenada L* parte externa do queijo; a* ext. = coordenada a* parte externa do queijo; b* ext. = coordenada b* parte externa do queijo; L* int. = coordenada L* parte interna do queijo; a* int. = coordenada a* parte interna do queijo; b* int. = coordenada b* parte interna do queijo; D = Dureza; C = Coesividade; E = Elasticidade; M = Mastigabilidade. Os valores em negrito possuem correlação linear ao nível de significância de 5%.

5.2.2 Cor

Em relação aos parâmetros de cor (Tabela 4), a coordenada L^* (externa e interna) apresentou redução nos valores nos queijos A, B e C, comportamento que é esperado para queijos (TENREIRO, 2014). A luminosidade da amostra está correlacionada positivamente com os parâmetros de A_w e umidade e negativamente com os parâmetros de sólidos totais, cinzas e dureza (Tabela 3), demonstrando que quanto maior a diminuição da água na amostra, mais concentrado estarão os sólidos e as cinzas, resultando em uma diminuição da luminosidade da amostra. De fato, QC apresentou menor luminosidade que QA e QB.

Para a coordenada a^* , percebe-se que os queijos diferem entre si na maioria dos períodos (0, 8, 15, 29 e 64). Em geral, QA, QB e QC diminuíram no decorrer da maturação, para a parte externa do queijo, e quando analisada esta coordenada para a parte interna, QA e QC aumentaram no decorrer da maturação, enquanto QB diminuiu. A coordenada a^* não teve correlação com nenhum parâmetro químico. Essa coordenada indica as cores vermelho (+a) e verde (-a). Os valores encontrados demonstram que o queijo é mais verde, resultado semelhante ao encontrado em queijo Minas artesanal com leite de vaca (SANT'ANA *et al.*, 2013).

A coordenada b^* indica as cores amarelo (+b) e azul (-b), sendo que os valores encontrados demonstram que o queijo é mais amarelo. Esse parâmetro de cor não se correlaciona com nenhum parâmetro químico. A análise de queijo Minas artesanal da região do Serro apresentou valores próximos a 30 ao final do período de maturação, semelhante aos valores encontrados nesse estudo (SOARES-PINTO *et al.*, 2011).

Através desses parâmetros de cor, ao longo da maturação, percebeu-se queijos com redução na luminosidade e mais amarelos do que verdes, resultados que já foram percebidos em outros queijos artesanais de leite de vaca (SOARES-PINTO *et al.*, 2011; SANT'ANA *et al.*, 2013).

Tabela 4 – Parâmetros de cor do queijo Colonial artesanal do Sudoeste do Paraná durante a maturação (continua)

Parâmetros	Queijo	Períodos de maturação (dias)			
		0	8	15	22
L* (e)	QA	95,51 ± 0,45 ^{aA}	94,78 ± 0,60 ^{aA}	90,10 ± 1,61 ^{bA}	88,01 ± 0,96 ^{bcA}
	QB	93,47 ± 0,97 ^{aB}	86,15 ± 4,91 ^{abB}	81,16 ± 3,52 ^{bB}	80,14 ± 2,34 ^{bB}
	QC	83,68 ± 5,95 ^{aC}	85,87 ± 2,16 ^{aB}	83,81 ± 1,39 ^{aB}	77,17 ± 5,54 ^{bB}
a* (e)	QA	-2,88 ± 0,19 ^{dB}	-1,61 ± 0,45 ^{cB}	-1,64 ± 0,10 ^{bcB}	-1,29 ± 0,31 ^{abcA}
	QB	-3,23 ± 0,19 ^{aC}	-3,39 ± 0,50 ^{aC}	-3,33 ± 0,15 ^{aC}	-3,06 ± 0,45 ^{aB}
	QC	-2,34 ± 0,36 ^{dA}	-0,48 ± 0,14 ^{aA}	-1,11 ± 0,47 ^{abcA}	-1,17 ± 0,09 ^{abcA}
b* (e)	QA	32,67 ± 0,59 ^{abA}	30,14 ± 2,08 ^{bB}	37,67 ± 1,67 ^{aA}	37,77 ± 1,50 ^{aA}
	QB	31,32 ± 1,88 ^{cA}	38,69 ± 3,18 ^{abA}	36,73 ± 1,13 ^{abA}	35,72 ± 2,24 ^{bcA}
	QC	33,84 ± 4,16 ^{aA}	32,15 ± 2,91 ^{abB}	30,25 ± 1,81 ^{abB}	30,22 ± 0,69 ^{abB}
L* (i)	QA	98,10 ± 0,65 ^{aA}	96,94 ± 0,84 ^{abA}	97,17 ± 0,72 ^{abA}	95,91 ± 0,54 ^{bcA}
	QB	95,19 ± 0,45 ^{aB}	94,38 ± 0,98 ^{aB}	92,59 ± 0,99 ^{bB}	92,25 ± 0,45 ^{bB}
	QC	91,52 ± 1,11 ^{aC}	90,26 ± 1,01 ^{aC}	86,92 ± 2,27 ^{bC}	87,09 ± 2,20 ^{bC}
a* (i)	QA	-2,72 ± 0,12 ^{bcA}	-2,70 ± 0,08 ^{bA}	-2,40 ± 0,06 ^{aA}	-2,77 ± 0,09 ^{bcdA}
	QB	-3,49 ± 0,18 ^{cB}	-3,37 ± 0,12 ^{bcB}	-3,57 ± 0,08 ^{cB}	-3,42 ± 0,14 ^{cB}
	QC	-2,71 ± 0,12 ^{aA}	-2,71 ± 0,14 ^{aA}	-2,29 ± 0,40 ^{aA}	-3,23 ± 0,16 ^{bcB}
b* (i)	QA	27,50 ± 0,89 ^{dB}	27,37 ± 0,49 ^{dC}	27,66 ± 0,68 ^{dC}	31,46 ± 1,03 ^{bcA}
	QB	29,54 ± 1,16 ^{cdA}	28,97 ± 0,81 ^{deB}	30,82 ± 0,66 ^{abcB}	31,02 ± 0,47 ^{abA}
	QC	3ND ± 0,35 ^{cA}	33,81 ± 1,82 ^{abA}	33,80 ± 1,24 ^{abA}	33,24 ± 1,62 ^{abB}

Tabela 4 – Parâmetros de cor do queijo Colonial artesanal do Sudoeste do Paraná durante a maturação (continuação)

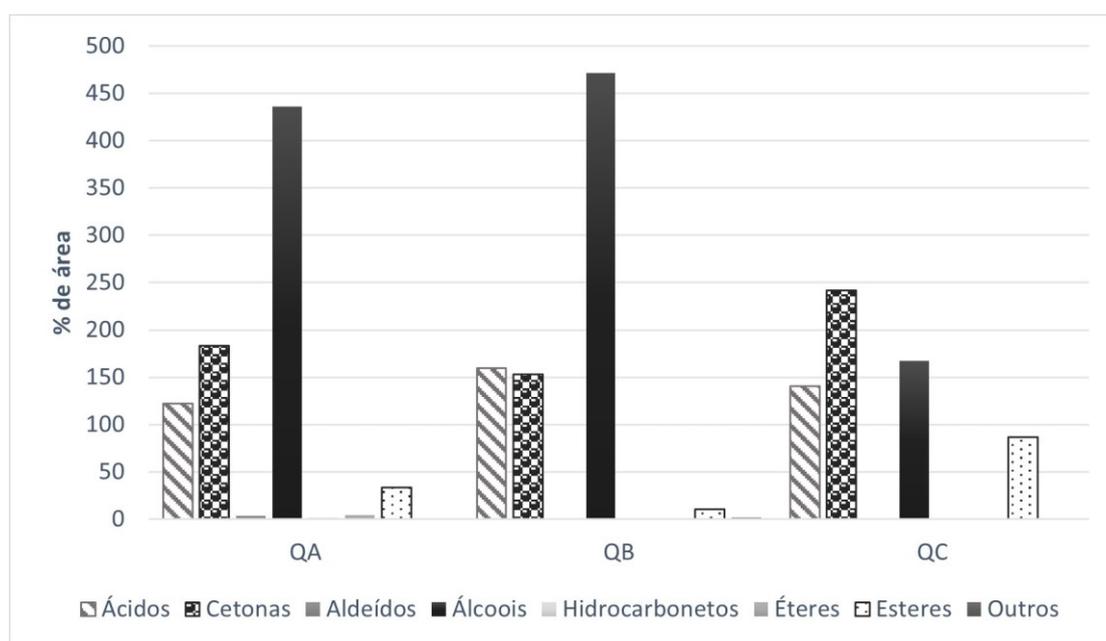
Parâmetros	Queijo	Período de maturação (dias)			
		29	36	50	64
L* (e)	QA	87,05 ± 1,25 ^{cA}	84,12 ± 2,66 ^{dA}	66,88 ± 1,82 ^{eA}	69,75 ± 1,59 ^{eA}
	QB	76,28 ± 1,10 ^{cB}	76,72 ± 0,54 ^{cB}	69,24 ± 2,30 ^{dA}	65,91 ± 1,63 ^{dB}
	QC	76,36 ± 3,08 ^{bB}	72,72 ± 0,63 ^{bC}	67,64 ± 1,53 ^{cA}	67,17 ± 0,73 ^{cB}
a* (e)	QA	-0,19 ± 0,19 ^{aA}	-1,31 ± 0,80 ^{bcA}	-1,83 ± 0,15 ^{cdA}	-0,87 ± 0,38 ^{abA}
	QB	-3,01 ± 0,16 ^{aC}	-2,95 ± 0,11 ^{aB}	-3,00 ± 0,27 ^{aB}	-2,86 ± 0,19 ^{aC}
	QC	-0,67 ± 0,24 ^{abB}	-1,33 ± 0,39 ^{bcdA}	-1,20 ± 0,59 ^{abcA}	-1,69 ± 0,44 ^{cdB}
b* (e)	QA	32,35 ± 5,14 ^{abA}	37,14 ± 3,87 ^{aA}	29,67 ± 1,53 ^{bB}	37,26 ± 1,25 ^{aA}
	QB	36,33 ± 1,81 ^{abA}	38,88 ± 0,97 ^{aA}	36,29 ± 1,61 ^{abA}	34,93 ± 1,02 ^{bcB}
	QC	40,94 ± 24,87 ^{aA}	30,42 ± 1,31 ^{abB}	28,21 ± 1,33 ^{bcB}	26,34 ± 1,17 ^{cC}
L* (i)	QA	94,65 ± 1,93 ^{cA}	94,06 ± 0,61 ^{cA}	87,38 ± 0,52 ^{dA}	87,25 ± 0,54 ^{dA}
	QB	90,88 ± 0,64 ^{cdB}	91,78 ± 0,56 ^{bcB}	85,41 ± 0,69 ^{eB}	86,10 ± 1,09 ^{deB}
	QC	83,67 ± 2,85 ^{bcC}	81,48 ± 1,73 ^{cdC}	75,72 ± 1,82 ^{eC}	79,02 ± 2,78 ^{deC}
a* (i)	QA	-2,60 ± 0,14 ^{abA}	-2,95 ± 0,25 ^{cdeA}	-3,04 ± 0,10 ^{eA}	-2,93 ± 0,08 ^{deB}
	QB	-3,43 ± 0,27 ^{cC}	-2,96 ± 0,16 ^{aA}	-3,14 ± 0,08 ^{abA}	-2,52 ± 0,08 ^{aA}
	QC	-3,09 ± 0,26 ^{bB}	-3,44 ± 0,27 ^{bcB}	-3,09 ± 0,17 ^{bcA}	-3,55 ± 0,34 ^{cC}
b* (i)	QA	29,40 ± 0,67 ^{cC}	34,62 ± 0,99 ^{aA}	32,61 ± 0,69 ^{abA}	32,16 ± 0,82 ^{bA}
	QB	32,25 ± 1,19 ^{aB}	31,54 ± 1,09 ^{aB}	29,81 ± 0,78 ^{bcdB}	26,26 ± 0,80 ^{eC}
	QC	34,70 ± 0,72 ^{aA}	34,88 ± 0,68 ^{aA}	31,93 ± 2,09 ^{bcA}	29,27 ± 2,00 ^{cB}

QA: Queijo A; QB: Queijo B; QC: Queijo C. L*(e) coordenada L* cor externa; a* (e) coordenada a* cor externa; b* (e) coordenada b* cor externa; L* (i) coordenada L* cor interna; a* (i) coordenada a* cor interna; b* (i) coordenada b* cor interna. Dados expressos como média ± desvio padrão (n = 6). Letras minúsculas diferentes na mesma linha indicam diferença significativa para o queijo individualmente nos diferentes períodos de maturação (Conover-Iman, p < 0,05). Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa entre os queijos no mesmo período de maturação (Conover-Iman, p < 0,05).

