

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
MESTRADO PROFISSIONAL EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

MARILDE CANTON BRANDIELLI

**QUEIJO REGIONAL DO SUDOESTE DO PARANÁ DURANTE A MATURAÇÃO:
CARACTERIZAÇÃO MICROBIOLÓGICA, QUÍMICA E FÍSICA**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

LONDRINA
2016

MARILDE CANTON BRANDIELLI

**QUEIJO REGIONAL DO SUDOESTE DO PARANÁ DURANTE A MATURAÇÃO:
CARACTERIZAÇÃO MICROBIOLÓGICA, QUÍMICA E FÍSICA**

Dissertação de mestrado, apresentado ao Curso de Mestrado Profissional em Tecnologia de Alimentos, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, câmpus Londrina, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Tecnologia de Alimentos.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Alessandra Machado-Lunkes.

Co-orientadora: Prof^a. Dr^a. Fabiane Picinin de Castro Cislighi.

LONDRINA
2016

TERMO DE LICENCIAMENTO

Esta Dissertação está licenciada sob uma Licença Creative Commons *atribuição uso não-comercial/compartilhamento sob a mesma licença 4.0 Brasil*. Para ver uma cópia desta licença, visite o endereço <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/> ou envie uma carta para Creative Commons, 171 Second Street, Suite 300, San Francisco, Califórnia 94105, USA.



Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca UTFPR - Câmpus Londrina

B818q Brandielli, Marilde Canton

Queijo regional do sudoeste do Paraná durante a maturação: caracterização microbiológica, química e física / Marilde Canton Brandielli. - Londrina : [s.n.], 2016.

98 f. : il. ; 30 cm.

Orientadora: Prof^a Dr^a Alessandra Machado-Lunkes

Coorientadora: Prof^a Dr^a Fabiane Picinin de Castro Cislighi

Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos. Londrina, 2016.

Bibliografia: f. 41-49.

1. Queijo - Fabricação. 2. Queijo - Maturação. 3. Alimentos - Análise. I. Lunkes, Alessandra Machado, orient. II. Cislighi, Fabiane Picinin de Castro, coorient. III. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. IV. Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos. V. Título.

CDD: 664

FOLHA DE APROVAÇÃO
Título da Dissertação Nº 47

**“Queijo regional do Sudoeste do Paraná durante a
maturação: Caracterização microbiológica, química
e física”**

por

Marilde Canton Brandielli

Esta dissertação foi apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de MESTRE EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS – Área de Concentração: Tecnologia de Alimentos, pelo Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos – PPGTAL – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR – Câmpus Londrina, às 14h do dia 02 de setembro de 2016. O trabalho foi aprovado pela Banca Examinadora, composta por:

Prof.^a Dr.^a Alessandra Machado-Lunkes
Prof.^a Orientadora
UTFPR Câmpus Francisco Beltrão

Prof.^a Dr.^a Tahis Regina Baú
Membro Titular
IFSC Câmpus São Miguel do Oeste

Prof. Dr. Edimir Andrade Pereira
Membro Titular
UTFPR Câmpus Pato Branco

Visto da coordenação:

Prof. Dr. Fábio Augusto Garcia Coró
(Coordenador do PPGTAL)

A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Programa de Pós Graduação em Tecnologia de Alimentos.

Dedico este trabalho à minha família, em especial a minha filha Geovana pelos momentos de ausência.

AGRADECIMENTOS

Somente as palavras aqui descritas não serão suficientes para expressar minha gratidão a todos que me ajudaram durante esse período de crescimento e aprendizado. Principalmente, é insuficiente para agradecer a Deus por todos os presentes que Ele tem me dado nesses últimos anos, pelo Seu amor, Sua força e animo de continuar.

Agradeço a minha orientadora Prof^a. Dr^a. Alessandra Machado-Lunkes, pela sabedoria com que me guiou nesta trajetória e pela paciência durante períodos difíceis. Assim, também agradeço a minha co-orientadora Prof^a. Dr^a. Fabiane Picinin de Castro Cislighi, ao Prof. Mestre João Marchi pelas orientações e a Prof^a. Dr^a. Ivane Benedetti Tonial e Prof^a. Dr^a. Vânia C. F. Burgardt.