5.3 COMPOSTOS VOLÁTEIS

Os compostos identificados são apresentados de acordo com suas funções químicas na Figura 9. Os queijos QA e QB apresentaram maiores teores de álcoois, enquanto QC apresentou maiores teores de ésteres e cetonas. É possível observar essa mesma configuração também quando se faz a análise de componentes principais (ACP) (Figura 10).

Figura 9 – Grupos funcionais de compostos voláteis em queijo Colonial artesanal do Sudoeste do Paraná



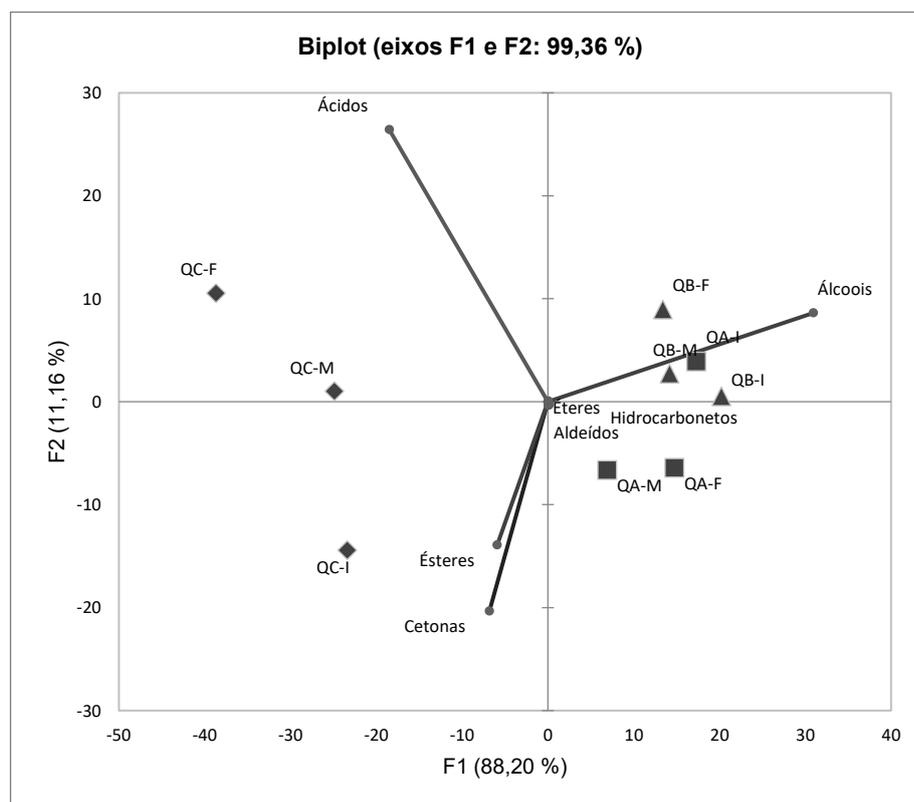
QA: Queijo A; QB: Queijo B; QC: Queijo C.

Os álcoois primários são produzidos principalmente por redução dos respectivos aldeídos derivados de aminoácidos e ácidos graxos livres. O etanol é formado durante a fermentação da lactose por bactérias iniciadoras e leveduras. Tem um papel limitado no aroma do queijo apesar de seus níveis elevados, mas contribui para a formação dos ésteres (MATERA, 2015; MASOTTI *et al.*, 2017). Com isso é possível observar que QC possui menores teores de álcoois e maiores teor de ésteres, podendo ser explicado pelo fato de a maturação estar mais acelerada, devido à temperatura ambiente, ocasionando a formação dos ésteres. Segundo Matera *et al.* (2018), a prevalência de compostos voláteis do grupo dos aldeídos e álcoois foi

observada em queijos não maturados, enquanto os queijos maturados apresentaram prevalência de cetonas.

Os maiores teores de ésteres e cetonas observados em QC contribuem para um queijo mais aromático. Esse fato pode ser explicado pela temperatura de maturação, visto que a maturação em temperatura ambiente favorece as transformações bioquímicas e formação desses compostos, mas também pode ser devido à microbiota individual do queijo QC. Além disso, o tipo de salga utilizada em QC também favorece as reações, pois ocorre uma migração lenta do sal da casca para o centro do queijo.

Figura 10 - Análise de componentes principais dos grupos funcionais de compostos voláteis em queijo Colonial artesanal do Sudoeste do Paraná



■ QA-I = QA período inicial (0, 8 e 15 dias); QA-M = QA período intermediário (22, 29 e 36 dias); QA-F = QA período final (50 e 64 dias).

▲ QB-I = QB período inicial (0, 8 e 15 dias); QB-M = QB período intermediário (22, 29 e 36 dias); QB-F = QB período final (50 e 64 dias).

◆ QC-I = QC período inicial (0, 8 e 15 dias); QC-M = QC período intermediário (22, 29 e 36 dias); QC-F = QC período final (50 e 64 dias).

● compostos voláteis

Um total de 34 compostos voláteis foram identificados nas amostras de queijo Colonial artesanal, sendo: 07 ácidos, 07 cetonas, 01 aldeído, 10 álcoois, 01 hidrocarboneto, 02 éteres, 06 ésteres conforme descrito na Tabela 5. Os componentes identificados são listados de acordo com os seus índices de retenção e grupo funcional.

Ao observar todos os compostos voláteis identificados ao longo do período de maturação nos três queijos (Tabela 5), observou-se que os compostos voláteis pertencentes aos álcoois que mais se destacaram foram o etanol, butan-2,3-diol, butan-2-ol e 3-metilbutan-1-ol.

No grupo funcional das cetonas, os voláteis encontrados que mais se destacaram foram pentan-2-ona, butan-2-ona, heptan-2-ona e 3-hidroxibutan-2-ona. Em estudo com queijo italiano Castelmagno com denominação de origem protegida (geralmente feito com leite de vaca cru), Bertolino *et al.* (2011) encontraram as cetonas butan-2-ona, pentan-2-ona e heptan-2-ona em maior abundância, esses compostos são formados através da oxidação de ácidos graxos livres. As cetonas são responsáveis pelo odor frutado encontrado nos queijos (CARVALHO *et al.*, 2020).

Em relação aos ésteres, presentes em maior quantidade em QC, os compostos com maior concentração foram o acetato de etila, butanoato de etila e o hexanoato de etila. Segundo Nogueira, Lubachevsky e Rankin (2005), os ésteres são compostos de aroma muito importantes para o aroma do queijo, oferecendo um aroma frutado e floral. São formados pela esterificação de ácidos graxos livres de cadeia curta com o etanol (NOGUEIRA; LUBACHEVSKY; RANKIN, 2005; RODRÍGUEZ-ALONSO; CENTENO; GARABAL, 2009). Ésteres são encontrados em maior quantidade em queijos de leite cru, visto que a maioria das lipases são inativadas no calor (RODRÍGUEZ-ALONSO; CENTENO; GARABAL, 2009).

Tabela 5 – Compostos voláteis identificados nas amostras de queijo Colonial artesanal do Sudoeste do Paraná durante a maturação (continua)

Cód.	Compostos voláteis	LRI	0 dias			8 dias		
			QA	QB	QC	%		
						QA	QB	QC
Ácidos								
C1	Ácido acético	1432,83	5,55 ± 5,95	13,48 ± 3,61	3,17 ± 1,56	1,14 ± 0,01	9,62 ± 1,18	9,74 ± 0,22
C2	Ácido propanóico	1521,87	ND	ND	ND	ND	ND	ND
C3	Ácido 2-metilpropanóico	1547,60	3,05 ± 2,19	1,64 ± 2,33	ND	3,96 ± 0,73	ND	ND
C4	Ácido butanóico	1608,76	0,54 ± 0,14	1,03 ± 0,76	2,22 ± 0,29	1,61 ± 1,98	1,32 ± 0,21	10,01 ± 5,08
C5	Ácido 3-metilbutanóico	1649,73	18,18 ± 12,13	0,24 ± 0,34	ND	14,63 ± 5,45	0,57 ± 0,30	ND
C6	Ácido hexanóico	1826,54	ND	0,23 ± 0,33	4,75 ± 0,50	ND	1,67 ± 2,37	13,24 ± 5,62
C7	Ácido octanóico	2044,95	ND	ND	1,56 ± 2,21	ND	ND	4,6 ± 1,54
Cetonas								
C8	Butan-2-ona	1066,15	1,43 ± 0,76	ND	ND	1,52 ± 2,15	ND	12,37 ± 11,21
C9	Pentan-2-ona	1076,10	ND	3,72 ± 1,32	1,2 ± 1,70	ND	5,45 ± 2,87	ND
C10	3-metilbutan-2-ona	1076,21	ND	ND	ND	ND	ND	0,70 ± 1,00
C11	Dihidro-3-metilfuran-2,5-diona	1121,51	0,11 ± 0,16	ND	ND	ND	ND	ND
C12	Octan-2-ona	1178,36	ND	ND	ND	ND	ND	ND
C13	Heptan-2-ona	1188,03	ND	ND	15,24 ± 21,56	ND	ND	ND
C14	3-hidroxibutan-2-ona	1282,71	14,97 ± 3,71	3,64 ± 1,32	24,94 ± 5,30	10,34 ± 4,53	20,95 ± 0,74	12,04 ± 7,35
Aldeídos								
C15	Acetaldeído	1059,77	0,285 ± 0,40	ND	ND	0,75 ± 1,06	ND	ND
Álcoois								
C16	Etanol	1067,80	7,77 ± 3,10	13,89 ± 19,64	20,87 ± 3,61	10,51 ± 1,48	ND	ND
C17	Butan-2-ol	1081,23	ND	ND	ND	ND	ND	6,01 ± 1,54
C18	2-metilpropan-1-ol	1094,73	1,28 ± 0,44	2,27 ± 0,90	ND	3,66 ± 0,77	1,23 ± 1,49	0,07 ± 0,10

C19	Pentan-2-ol	1107,11	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
C20	3-metilbutan-2-ol	1109,72	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
C21	Butan-1-ol	1131,27	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
C22	3-metilbutan-1-ol	1195,45	27,66 ± 15,91	57,72 ± 21,60	2,74 ± 3,87	47,28 ± 2,79	57,81 ± 2,39	13,17 ± 10,18	
C23	Heptan-2-ol	1319,74	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
C24	2,6-dimetilheptan-4-ol	1466,94	2,03 ± 0,20	0,70 ± 1,0	ND	ND	0,34 ± 0,49	ND	
C25	Butan-2,3-diol	1554,07	15,69 ± 22,19	ND	ND	1,1 ± 1,56	0,27 ± 0,38	ND	
Hidrocarbonetos									
C26	Estireno	1263,13	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
Éteres									
C34	2-(viniloxi) etanol	1085,39	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
C27	3-propoxiprop-1-eno	1094,75	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
Ésteres									
C28	Acetato de etila	1064,19	1,085 ± 1,53	ND	15,39 ± 7,13	ND	ND	12,52 ± 2,44	
C29	Acetato de vinila	1074,29	ND	ND	5,06 ± 7,16	ND	ND	3,85 ± 5,45	
C30	Butanoato de 1-metiletila	1085,43	0,37 ± 0,52	0,4 ± 0,57	ND	ND	ND	ND	
C31	Butanoato de etila	1085,93	ND	0,62 ± 0,88	2,81 ± 1,96	1,22 ± 1,73	ND	0,99 ± 1,40	
C32	Propanoato de 2-metilpropila	1131,54	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
C33	Hexanoato de etila	1245,09	ND	0,51 ± 0,73	ND	2,25 ± 3,18	0,74 ± 0,46	0,66 ± 0,94	

Tabela 5 - Compostos voláteis identificados nas amostras de queijo Colonial artesanal do Sudoeste do Paraná durante a maturação (continuação)

Cód.	Compostos voláteis	LRI	15 dias			22 dias		
			%					
			QA	QB	QC	QA	QB	QC
Ácidos								
C1	Ácido acético	1432,83	0,71 ± 1,00	14,81 ± 0,31	14,09 ± 0,30	ND	10,27 ± 6,17	11,31 ± 0,15
C2	Ácido propanóico	1521,87	ND	ND	0,12 ± 0,18	ND	ND	ND
C3	Ácido 2-metilpropanóico	1547,60	1,78 ± 2,52	ND	ND	1,31 ± 1,85	0,43 ± 0,62	ND
C4	Ácido butanóico	1608,76	1,37 ± 1,94	2,86 ± 0,54	7,64 ± 0,11	2,29 ± 0,85	2,73 ± 0,85	14,92 ± 1,92
C5	Ácido 3-metilbutanóico	1649,73	7,49 ± 0,78	0,37 ± 0,19	ND	11,33 ± 7,01	0,43 ± 0,61	ND
C6	Ácido hexanóico	1826,54	ND	1,18 ± 1,68	7,36 ± 3,20	ND	0,66 ± 0,93	13,85 ± 0,95
C7	Ácido octanóico	2044,95	ND	ND	3,09 ± 1,38	ND	ND	3,93 ± 0,83
Cetonas								
C8	Butan-2-ona	1066,15	ND	ND	32,65 ± 0,66	1,84 ± 0,82	ND	17,41 ± 4,22
C9	Pentan-2-ona	1076,10	1,28 ± 1,81	9,42 ± 1,22	1,89 ± 0,02	7,75 ± 2,10	6,50 ± 0,33	4,23 ± 1,63
C10	3-metilbutan-2-ona	1076,21	2,70 ± 1,61	ND	ND	1,27 ± 1,80	ND	ND
C11	Dihidro-3-metilfuran-2,5-diona	1121,51	ND	ND	ND	ND	ND	ND
C12	Octan-2-ona	1178,36	ND	ND	ND	ND	ND	ND
C13	Heptan-2-ona	1188,03	ND	ND	1,51 ± 2,14	0,88 ± 1,25	ND	3,57 ± 0,19
C14	3-hidroxibutan-2-ona	1282,71	21,22 ± 1,03	19,37 ± 2,69	1,33 ± 0,47	5,52 ± 5,74	21,74 ± 6,46	2,46 ± 1,0
Aldeídos								
C15	Acetaldeído	1059,77	ND	0,98 ± 1,39	ND	1,40 ± 1,98	ND	ND
Álcoois								
C16	Etanol	1067,80	10,46 ± 14,80	ND	6,84 ± 1,38	20,52 ± 4,83	ND	1,74 ± 2,46
C17	Butan-2-ol	1081,23	ND	ND	11,99 ± 2,57	ND	ND	14,41 ± 1,74
C18	2-metilpropan-1-ol	1094,73	6,65 ± 1,44	2,70 ± 0,39	ND	4,36 ± 1,12	2,20 ± 0,45	ND
C19	Pentan-2-ol	1107,11	ND	ND	ND	1,91 ± 2,71	ND	ND
C20	3-metilbutan-2-ol	1109,72	ND	ND	0,41 ± 0,11	0,73 ± 1,03	ND	0,44 ± 0,63

C21	Butan-1-ol	1131,27	ND	ND	ND	ND	ND	ND
C22	3-metilbutan-1-ol	1195,45	45,43 ± 19,81	47,57 ± 1,96	3,17 ± 2,79	24,64 ± 3,66	53,52 ± 0,56	1,33 ± 0,08
C23	Heptan-2-ol	1319,74	ND	ND	ND	2,53 ± 0,42	ND	ND
C24	2,6-dimetilheptan-4-ol	1466,94	ND	0,36 ± 0,52	ND	ND	ND	ND
C25	Butan-2,3-diol	1554,07	ND	0,02 ± 0,04	ND	ND	ND	ND
Hidrocarbonetos								
C26	Estireno	1263,13	ND	ND	ND	0,68 ± 0,96	ND	ND
Éteres								
C34	2-(viniloxi) etanol	1085,39	ND	ND	ND	ND	ND	ND
C27	3-propoxiprop-1-eno	1094,75	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Ésteres								
C28	Acetato de etila	1064,19	0,89 ± 1,26	ND	6,47 ± 1,22	0,66 ± 0,94	ND	6,46 ± 1,68
C29	Acetato de vinila	1074,29	ND	ND	ND	ND	ND	ND
C30	Butanoato de 1-metiletila	1085,43	ND	ND	0,71 ± 1,01	4,50 ± 6,36	0,69 ± 0,98	ND
C31	Butanoato de etila	1085,93	ND	ND	0,68 ± 0,97	ND	ND	2,79 ± 0,45
C32	Propanoato de 2-metilpropila	1131,54	ND	ND	ND	ND	ND	ND
C33	Hexanoato de etila	1245,09	ND	0,32 ± 0,46	ND	5,86 ± 1,25	0,79 ± 1,12	1,11 ± 0,28

Tabela 5 - Compostos voláteis identificados nas amostras de queijo Colonial artesanal do Sudoeste do Paraná durante a maturação (continuação)

Cód.	Compostos voláteis	LRI	29 dias			36 dias		
			%			QA	QB	QC
			QA	QB	QC	QA	QB	QC
Ácidos								
C1	Ácido acético	1432,83	ND	16,82	10,01 ± 0,54	4,07 ± 0,37	19,21 ± 0,38	11,22 ± 1,85
C2	Ácido propanóico	1521,87	ND	ND	ND	ND	ND	0,14 ± 0,21
C3	Ácido 2-metilpropanóico	1547,60	2,09 ± 0,45	ND	ND	1,62 ± 2,29	ND	ND
C4	Ácido butanóico	1608,76	6,93 ± 0,19	3,60	12,72 ± 1,39	5,06 ± 0,23	4,38 ± 0,06	11,35 ± 2,04
C5	Ácido 3-metilbutanóico	1649,73	13,25 ± 2,93	0,43	ND	3,50 ± 3,54	0,27 ± 0,39	ND
C6	Ácido hexanóico	1826,54	ND	2,42	14,17 ± 0,61	1,11 ± 1,58	1 ± 1,41	8,64 ± 0,56
C7	Ácido octanóico	2044,95	ND	ND	3,28 ± 0,40	ND	ND	1,99 ± 0,06
Cetonas								
C8	Butan-2-ona	1066,15	ND	ND	16,83 ± 6,39	ND	ND	21,64 ± 8,26
C9	Pentan-2-ona	1076,10	9,55 ± 6,75	8,26	7,43 ± 3,25	6,18 ± 2,67	11,77 ± 1,05	6,56 ± 0,28
C10	3-metilbutan-2-ona	1076,21	ND	ND	ND	ND	ND	ND
C11	Dihidro-3-metilfuran-2,5-diona	1121,51	ND	ND	ND	ND	ND	ND
C12	Octan-2-ona	1178,36	0,01 ± 0,01	ND	ND	ND	ND	ND
C13	Heptan-2-ona	1188,03	2,53 ± 3,59	ND	2,96 ± 4,19	4,09 ± 5,78	ND	3,10 ± 4,38
C14	3-hidroxiбутan-2-ona	1282,71	20,55 ± 9,80	4,93	1,08 ± 0,74	20,36 ± 3,37	8,68 ± 1,70	0,31 ± 0,10
Aldeídos								
C15	Acetaldeído	1059,77	0,24 ± 0,34	ND	ND	1,00 ± 1,42	ND	ND
Álcoois								
C16	Etanol	1067,80	6,05 ± 8,56	11,37	6,23 ± 7,81	25,78 ± 2,39	9,73 ± 3,42	0,52 ± 0,74
C17	Butan-2-ol	1081,23	ND	ND	13,31 ± 5,49	ND	ND	19,97 ± 0,72
C18	2-metilpropan-1-ol	1094,73	3,52 ± 0,45	1,49	ND	0,57 ± 0,81	1,51 ± 0,36	ND
C19	Pentan-2-ol	1107,11	ND	ND	ND	ND	ND	ND
C20	3-metilbutan-2-ol	1109,72	0,76 ± 1,08	ND	1,95 ± 0,66	ND	ND	5,41 ± 0,54

C21	Butan-1-ol	1131,27	ND	ND	ND	ND	ND	ND
C22	3-metilbutan-1-ol	1195,45	28,79 ± 3,30	48,94	4,31 ± 5,47	16,61 ± 3,68	38,97 ± 4,82	2,72 ± 3,07
C23	Heptan-2-ol	1319,74	1,10 ± 1,56	ND	ND	ND	ND	0,19 ± 0,27
C24	2,6-dimetilheptan-4-ol	1466,94	ND	ND	ND	ND	ND	ND
C25	Butan-2,3-diol	1554,07	ND	ND	ND	7,67 ± 4,58	3,56 ± 1,03	ND
	Hidrocarbonetos							
C26	Estireno	1263,13	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	Éteres							
C34	2-(viniloxi) etanol	1085,39	ND	ND	ND	ND	0,90 ± 1,27	ND
C27	3-propoxiprop-1-eno	1094,75	2,25 ± 3,19	ND	ND	ND	ND	ND
	Ésteres							
C28	Acetato de etila	1064,19	ND	ND	3,48 ± 1,74	ND	ND	3,69 ± 2,33
C29	Acetato de vinila	1074,29	ND	ND	ND	ND	ND	ND
C30	Butanoato de 1-metiletila	1085,43	ND	ND	ND	ND	ND	ND
C31	Butanoato de etila	1085,93	0,87 ± 1,23	1,74	2,02 ± 0,27	2,35 ± 3,32	ND	1,61 ± 1,01
C32	Propanoato de 2-metilpropila	1131,54	ND	ND	ND	ND	ND	0,33 ± 0,47
C33	Hexanoato de etila	1245,09	1,47 ± 2,08	ND	0,20 ± 0,28	ND	ND	0,56 ± 0,23