A toda minha família pelo apoio e pelo auxílio. Ao meu amigo e marido amado Carlos Alexandre Brandielli, minha mãe admirável Maria de Cezaro Canton, meu pai adorado Batista João Canton, minhas irmãs amadas Mônica, Marina e Mari Sandra Canton, minha sogra querida Maria Aparecida Brandielli, que sempre estiveram ao meu lado para me ajudar, incentivar e fortalecer.

Aos meus colegas da empresa Laticínios Soberano, Daiana Menin e Anderson Shaus, que me ajudaram e incentivaram, assim também, como aos proprietários Arcibaldo Granzotto, Helena Granzotto e Ricardo Granzotto, pelo apoio e compreensão.

Agradeço a Rafael Menegotto e toda a equipe da Empresa Laticínios Primo Queijo que abriu as portas para a fabricação e maturação dos queijos.

Agradeço aos alunos de iniciação científica Aline Zanotto, Mateus Menegati e Sintia M. Floriani pela ajuda durante as análises realizadas.

Aos técnicos de laboratório da UTFPR de Francisco Beltrão, em especial ao João Mileski e a Roberta Roncatti, do Laboratório de Qualidade Agroindustrial – LAQUA da UTFPR de Pato Branco.

Agradeço aos meus colegas de mestrado pelo apoio e pela amizade.

Enfim, a todos os que de alguma forma contribuíram para a realização desta pesquisa.

Bem-aventurado o homem que acha
sabedoria, e o homem que adquire
conhecimento;
Porque é melhor a sua mercadoria do que
artigos de prata, e maior o seu lucro que o
ouro mais fino.
Mais preciosa é do que os rubis, e tudo o
que mais possas desejar não se pode
comparar a ela.
(Provérbios 3:13-15)

RESUMO

BRANDIELLI, Marilde Canton. **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.

O queijo regional fabricado exclusivamente no Sudoeste do Paraná, com cultura lática autóctone proveniente de microrganismos do leite de produtores da região, tem a finalidade de comercialização e valorização de produtos lácteos com características regionais. Este estudo teve como objetivo avaliar as modificações microbiológicas, químicas e físicas do queijo produzido com duas culturas lácticas autóctones (fermento A e B) da região Sudoeste do Paraná durante o processo de maturação em 0, 60 e 120 dias. Os parâmetros físico-químicos evoluíram de forma esperada durante a maturação, apresentando diminuição da a_w , pH e umidade, e aumento nos parâmetros de acidez (em ácido láctico e ácido graxos), sólidos totais, proteína total, lipídios, gordura no extrato seco e cinzas. *S. thermophilus* apresentou maior contagem no início da maturação em comparação ao *L. delbrueckii* sp. *bulgaricus* e valores próximos nos períodos 60 e 120 dias. A proteólise (IEP e IPP) aumentou durante a maturação. O perfil de ácidos graxos apresentou maior porcentagem os ácidos palmítico, oleico, esteárico e mirístico, sendo que vários ácidos graxos apresentaram diferença entre os queijos em diferentes períodos da maturação. A cor do queijo regional durante a maturação apresentou diminuição da luminosidade, aumento da cor verde e amarela. A textura do queijo apresentou diminuição dos parâmetros de coesão, elasticidade e mastigabilidade, sendo que dureza não apresentou diferença durante a maturação. Os queijos fabricados com o fermento A (QA) e B (QB) apresentaram diferenças entre si ao 0 dia para acidez em ácido láctico, acidez em ácidos graxos, umidade, sólidos totais, potássio, cálcio, IPP, L^* , b^* e elasticidade. Já aos 60 dias as análises de acidez em ácido láctico, IEP e *S. thermophilus* diferiram entre QA e QB e aos 120 dias apenas os parâmetros de cor a^* e b^* . O teste de correlação linear para cor apresentou correlação com atividade de água, umidade, sólidos totais, lipídios, NS pH 4,6 e NS TCA 12% para as coordenadas L^* e a^* , já a coordenada b^* apresentou somente correlação para lipídios. Os parâmetros de textura (coesão, elasticidade e mastigabilidade) apresentaram correlação com os parâmetros químicos avaliados (atividade de água, umidade, sólidos totais, proteína - exceto elasticidade, lipídios, NS pH 4,6, NS TCA 12%). Com o estudo agregou-se novos dados no desenvolvimento do queijo regional durante a maturação, principalmente na evolução da proteólise, contagem de bactérias ácido-láticas, perfil de ácidos graxos e correlação entre parâmetros químicos, de cor e textura. Observou-se também atuação distinta entre os dois fermentos apenas no início da maturação dos queijos, sendo que, não será comercializado o produto neste período.