Tabela 5 - Compostos voláteis identificados nas amostras de queijo Colonial artesanal do Sudoeste do Paraná durante a maturação (continuação)

Cód.	Compostos voláteis	50 dias				64 dias		
		LRI	%			QA	QB	QC
			QA	QB	QC			
Ácidos								
C1	Ácido acético	1432,83	7,84 ± 2,31	14,61 ± 8,53	7,41 ± 2,22	3,18 ± 2,74	16,23 ± 3,45	9,62 ± 1,44
C2	Ácido propanóico	1521,87	ND	ND	ND	ND	ND	0,24 ± 0,10
C3	Ácido 2-metilpropanóico	1547,60	ND	1,6 ± 2,26	ND	1,33 ± 1,89	ND	ND
C4	Ácido butanóico	1608,76	3,57 ± 2,14	5,15 ± 0,81	27,56 ± 3,58	2,36 ± 0,91	8,46 ± 5,36	21,03 ± 9,71
C5	Ácido 3-metilbutanóico	1649,73	1,24 ± 0,95	0,55 ± 0,01	ND	5,84 ± 7,91	0,25 ± 0,35	ND
C6	Ácido hexanóico	1826,54	2,78 ± 3,94	1,32 ± 1,87	16,51 ± 2,67	ND	2,67 ± 0,32	15,62 ± 5,35
C7	Ácido octanóico	2044,95	ND	ND	3,46 ± 0,01	ND	ND	3,72 ± 1,61
Cetonas								
C8	Butan-2-ona	1066,15	ND	ND	6,25 ± 4,28	ND	ND	9,55 ± 5,89
C9	Pentan-2-ona	1076,10	3,51 ± 4,96	6,22 ± 0,40	10,44 ± 2,36	ND	7,88 ± 6,57	7,18 ± 1,57
C10	3-metilbutan-2-ona	1076,21	ND	ND	ND	0,85 ± 1,20	ND	ND
C11	Dihidro-3-metilfuran-2,5-diona	1121,51	ND	ND	ND	ND	ND	ND
C12	Octan-2-ona	1178,36	ND	ND	ND	ND	ND	ND
C13	Heptan-2-ona	1188,03	ND	ND	11,26 ± 6,44	ND	ND	4,51 ± 6,39
C14	3-hidroxibutan-2-ona	1282,71	28,03 ± 13,05	8,28 ± 0,48	0,65 ± 0,40	16,53 ± 2,60	6,62 ± 0,54	0,25 ± 0,10
Aldeídos								
C15	Acetaldeído	1059,77	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Álcoois								
C16	Etanol	1067,80	12,10 ± 16,16	1,28 ± 1,82	0,30 ± 0,43	47,29 ± 0,01	16,90 ± 3,44	ND
C17	Butan-2-ol	1081,23	ND	ND	6,19 ± 3,46	ND	ND	10,33 ± 3,80
C18	2-metilpropan-1-ol	1094,73	1,98 ± 0,16	0,85 ± 1,20	ND	1,10 ± 0,06	1,08 ± 0,06	ND
C19	Pentan-2-ol	1107,11	ND	ND	ND	ND	ND	ND
C20	3-metilbutan-2-ol	1109,72	ND	ND	2,06 ± 0,11	0,2 ± 0,28	ND	5,37 ± 2,21

C21	Butan-1-ol	1131,27	ND	ND	ND	ND	0,09 ± 0,13	ND	
C22	3-metilbutan-1-ol	1195,45	14,37 ± 5,77	56,63 ± 11,61	ND	10,89 ± 1,20	32,98 ± 1,65	4,41 ± 5,08	
C23	Heptan-2-ol	1319,74	ND	ND	ND	ND	ND	0,79 ± 0,98	
C24	2,6-dimetilheptan-4-ol	1466,94	ND	0,20 ± 0,29	ND	ND	0,18 ± 0,25	ND	
C25	Butan-2,3-diol	1554,07	17,71 ± 2,50	2,55 ± 3,61	ND	5,31 ± 3,10	2,69 ± 3,81	ND	
Hidrocarbonetos									
C26	Estireno	1263,13	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
Éteres									
C34	2-(viniloxi) etanol	1085,39	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
C27	3-propoxiprop-1-eno	1094,75	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
Ésteres									
C28	Acetato de etila	1064,19	6,85 ± 9,69	ND	2,57 ± 0,20	2,95 ± 4,17	0,8 ± 1,13	3,45 ± 0,84	
C29	Acetato de vinila	1074,29	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
C30	Butanoato de 1-metiletila	1085,43	ND	0,74 ± 1,05	ND	0,82 ± 1,16	0,91 ± 1,29	ND	
C31	Butanoato de etila	1085,93	ND	ND	3,30 ± 0,66	1,31 ± 1,85	2,01 ± 2,84	2,52 ± 0,20	
C32	Propanoato de 2-metilpropila	1131,54	ND	ND	0,21 ± 0,30	ND	ND	0,25 ± 0,35	
C33	Hexanoato de etila	1245,09	ND	ND	1,78 ± 1,84	ND	0,21 ± 0,30	1,13 ± 1,43	

QA: Queijo A; QB: Queijo B; QC: Queijo C

LRI = índice de retenção linear; ND = não detectadas. Resultados expressos como média ± desvio padrão (n = 2)

Os ácidos aumentam no decorrer da maturação em QB e QC e diminuem para QA. O queijo QA também foi o que apresentou baixa acidez e pH elevado (Figura 2). Os compostos deste grupo que mais se destacam são o ácido acético, ácido butanóico, ácido hexanóico e ácido 3-metilbutanóico. Os ácidos podem ser originados por 3 vias bioquímicas (glicólise, lipólise e proteólise), sendo que o ácido acético pode ter origem microbiana, devido à fermentação da lactose (BERTOLINO *et al.*, 2011) ou ser proveniente da lipólise, enquanto o ácido 3-metilbutanóico pode ter origem da degradação de aminoácidos (HAYALOGLU; KARABULUT, 2013). Em estudo de onze variedades de queijos turcos, os ácidos mais abundantes encontrados nas variedades estudadas foram o ácido acético e o ácido butanóico. Entre os queijos estudados, a variedade Mihalic é feita também com leite de vaca cru, e os compostos ácidos mais abundantemente encontrados foram ácido butanóico, ácido hexanóico, ácido 3-metilbutanóico e ácido acético (HAYALOGLU; KARABULUT, 2013), o que também foi observado neste estudo.

QC apresentou maior quantidade de ácido butanoico (ácido butírico), um ácido graxo de cadeia curta, produzido principalmente via lipólise, que tem importante papel no *flavor* de queijos. O ácido butírico é liberado pelas lipases presentes e/ou sintetizado pela microbiota do queijo (MCSWEENEY; SOUSA, 2000; SHEEHAN; WILKINSON; MASWEENEY, 2008; JO *et al.*, 2017; CASTADA; HANAS; BARRINGER, 2019; XU *et al.*, 2020).

Além disso, a presença de ácido propanoico (ácido propiônico) foi observada somente em QC. Este composto pode ser formado durante o metabolismo do ácido láctico por ação de bactérias propiônicas e é responsável por um sabor adocicado nos queijos. As bactérias propiônicas podem estar naturalmente presentes nos queijos de leite cru. Nesse tipo de fermentação, também ocorre a formação de CO₂ que leva à formação de olhaduras nos queijos (SHEEHAN; WILKINSON; MASWEENEY, 2008; ACERBI *et al.*, 2016; CASTADA; HANAS; BARRINGER, 2019; TEKIN; GÜLER, 2019; XU *et al.*, 2020). De fato, QC apresenta essas olhaduras características, como pode ser observado na Figura 11. A maturação à temperatura ambiente (média 24,6 °C) e o tipo de salga utilizada em QC favorecem a fermentação propiônica.

Figura 11 - Presença de olhaduras no queijo Colonial artesanal do Sudoeste do Paraná (queijo QC).



O QA teve a presença de acetaldeído durante os períodos de maturação, variando a quantidade até a metade da maturação, enquanto QB teve presença em apenas um dos períodos de maturação e QC não apresentou acetaldeído em sua composição. Os aldeídos são compostos transitórios e não se acumulam no queijo porque eles são transformados ligeiramente em compostos álcoois ou em ácidos correspondentes (MATERA, 2015; BERTOLINO *et al.*, 2011). Assim, a presença de acetaldeído pode indicar que a maturação ocorreu de forma mais lenta em QA, o que também pode ser evidenciado pelo baixo IPM observado.

Para identificar quais voláteis apresentaram aumento ou redução no decorrer da maturação, foram separados os períodos em módulos, onde o módulo inicial compreende a média dos valores dos períodos 0, 8 e 15 dias de maturação, o período intermediário compreende a média dos valores dos períodos 22, 29 e 36 dias de maturação e o período final compreende a média dos valores dos períodos 50 e 64 dias de maturação (Tabela 6). Foi realizado um ACP com todos os compostos voláteis, em todos os períodos e com todas as queijarias, a porcentagem de explicação foi de 77,88% (dados não apresentados), com isso, optou-se por apresentar os resultados em dados modulados (Figura 12).

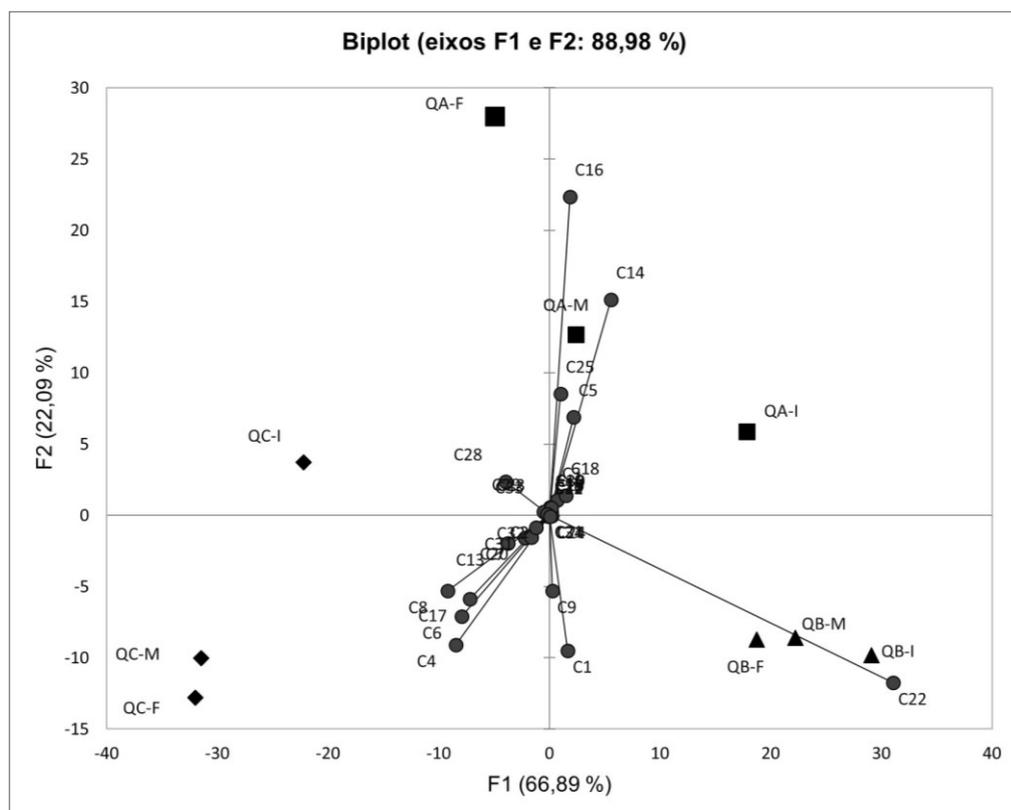
Tabela 6 - Resultados modulados de compostos voláteis em queijo Colonial artesanal do Sudoeste do Paraná

Compostos	Queijo (períodos modulados)								
	QA			QB			QC		
	Inicial	Intermediário	Final	Inicial	Intermediário	Final	Inicial	Intermediário	Final
C1	2,47	1,36	5,51	12,64	15,43	15,42	9,00	10,85	8,52
C2	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,04	0,05	0,12
C3	2,93	1,68	0,67	0,55	0,15	0,80	ND	ND	ND
C4	1,18	4,76	2,97	1,74	3,57	6,81	6,62	13,00	24,30
C5	13,44	9,36	3,54	0,40	0,38	0,40	ND	ND	ND
C6	ND	0,37	1,39	1,03	1,36	2,00	8,45	12,22	16,07
C7	ND	ND	ND	ND	ND	ND	3,09	3,07	3,59
C8	0,98	0,61	ND	ND	ND	ND	15,01	18,63	7,91
C9	0,43	7,83	1,76	6,20	8,85	7,05	1,03	6,07	8,81
C10	0,90	0,42	0,43	ND	ND	ND	0,24	ND	ND
C11	0,04	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
C12	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
C13	ND	2,50	ND	ND	ND	ND	5,59	3,21	7,89
C14	15,51	15,48	22,28	14,66	11,79	7,45	12,77	1,29	0,45
C15	0,35	0,88	ND	0,33	ND	ND	ND	ND	ND
C16	9,58	17,45	29,70	4,63	7,03	9,09	9,24	2,83	0,15
C17	ND	ND	ND	ND	ND	ND	6,00	15,90	8,27
C18	3,87	2,82	1,54	2,07	1,74	0,97	0,02	ND	ND
C19	ND	0,64	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
C20	ND	0,50	0,10	ND	ND	ND	0,14	2,60	3,72
C21	ND	ND	ND	ND	ND	0,05	ND	ND	ND
C22	40,13	23,35	12,63	54,37	47,15	44,81	6,36	2,79	2,21
C23	ND	1,21	ND	ND	ND	ND	ND	0,06	0,40

C24	0,68	ND	ND	0,47	ND	0,19	ND	ND	ND
C25	5,60	2,56	11,52	0,10	1,19	2,63	ND	ND	ND
C26	ND	0,23	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
C27	ND	0,75	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
C28	0,66	0,22	4,90	ND	ND	0,40	11,47	4,55	3,01
C29	ND	ND	ND	ND	ND	ND	2,97	ND	ND
C30	0,12	1,50	0,41	0,13	0,23	0,83	0,24	ND	ND
C31	0,41	1,07	0,66	0,21	0,58	1,01	1,50	2,14	2,91
C32	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,11	0,23
C33	0,75	2,45	ND	0,53	0,27	0,11	0,22	0,63	1,46
C34	ND	ND	ND	ND	0,30	ND	ND	ND	ND

QA: Queijo A; QB: Queijo B; QC: Queijo C. ND = não detectadas.

Figura 12 – Análise de componentes principais dos compostos voláteis em queijo Colonial artesanal do Sudoeste do Paraná



■ QA-I = QA período inicial (períodos 0, 8 e 15 dias); QA-M = QA período intermediário (períodos 22, 29 e 36 dias); QA-F = QA período final (períodos 50 e 64 dias).

▲ QB-I = QB período inicial (períodos 0, 8 e 15 dias); QB-M = QB período intermediário (períodos 22, 29 e 36 dias); QB-F = QB período final (períodos 50 e 64 dias).

◆ QC-I = QC período inicial (períodos 0, 8 e 15 dias); QC-M = QC período intermediário (períodos 22, 29 e 36 dias); QC-F = QC período final (períodos 50 e 64 dias).

● compostos voláteis

Ao analisar o gráfico de componentes principais, é possível observar que os compostos C16 (etanol), C14 (3-hidroxibutan-2-ona) e C25 (Butan-2,3-diol), aproximam-se de QA intermediário; C22 (3-metilbutan-1-ol) está mais próximo de QB em todos os módulos (inicial, intermediário e final); enquanto C8 (butan-2-ona), C17 (butan-2-ol), C6 (Ácido hexanóico) e C4 (Ácido butanóico) estão mais próximos de QC intermediário e final. Nenhum outro composto destacou-se, o que indica que está presente em pequenas quantidades nos três queijos.

Alguns desses compostos também foram encontrados em queijos de leite de vaca cru. A butan-2-ona, butan-2-ol, ácido hexanóico, etanol e butan-2,3-diol foram encontrados em queijo Castelmagno (queijo italiano com leite de vaca cru) (BERTOLINO *et al.*, 2011). Matera *et al.* (2018) ao estudarem diversos queijos brasileiros, dentre eles o queijo Minas padrão, encontraram alguns dos compostos voláteis de destaque do queijo Colonial artesanal do Sudoeste do Paraná (3-metilbutan-1-ol, butan-2-ona, ácido butanóico e etanol).

6 CONCLUSÃO

Os resultados das análises físicas e físico-químicas do queijo Colonial artesanal do Sudoeste do Paraná, das diferentes queijarias (A, B e C), apresentaram diferenças, confirmando a singularidade e diversidade natural em queijos artesanais, bem como, que o modo de produção e condições de maturação influenciam os parâmetros químicos e físicos do queijo.

No início da maturação, os queijos foram classificados como de alta (QA e QB) ou média (QC) umidade. Ao longo da maturação foram classificados como média (QA e QB) ou baixa umidade (QC e QA aos 64 dias). Em relação à GES, os queijos analisados classificam-se como gordos, em todos os períodos de maturação.

Durante a maturação evidencia-se redução nos parâmetros de umidade e A_w , como esperado, porém, a queijaria C, que matura os queijos em temperatura ambiente, apresentou redução mais acentuada e mais acelerada que as demais, demonstrando que a temperatura de maturação influencia diretamente nesses parâmetros. O teor de sódio dos queijos apresentou grande variabilidade, independente da técnica de salga empregada.

Os queijos que tiveram adição de iogurte natural na formulação apresentaram um efeito desejado, sendo que as BAL presentes no iogurte auxiliaram na maturação, acelerando o decréscimo do pH e aumento da acidez, ao fermentar a lactose do leite mais rapidamente. Então, pode-se concluir que a utilização de iogurte natural na fabricação do queijo Colonial artesanal é benéfica, contribuindo para a maturação.

A maturação do queijo Colonial artesanal em temperatura ambiente mostrou-se positiva, pois ocorre mais rapidamente, acelerando as modificações físico-químicas e os processos bioquímicos, e por conseguinte desenvolvendo mais compostos voláteis e outras mudanças desejáveis na maturação.

Quando correlacionados os parâmetros químicos e físicos, evidencia-se a influência da quantidade de água (umidade e A_w) nos parâmetros de textura (dureza) e cor (luminosidade), pois quanto menor a umidade e A_w , maior a dureza e menor a luminosidade. Ainda, há uma correlação do IPM com coesividade e elasticidade, demonstrando que quanto maior o IPM, menor a coesividade e elasticidade do produto.

Foram observados um total de 34 compostos voláteis no queijo Colonial artesanal. Através da análise de componentes principais, os compostos etanol, 3-hidroxiбутан-2-ona e бутан-2,3-diol caracterizam QA; o composto 3-metilбутан-1-ol foi o que caracterizou QB; enquanto бутан-2-ona, бутан-2-ol, ácido hexanóico e ácido бутанóico caracterizam QC. Possivelmente a temperatura de maturação interferiu na produção de tais compostos, pois ésteres e cetonas (compostos presentes em maior quantidade em QC) são compostos mais aromáticos e desenvolvidos a partir de álcoois com a maturação mais avançada. No entanto, o fato de QC ser mais aromático também pode ser devido à microbiota individual deste queijo.

Os queijos Coloniais artesanais analisados demonstraram diferenças entre si, desde o modo de fazer, uso ou não de iogurte natural, salga, temperatura de maturação, reafirmando a pluralidade do *saber-fazer* e a singularidade dos queijos, característica desejada para queijos artesanais. Espera-se que a caracterização físico-química destes queijos contribua com a caracterização do queijo Colonial artesanal do Sudoeste do Paraná. As perspectivas científicas futuras deste trabalho estão relacionadas à caracterização físico-química dos queijos durante o inverno, análises sensoriais e relação dos compostos voláteis com a sensorial.

REFERÊNCIAS

ACERBI, F.; GUILLARD, V.; ALIANI, M.; GUILLAUME, C.; GONTARD, N. Impact of salt concentration, ripening temperature and ripening time on CO₂ production of semi-hard cheese with propionic acid fermentation. **Journal of Food Engineering**. v. 177, p. 72-79, 2016.

ANTONELLO, L.; KUPKOVSKI, A.; BRAVO, C.C. Qualidade microbiológica de queijos coloniais comercializados em Francisco Beltrão, Paraná. **Revista Thema**, Pelotas (RS), v. 9, n. 1, p. 1-2, 2012.

ANUÁRIO LEITE 2019: novos produtos e novas estratégias da cadeia do leite para ganhar competitividade e conquistar os clientes finais. **Embrapa Gado de leite**. São Paulo: Texto Comunicação corporativa, 2019. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1109959>. Acesso em: 03 fev. 2021.

ANUÁRIO LEITE 2020: Leite de vacas felizes. **Embrapa Gado de leite**. São Paulo: Texto Comunicação corporativa, 2020. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/215763/1/AnuarioLEITE2020.pdf>. Acesso em: 18 abr. 2021.

AOAC, Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of the AOAC International**, 14 ed. Maryland: AOAC, 1984.

AOAC, Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of the AOAC International**, 18 ed. Maryland: AOAC, 2005.

ARDÖ, Y.; MCSWEENEY, P.L.H.; MAGBOUL, A.A.A.; UPADHYAY, V.K.; FOX, P.F. Biochemistry of Cheese Ripening: Proteolysis. In: MCSWEENEY, P.L.H.; FOX, P.F.; COTTER, P.D.; EVERETT D. W. **Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology**. 4 ed., Academic Press, 2017. p. 445-482.

ATANASSOVA, M.R.; FERNANDEZ-OTERO, C.; RODRÍGUEZ-ALONSO, P.; FERNANDEZ-NO, I.C.; GARABAL, J.I.; CENTENO, J.A. Characterization of yeasts isolated from artisanal short-ripened cows' cheeses produced in Galicia (NW Spain). **Food Microbiology**. v. 53, p. 172-181, feb. 2016.

BADARÓ, A.C.L.; CASTRO-CISLAGHI, F.P. (Eds.). **Segurança alimentar na produção de queijos: queijo colonial artesanal**. v. 2. 1. ed. Francisco Beltrão-PR: Grafisul, 2019.

BARLOWSKA, J.; PASTUSZKA, R.; RYSIAK, A.; KROL, J.; BRODZIAK, A.; KEZDIERSKA-MATYSEK, M.; WOLANCIUK, A.; LITWINCZUK, Z. Physicochemical and sensory properties of goat cheeses and their fatty acid profile in relation to the geographic region of production. **International Journal of Dairy Technology**. v. 71, n. 3, p. 699-708, 2018.

BARROZ, J.J.C.; AZEVEDO, A.C.; FALEIROS JÚNIOR, L.R.; TABOGA, S.R.; PENNA, A.L.B. Queijo Parmesão: caracterização físico-química, microbiológica e microestrutura. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas (SP), v. 31, n. 2, p. 285-294, abr./jun. 2011.

BERGAMASCHI, M., BITTANTE, G. From milk to cheese: Evolution of flavor fingerprint of milk, crem, curd, whey, ricota, scotta, and ripened chesse obtained during summer Alpine pasture. **Journal of Dairy Science**, v. 101, n. 05, p. 1-17, 2018.

BERTOLINO, M.; DOLCI, P.; GIORDANO, M.; ROLLE, L.; ZEPPA, G. Evolution of chemico-physical characteristics during manufacture and ripening of Castelmagno PDO cheese in wintertime. **Food Chemistry**, v. 129, n. 3, p. 1001-1011, 2011.

BEZERRA, T.K.A.; ARAÚJO, A.R.R.; ARCANJO, N.M.O.; SILVA, F.L.H.; QUEIROGA, R.C.R.E.; MADRUGA, M.S. Optimization of the HS-SPME-CG/MS technique for the analysis of volatile compounds in caprine Coalho cheese using response surface methodology. **Food Science and Techonology**, Campinas (SP), v. 36, n. 1, p. 103-110, 2016.

BOTTELLI, F. **The terroir concept for food products: the case of the cheese market in Brazil**. 2020. 41 f. Dissertação (Mestrado profissional MPGI) – Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, 2020.

BRANDIELLI, M. C. **Queijo regional do Sudoeste do Paraná durante a maturação: caracterização microbiológica, química e física**. 2016. 98 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2016.

BRASIL. **Decreto nº 9.013, de 29 de março de 2017**. Regulamenta a Lei nº 1.283, de 18 de dezembro de 1950, e a Lei nº 7.889, de 23 de novembro de 1989, que dispõem sobre a inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal. Brasília, DF: Presidência da República, [2017]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/decreto/d9013.htm. Acesso em: 04 fev. 2021.

BRASIL. **Decreto nº 9.918, de 18 de julho de 2019**. Regulamenta o art. 10-A da Lei nº 1.283, de 18 de dezembro de 1950, que dispõe sobre o processo de fiscalização de produtos alimentícios de origem animal produzidos de forma artesanal. Brasília, DF: Presidência da República, [2019a]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2019/decreto/D9918.htm. Acesso em: 04 fev. 2021.

BRASIL. **Lei nº 13.680, de 14 de junho de 2018**. Altera a Lei nº 1.283, de 18 de dezembro de 1950, para dispor sobre o processo de fiscalização de produtos alimentícios de origem animal produzidos de forma artesanal. Brasília, DF: Presidência da República, [2018a]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/lei/l13680.htm. Acesso em: 04 fev. 2021.

BRASIL. **Lei nº 13.860, de 18 de julho de 2019.** Dispõe sobre a elaboração e a comercialização de queijos artesanais e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, [2019b]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2019/lei/l13860.htm. Acesso em: 04 fev. 2021.

BRASIL. **Manual de Métodos Oficiais para Análise de Alimentos de Origem Animal.** Brasília: MAPA, 2018b. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/laboratorios/credenciamento-e-laboratorios-credenciados/legislacao-metodos-credenciados/arquivos-metodos-da-area-poa-iaq/ManualdeMtodosOficiaisparaAnlisedeAlimentosdeOrigemAnimal2ed.pdf>. Acesso em: 17 set. 2020.

BRASIL. **Portaria nº146 de 07 de março de 1996. Anexo I.** Aprovar os Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade dos Produtos Lácteos. Brasília, DF: Presidência da República, [1996]. Disponível em: <http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=consultarLegislacaoFederal>. Acesso em: 17 set. 2020.

BRUNO, L.M.; CARVALHO, J.D.G. **Microbiota Láctica de Queijos Artesanais.** Embrapa Agroindústria Tropical – Fortaleza, 2009. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/748514/microbiota-latica-de-queijos-artesanais>. Acesso em: 02 fev. 2021.

CÂMARA, S.P.A.; DAPKEVICIUS, A.; ROSA, H.J.D.; SILVA, C.C.G.; MALCATA, F.X.; DAPKEVICIUS, M.L.N.E. Physicochemical, biochemical, microbiological and safety aspects of Pico cheese: Assessment throughout maturation and on the final product. **International Journal of Dairy Science.** v. 70, n. 4, p. 542-555, 2017.

CANAL DO LEITE. **Mercado global de queijos bate recorde em 2019.** Set. 2020. Disponível em: <https://canaldoleite.com/noticias/mercado-global-de-queijos-bate-recorde-em-2019/>. Acesso em: 02 fev. 2021.

CARDOSO, V.M.; BORELLI, B.M.; LARA, C.A.; SOARES, M.A.; PATARO, C.; BODEVAN, E.C.; ROSA, C.A. The influence of seasons and ripening time on yeast communities of a traditional Brazilian cheese. **Food Research International.** v. 69, p.331-340, 2015.

CARDOSO, V.M.; DIAS, R.S.; SOARES, B.M.; CLEMENTINO, L.A.; ARAÚJO, C.P.; ROSA, C.A. The influence of ripening period length and season on the microbiological parameters of a traditional Brazilian cheese. **Brazilian Journal of Microbiology.** São Paulo (SP), v. 44, n. 3, p. 743-749, 2013.

CARVALHO, M.M. **A agroindústria familiar rural e a produção de queijos artesanais no município de Seara, Estado de Santa Catarina – Um estudo de caso.** 2015. 40 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Rural Sustentável) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2015.

CARVALHO, M.M.; ALVES FILHO, E.G.; SILVA, L.M.A.; MARTINS, F.I.C.C.; MATIOLI, A.L.; OLIVEIRA, E.E.; RODRIGUES, T.H.S.; FERREIRA, C.L.L.F.; SILVA, N.M.; ZOCOLO, G.J.; LINDNER, J.D.D. Chemometric evaluation of the metabolites and volatile profiles of mite-ripened cheeses. **International Dairy Journal**. v. 110, 2020.

CARVALHO, M.M.; FARIÑA, L.O.; STRONGIN, D.; FERREIRA, C.L.L.F.; LINDNER, J.D.D. Traditional Colonial-type cheese from the south of Brazil: A case to support the new Brazilian laws for artisanal cheese production from raw milk. **Journal of Dairy Science**. v. 102, n. 11, p. 9711-9720, 2019.

CASTADA, H.Z.; HANAS, K.; BARRINGER, S.A. Swiss Cheese Flavor Variability Based on Correlations of Volatile Flavor Compounds, Descriptive Sensory Attributes, and Consumer Preference. **Foods**. v. 8, n. 78, p. 1-16, 2019.

CASTILHO, A.C.B.; STAFUSSA, A.P.; RODRIGUES, L.M.; RESSUTE, J.B.; POZZA, M.S.S.; MADRONA, G. S. Queijos artesanais do Paraná: caracterização de sua composição centesimal. **Brazilian Journal of Development**. Curitiba (PR), v. 5, n. 10, p. 21543-21567, oct. 2019.

CASTRO, R.D.; OLIVEIRA, L.G.; SANT'ANNA, F.M.; LUIZ, L.M.P.; SANDES, S.H.C.; SILVA, C.I.F.; SILVA, A.M.; NUNES, A.C.; PENNA, C.F.A.M.; SOUZA, M.R. Lactic acid microbiota identification in water, raw milk, endogenous starter culture, and fresh Minas artisanal cheese from the Campo das Vertentes region of Brazil during the dry and rainy seasons. **Journal of Dairy Science**. v. 99, n. 8, p. 6086-6096, ago. 2016.

CASTRO-CISLAGHI, F. P.; BADARÓ, A. C. L. (Eds.). **Segurança alimentar na produção de queijos: queijo colonial artesanal**. v. 1. 1. ed. Francisco Beltrão-PR: Grafisul, 2019.

CASTRO-CISLAGHI, F. P.; BADARÓ, A. C. L. Dilemas da produção de queijo Colonial artesanal do Sudoeste do Paraná. **Faz Ciência**. Francisco Beltrão (PR), v. 23, n. 37, p. 108-124, jan./jun., 2021.

CORREIA, J.S.; CASTRO-CISLAGHI, F.P.; OLIVEIRA-PEREIRA, F.A.; FIEBIG, M. S.; BADARÓ, A.C.L. Determinação das características físico-químicas do queijo Colonial artesanal do Sudoeste do Paraná. *In: X SEMINÁRIO DE EXTENSÃO E INOVAÇÃO DA UTFPR (X SEI)*, 2020, Toledo.

CRUZ, F.T.; MENASCHE, R. O debate em torno de queijos feitos de leite cru: entre aspectos normativos e a valorização da produção tradicional. **Vigilância Sanitária em Debate: Sociedade, Ciência e Tecnologia**. Rio de Janeiro (RJ), v. 2, n. 4, p. 34-42, 2014.

DALLA RIZZARDA, A. Um olhar valioso sobre a terra: Sudoeste do Paraná 1930-1940. **Ágora**. Santa Cruz do Sul (RS), v. 20, n. 1, p. 94-101, 2018.

DELGADO, F.J.; GONZÁLEZ-CRESPO, J.; CAVA, R.; GARCÍA-PARRA, J.; RAMIREZ, R. Characterisation by SPME-GC-MS of the volatile profile of a Spanish

soft cheese P.D.O. Torta del Casar during ripening. **Food Chemistry**. v. 118, n. 1, p. 182-189, 2010.

DELGADO, F.J.; GONZÁLEZ-CRESPO, J.; CAVA, R.; GARCÍA-PARRA, J.; RAMIREZ, R. Formation of the aroma of a raw goat milk cheese during maturation analysed by SPME-GC-MS. **Food Chemistry**. v. 129, n. 3, p. 1156-1163, 2011.

DICKEL, C.; JUNKES, J.K.; TONIAL, I.B.; CASTRO-CISLAGHI, F.P. Determinação do teor de sódio e lactose em queijos mussarela e colonial consumidos na região Sudoeste do Paraná. **Revista do Instituto de Laticínios CândidoTostes**. Juiz de Fora (MG) v. 71, n. 3, p. 144-152, 2016.

DORES, M. T.; DIAS, R.S.; ARCURI, E.F.; NOBREGA, J.E.; FERREIRA, C.L.L.F. Enterotoxigenic potential of *Staphylococcus aureus* isolated from Artisan Minas cheese from the Serra da Canastra - MG, Brazil. **Food Science and Technology**. Campinas (SP), v. 33, n. 2, p. 271-275, 2013.

DORES, M.T.; NOBREGA, J.E.; FERREIRA, C.L.L.F. Room temperature aging to guarantee microbiological safety of brazilian artisan Canastra cheese. **Food Science and Technology**. Campinas (SP), v. 33, n. 1, p. 180-185, 2013.

DORIGON, C.; RENK, A. Técnicas e métodos tradicionais de processamento de produtos coloniais: de “miudezas de colonos pobres” aos mercados de qualidade diferenciada. **Revista de Economia Agrícola**. São Paulo (SP), v. 58, n.1, p.101-113, jan./jun., São Paulo, 2011.

FAO, 2020. Food Outlook - Biannual Report on Global Food Markets: June 2020. Food Outlook, 1. Rome. <https://doi.org/10.4060/ca9509e>.

FERRAZ, W.M. **Queijo Minas artesanal da serra da Canastra: influência do ambiente sobre a maturação**. 2016. 91 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudoeste de Minas Gerais, Rio Pomba, 2016.

FEUTRY, F.; ONECA, M.; BERTHIER, F.; TORRE, P. Biodiversity and growth dynamics of lactic acid bacteria in artisanal PDO Ossau-Iraty cheeses made from raw ewe's milk with different starters. **Food Microbiology**. v. 29, n. 1, p. 33-42, 2012.

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

FRAGA COTELO, M.; SCHEIN, K.P.; SALVO, S.S.G.; ABIRAD, P.M.Z.; TECHERA, S.B.C. Antimicrobial properties of lactic acid bacteria isolated from Uruguayan artisan cheese. **Food Science and Technology**. Campinas (SP), v. 33, n. 4, p. 801-804, 2013.

FREITAS EDUARDO, M. **A dinâmica territorial das agroindústrias artesanais de Francisco Beltrão/PR**. 2008. 162 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2008.

FRESNO, M.; ÁLVAREZ, S. Chemical, Textural and Sensorial Changes during the Ripening of Majorero Goat Cheese. **International Journal of Dairy Technology**. v. 65, n. 3, p. 393-400, 2012.

HAYALOGLU, A.A.; KARABULUT, I. SPME/GC-MS Characterization and comparison of volatiles of eleven varieties of Turkish cheeses. **International Journal of Food Properties**, v. 16, n. 7, p.1630-1653, 2013.

HAYALOGLU, A.A.; YASAR, K.; TOLU, C.; SAHINGIL, D. Characterizing volatile compounds and proteolysis in Gokceada artisanal goat cheese. **Small Ruminant Research**. v. 113, n. 1, p. 187-194, 2013.

HERNÁNDEZ, I.; BARRÓN, L.J.R.; VIRTO, M.; PÉREZ-ELORTONDO, F.J.; FLANAGAN, C.; ROZAS, U.; NÁJERA, A.I.; ALBISU, M.; VICENTE M.S.; RENOBLES, M. Lipolysis, proteolysis and sensory properties of ewe's raw milk cheese (Idiazabal) made with lipase addition. **Food Chemistry**. v. 116, n. 1, p. 158-166, 2009.

IAL – Instituto Adolfo Lutz. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. São Paulo, 4 ed., 2008.

JALILZADEH, A.; TUNÇTÜRK, Y.; HESARI, J. Extension Shelf Life of Cheese: A Review. **International Journal of Dairy Science**. v. 10, n. 2, p. 44-60, 2015.

JO, Y.; BENOIST, D.M.; AMEERALLY, A.; DRAKE, M.A. Sensory and Chemical properties of Gouda cheese. **Journal of Dairy Science**. v. 101, p. 1967-1989, 2018.

KIRMACI, H.A.; HAYALOGLU, A.A.; ÖZER, H.B.; ATASOY, A.F.; LEVENT, O. Effects of Wild-Type Starter Culture (Artisanal Strains) on Volatile Profile of Urfa Cheese Made from Ewe Milk. **International Journal of Food Properties**, v. 18, n. 9, p. 1915-1929, 2015.

LEITE, A.I.N. **Autenticidade do queijo de manteiga do Seridó por espectroscopia no infravermelho**. 2018. 95 f. Dissertação (Mestrado profissional em Ciência e Tecnologia de Leite e Derivados). Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora, 2018.

LOURENÇO NETO, J.P.M. **Queijos: Aspectos tecnológicos**. 1. ed. Editora Master Graf., 2013.

MARGALHO, L.P.; FELICIANO, M. D.; SILVA, C.E.; ABREU, J.S.; PIRAN, M.V.F.; SANT'ANA, A.S. Brazilian artisanal cheeses are rich and diverse sources of nonstarter lactic acid bacteria regarding technological, biopreservative, and safety properties—Insights through multivariate analysis. **Journal of Dairy Science**. v. 103, n. 9, p. 7908-7926, 2020.

MARTINS, J.M.; GALINARI, E.; PIMENTEL-FILHO, N.; RIBEIRO-JÚNIOR, J. I.; FURTADO, M.M.; FERREIRA, C.L.L.F. Determining the minimum ripening time of

artesanal Minas Cheese a traditional Brazilian cheese. **Brazilian Journal of Microbiology**, São Paulo (SP), v. 46, n. 1, p. 219-230, 2015.

MASOTTI, F.; CATTANEO, S.; STUKNYTÉ, M.; BATTELLI, G.; VALLONE, L.; NONI, I.D. Composition, proteolysis, and volatile profile of Strachitunt cheese. **Journal of Dairy Science**. v. 100, n. 3, p. 1679-1687, mar. 2017.

MATERA, J.; LUNA, A.S.; BATISTA, D.B.; PIMENTEL, T.C.; MORAES, J.; KAMIMURA, B.A.; FERREIRA, M.V.S.; SILVA, H.L.A.; MATHIAS, S.P.; ESMERINO, E.A.; FREITAS, M.Q.; RAICES, R.S.L.; QUITÉRIO, S.L.; SANT'ANA, A.S.; SILVA, M.C.; CRUZ, A.G. Brazilian cheeses: A survey covering physicochemical characteristics, mineral content, fatty acid profile and volatile compounds. **Food Research International**. v. 108, p. 18-26, 2018.

MATERA, J.A. **Caracterização físico-química de queijos tipicamente brasileiros**. 2015. 106 f. Dissertação (Mestrado profissional em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Instituto Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

MATOS, L.A.I.; ROVERE, R.L.L. Tipos de conhecimento regional protegidos pelas instituições na indicação de procedência Canastra (MG). **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília (DF), v. 58, n. 2, p. 1-18, 2020.

MATOS, L.A.I.; ROVERE, R.L.L. Conceitos dos irmãos Polanyi como ferramentas de análise de Indicações Geográficas: o caso da Indicação de Procedência do Queijo Minas artesanal da região da Canastra/MG. **Revista Econômica do Nordeste**. Fortaleza (CE), v. 49, n. 2, p. 133-148, 2018.

McSWEENEY, P.L.H. Biochemistry of Cheese Ripening: Introduction and Overview In: **Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology**. 3. ed., v. 1. Elsevier, 2004. p. 347-359.

McSWEENEY, P.L.H.; FOX, P.F.; CIOCIA, F. Metabolism of Residual Lactose and of Lactate and Citrate. In: MCSWEENEY, P.L.H.; FOX, P.F.; COTTER, P.D.; EVERETT D. W. **Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology**. 4 ed., Academic Press, 2017. p. 411-421.

MCSWEENEY, P.L.H.; SOUSA, M.J. Biochemical pathways for the production of flavour compounds in cheeses during ripening: A review. **Lait**. v. 80, p. 293–324, 2000.

MEDEIROS, M.L.; TERRA, L.A.A.; PASSADOR, J.L. Geographical indications and territorial development: A soft-system methodology analysis of the Serro Case. **Systems Research and Behavioral Science**. p. 1-15, 2019.

MEZZADRI, F.P. Prognóstico Pecuária de leite 15 de janeiro de 2020. **Departamento de Economia Rural DERAL. SEAB**. Disponível em: http://www.agricultura.pr.gov.br/sites/default/arquivos_restritos/files/documento/2020-01/leite_2020_0.pdf. Acesso em: 04 fev. 2021.

MILKPOINT. **IBGE: produção total cresce 2,7% em 2019 e país bate novo recorde de produtividade.** Out. 2020. Disponível em: <https://www.milkpoint.com.br/noticias-e-mercado/giro-noticias/ibge-producao-total-cresce-27-em-2019-e-pais-novo-recorde-de-produtividade-222215/?r=177729702#>. Acesso em: 18 abr. 2021.

MURTAZA, M.A.; REHMAN, S.U.; ANJUM, F.M.; HUMA, N.; TARAR, O.M.; MUEEN-UD-DIN, G. Organic acid contents of buffalo milk cheddar cheese as influenced by accelerated ripening and sodium salt. **Journal of Food Biochemistry**. v. 36, n. 1, p. 99-106, 2012.

NASCIMENTO, B.M.S. **Desenvolvimento e caracterização de queijos coalhos maturados: com leites caprino, bovino e misto.** 2017. 134 f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2017.

NOGUEIRA, M.C.L.; LUBACHEVSKY, G.; RANKIN, S.A. A study of the volatile composition of Minas cheese. **LWT – Food Science and Technology**. v. 38, n. 5, p. 555-563, 2005.

OLIVEIRA, A.P.; OKUMURA, L.L.; GOMES NETO, J.A.; MORAES, M. Avaliação do método das adições de analito para a determinação de sódio em álcool combustível por espectrometria de emissão atômica em chama. **Eclética Química**. São Paulo (SP), v. 27, n. spe., p. 285-291, 2002.

OLIVEIRA, D. F.; BRAVO, C.E.C.; TONIAL, I.B. Sazonalidade como fator interferente na composição físico-química e avaliação microbiológica de queijos coloniais. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v. 64, n. 2, p. 521-523, 2012.

PARANÁ. **Lei nº 19.599, de 17 de julho de 2018.** Dispõe sobre a produção e a comercialização dos queijos artesanais no Estado do Paraná. Curitiba: Assembleia Legislativa do Estado do Paraná, [2018]. Disponível em: http://portal.alep.pr.gov.br/modules/mod_legislativo_arquivo/mod_legislativo_arquivo.php?leiCod=51524&tplei=0&tipo=L. Acesso em: 02 fev. 2021.

PEREIRA, D. B. C. et al. **Físico-química do leite e derivados** – métodos analíticos. 1. ed. Minas Gerais: Oficina de Impressão Gráfica e Editora Ltda, 2001.

PERRY, K.S.P. Queijos: aspectos químicos, bioquímicos e microbiológicos. **Química Nova**. v. 27, n. 2, p. 293-300, 2004.

PIRES, M.F.A.; LANGE, C.C.; BORGES, C.A.V.; DINIZ, F.H.; SEABRA, J.C.F.; MARTINS, C.E.; MAGALHÃES, F.A.R.; LEMOS, A.M.; MAGALHÃES JÚNIOR, W.C.P.; VICENTINI, N.M. Caracterização do Queijo Artesanal de Alagoa-MG: parâmetros físicos, físico-químicos, microbiológicos e sensoriais. **Boletim de pesquisa e desenvolvimento Embrapa**. Juiz de Fora (MG), 2019.

RODRÍGUEZ-ALONSO, P.; CENTENO, J.A.; GARABAL, J.I. Comparison of the volatile profiles of Arzúa-Ulloa and Tetilla cheeses manufactured from raw and

pasteurized milk. **LWT - Food Science and Technology**. v. 42, n. 10, p. 1722-1728, 2009.

ROSA-ALCARAZ, M.L.A.; ORTIZ-ESTRADA, A.M.; HEREDIA-CASTRO, P.Y.; HERNÁNDEZ-MENDOZA, A.; REYES-DÍAZ, R.; VALLEJO-CORDOBA, B.; GONZÁLEZ-CÓRDOVA, A. Poro de Tabasco cheese: Chemical composition and microbiological quality during its artisanal manufacturing process. **Journal of Dairy Science**. v. 103, n. 4, p. 3025-3037, 2020.

RUVALCABA-GOMÉZ, J.M.; RUIZ-ESPINOSA, H.; ARTEAGA-GARIBAY, R.I.; ROJAS-LÓPEZ, M.; AMADOR-ESPEJO, G.G.; ANAYA-ESPARZA, L.M.; DELGADO-MACUIL, R.J. Texture, physicochemical and sensory properties of artisanal Adobera cheese from Los Altos de Jalisco, a genuine Mexican cheese. **International Journal of Dairy Technology**. v. 73, n. 2, p. 411-420, 2020.

SÁDECKÁ, J.; KOLEK, E.; PANGALLO, D.; VALIK, L.; KUČHTA, T. Principal volatile odorants and dynamics of their formation during the production of May Bryndza cheese. **Food Chemistry**, v. 150, p. 301-306, 2014.

SALDANHA, R.K. **O perfil da agricultura familiar do Sudoeste paranaense segundo o histórico da economia agrícola da região e as estatísticas mais recentes**. 2014. 70 f. Monografia (Graduação em Ciências Econômicas) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

SANT'ANA, A.M.; BESSA, R. J.B.; ALVES, S. P.; MEDEIROS, A. N.; COSTA, R. G.; SOUSA, Y. R.F.; BEZERRIL, F. F.; BATISTA, A. S. M.; MADRUGA, M.S.; QUEIROGA, R. C.R. Fatty acid, volatile and sensory profiles of milk and cheese from goats raised on native semiarid pasture or in confinement. **International Dairy Journal**, v. 91, p. 147-154, 2019.

SANT'ANA, A.M.S.; BEZERRIL, F.F.; MADRUGA, M.S.; BATISTA, A.S.M.; MAGNANI, M.; SOUZA, E.L.; QUEIROGA, R.C.R.E. Nutritional and sensory characteristics of Minas fresh cheese made with goat milk, cow milk, or a mixture of both. **Journal of Dairy Science**. v. 96, n. 12, p. 7442-7453, 2013.

SANTOS-KOELLN, F.T.; MATTANA, A.; HERMES, E. Avaliação microbiológica do queijo tipo mussarela e queijo colonial comercializado na região Oeste do Paraná. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**. Ponta Grossa (PR), v. 03, n. 02, p. 66-74, 2009.

SERHAN, M.; LINDER, M.; HOSRI, C.; FANNI, J. Changes in proteolysis and volatile fraction during ripening of Darfiyeh, a Lebanese artisanal raw goat's milk cheese. **Small Ruminant Research**, v. 90, n. 1-3, p. 75-82, 2010.

SHEEHAN, J.J.; WILKINSON, M.G.; MCSWEENEY, P.L.H. Influence of processing and ripening parameters on starter, non-starter and propionic acid bacteria and on the ripening characteristics of semi-hard cheeses. **International Dairy Journal**. v. 18, p. 905-917, 2008.

SILVA, F.; SILVA, G.; TONIAL, I.B.; CASTRO-CISLAGHI, F.P. Qualidade Microbiológica e Físico-Química de Queijos Coloniais com e sem inspeção, comercializados no Sudoeste do Paraná. **Boletim Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**. Curitiba (PR), v. 33, n. 2, p. 31-42, 2015.

SILVA, T.C.; CASTRO-CISLAGHI, F.P.; PASTRO, J.; MARQUES, C.; BADARÓ, A.C.L. Análise sensorial do queijo colonial artesanal do Sudoeste do Paraná. *In: X SEMINÁRIO DE EXTENSÃO E INOVAÇÃO DA UTFPR (X SEI)*, 2020, Toledo.

SILVEIRA JÚNIOR, J.F.; OLIVEIRA, D.F.; BRAGHINI, F.; LOSS, E.M.S.; BRAVO, C.E.; TONIAL, I.B. Caracterização físico-química de queijos coloniais produzidos em diferentes épocas do ano. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**. Juiz de Fora (MG), v. 67, n. 386, p. 67-80, 2012.

SIMÕES, M.G.; PORTAL, R.E.; RABELO, J.G.; FERREIRA, C.L.L.F. Seasonal variations affect the physicochemical composition of Bufallo milk and artisanal cheeses produced in Marajó Island (Pa, Brazil). **Advance Journal of Food Science and Technology**, v. 6, n. 1, p. 81-91, 2014.

SOARES, D.B.; MONTEIRO, G.P.; FONSECA, B.B.; FREITAS, E.A.; MENDONÇA, E.P.; MELO, R.T.; IASBECK, J.R.; ROSSI, D.A. Análise sanitária e físico-química e adequação bacteriológica do Queijo Minas Artesanal produzido em duas propriedades. **Ciência Animal Brasileira**. Goiânia (GO) v. 19, p. 1-13, 2018.

SOARES-PINTO, M.; CARVALHO, A.F.; PIRES, A.C.S.; SOUZA, A.A.C.; SILVA, P.H.F.; SOBRAL, D.; PAULA, J.C.J.; SANTOS, A.L. The effects of nisin on *Staphylococcus aureus* count and the physicochemical properties of Traditional Minas Serro cheese. **International Dairy Journal**. v. 21, n.2, p. 90-96, 2011.

SOARES-PINTO, M.; FERREIRA, C.L.L.F.; MARTINS, J.M.; TEODORO, V.A.; PIRES, A.C.S.; FONTES, L.B.A.; VARGAS, P.I.R. Segurança alimentar do queijo Minas artesanal do Serro, Minas Gerais, em função da adoção de Boas Práticas de Fabricação. **Pesquisa agropecuária tropical**. Goiânia (GO), v. 39, n. 4, p. 342-347, 2009.

SOBRAL, D. **Efeito da nisina na contagem de *Staphylococcus aureus* e nas características do queijo minas artesanal da região de Araxá**. 2012. 100 f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2012.

SOUZA, L.M.A. **Carta Leite - Queijos: preços e consumo em tempos de covid-19**. Scot consultoria, jun. 2020. Disponível em: <https://www.scotconsultoria.com.br/noticias/cartas/52622/carta-leite---queijos:-precos-e-consumo-em-tempos-de-covid-19.htm>. Acesso em: 04 fev. 2021.

SULEJMANI, E.; HAYALOGLU, A.A. Characterisation of Macedonian white-brined cheese: Effect of raw or heat-treated caprine milk. **International Journal of Dairy Technology**. v. 71, n. 2, 2018.

TABOADA, N.; NIEUWENHOVE, C.V.; ALZOGARAY, S.L.; MEDINA, R. Influence of autochthonous cultures on fatty acid composition, esterase activity and sensory profile of Argentinean goat cheeses. **Journal of Food Composition and Analysis**. v. 40, p. 86-94, 2015.

TEKIN, A.; GÜLER, Z. Glycolysis, lipolysis and proteolysis in raw sheep milk Tulum cheese during production and ripening: Effect of ripening materials. **Food Chemistry**. v. 286, p. 160–169, 2019.

TENREIRO, M.I.C. **Estudo das propriedades físico-químicas do queijo Serra da Estrela**. 2014. 81 f. Dissertação (Mestrado em Qualidade e Tecnologia alimentar) – Instituto Politécnico de Viseu, Viseu, 2014.

TESSER, I.C.; FARIÑA, L.O.; KOTTWITZ, L.B.M.; SOSA, D.E.F.; PRAMIU, D.C. Fabricação artesanal de queijo colonial analisada sob os critérios da Instrução Normativa nº 30/2013 (Municípios do território da Cantuquiriguaçu, Paraná, Brasil). **Revista Instituto de Laticínios Cândido Tostes**. Juiz de Fora (MG), v. 71, n. 4, p. 206-218, 2016.

THIERRY, A.; COLLINS, Y.F.; MUKDSI, M.C.A.; MCSWEENEY, P.L.H.; WILKINSONS, M.G.; SPINLER, H.E. Lipolysis and Metabolismo of Fatty Acids in Cheese. In: MCSWEENEY, P.L.H.; FOX, P.F.; COTTER, P.D.; EVERETT D. W. **Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology**. 4 ed., Academic Press, 2017. p. 423-444.

UPADHYAY, V.K. MCSWEENEY, P.L.H.; MAGBOUL, A.A.A.; FOX, P.F. Proteolysis in Cheese during Ripening In: **Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology**. 3. ed., v. 1. Elsevier, 2004. p. 391-433.

VARNAM, A.H., SUTHERLAND, J.P. **Leche y productos lácteos**. Editorial Acribia, S.A. – Zaragoza, 1994.

VASEK, O.M.; MAZZA, S.M.; GIORI, G.S. Physicochemical and microbiological evaluation of corrientes artisanal cheese during ripening. **Food Science and Technology**. Campinas (SP), v.33, n. 1, p.151-160, 2013.

VIANA, C.E.; TRICHES, R.M.; CRUZ, F.T. Que qualidades para quais mercados? O caso do queijo colonial da microrregião de Capanema, Paraná. **Revista NERA**. Presidente Prudente (SP), v. 22, n. 49, p. 189-210, 2019.

XU, Z.; CHEN, J.; SHI, X.; WANG, B.; ZHENG, X.; ZHENG, X. Characteristic physicochemical indexes and flavor compounds in Xinjiang Kazak cheese during ripening. **Food Bioscience**. v. 35, p. 100586, 2020.

ZAFFARI, C.B.; MELLO, J.F.; COSTA, M. Qualidade bacteriológica de queijos artesanais comercializados em estradas do litoral norte do Rio Grande do Sul, Brasil. **Ciência Rural**. Santa Maria (RS), v. 37, n. 3, p. 862-867, 2007.

ZENDRI, F.; RAMANZIN, M.; CIPOLAT-GOTET, C.; STURARO, E. Variation of milk coagulation properties, cheese yield, and nutrients recovery in curd of cows of different breeds before, during and after transhumance to highland summer pastures. **Journal of Dairy Research**. v. 84, n. 1, p. 39-48, 2017.