Palavras-chave: Fermento láctico autóctone. Parâmetros químicos. Proteólise. Cor. Textura.

ABSTRACT

BRANDIELLI, Marilde Canton. **Southwestern Parana regional cheese during ripening:** Microbiological, chemistry and physics characterization. 2016. 98f. Dissertação (Mestrado Profissional em Tecnologia de Alimentos) - Federal Technology University - Parana. Londrina, 2016.

The regional cheese which is made exclusively in the southwestern region of Paraná State, with autochthonous lactic culture from milk microorganisms of producers from the region, has the purpose of both marketing and enhancement of dairy products with regional characteristics. This study aimed to evaluate the microbiological, chemical and physical changes of the cheese produced with two indigenous lactic cultures (yeast A and B) of Paraná Southwest region during the maturation process at 0, 60 and 120 days. The physicochemical parameters evolved, as expected during maturation, with a_w , pH and moisture decreasing and increasing acidity parameters (in lactic acid and fatty acid), total solids, total protein, lipid, fat in dry matter and ashes. *S. thermophilus* showed the highest score at the start of maturation when compared to the *L. delbrueckii* sp. *bulgaricus* and values near the periods 60 and 120 days. The proteolysis (IEP and IPP) increased during maturation. The fatty acid profile showed a higher percentage of palmitic, oleic, stearic and myristic, and various fatty acids showed differences between cheeses at different stages of maturation. The color of regional cheese during maturation has shown a reduction on brightness and on the other hand an increase of green and yellow color. The cheese texture showed decreased cohesion parameters, elasticity and chewiness, and toughness showed no difference during maturation. Cheeses made with yeast A (QA) and B (QB) differ from each other to 0 days to acidity in lactic acid acidity in fatty acids, moisture, total solids, potassium, calcium, IPP, L^* , b^* and elasticity. At 60 days, the acidity analysis in lactic acid, IEP and *S. thermophilus* differed between QA and QB and 120 days only the color parameters a^* and b^* . The linear correlation test for color correlated with water activity, moisture, total solids, lipids, NS pH 4.6 and NS TCA 12% for $L^* a^*$ coordinate and, as the coordinate b^* only correlated to lipids. The texture parameters (cohesion, elasticity and chewiness) correlated with the assessed chemical parameters (water activity, moisture, total solids, protein - except elasticity, lipids, NS pH 4.6, NS TCA 12%). According to the study in the development of regional cheese during maturation, new data has been added especially in the evolution of proteolysis count lactic acid bacteria, fatty acid profile and correlation between chemical parameters, color and texture. It was also observed distinct performance between the two yeasts only at the beginning of the maturation of both cheeses, which will not be marketed at this point.

Keywords: Autochthonous lactic acid bacteria. Chemical parameters. Proteolysis. Color. Texture.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Caminhos bioquímicos durante a maturação do queijo.....	22
Figura 2 – Coordenadas de cor CIE L*a*b* 1976.....	30
Figura 3 – Organograma de produção do queijo regional do Sudoeste do Paraná.....	33
Figura 4 – Evolução das bactérias ácido-láticas durante a maturação.....	63
Figura 5 – Evolução da proteólise durante a maturação do queijo regional do Sudoeste do Paraná.....	65

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Classificação dos queijos de acordo com matéria gorda no extrato seco e umidade.....	18
Tabela 2 – Classificação dos queijos de acordo com a consistência e maturação.....	19
Tabela 3 – Parâmetros físicos e sua relação com os sensoriais de textura.....	27
Tabela 4 – Parâmetros de qualidade do leite cru refrigerado utilizado para fabricação dos queijos regional do Sudoeste do Paraná.....	31
Tabela 5 – Parâmetros físico-químicos do queijo regional do Sudoeste do Paraná durante a maturação.....	58
Tabela 6 – Quantificação das bactérias ácido-láticas do queijo regional do Sudoeste do Paraná durante a maturação.....	63
Tabela 7 – Perfil de ácidos graxos do queijo regional do Sudoeste do Paraná durante a maturação.....	68
Tabela 8 – Avaliação da cor do queijo regional do Sudoeste do Paraná pelas coordenadas L* a* b* durante a maturação.....	83
Tabela 9 – Textura do queijo regional do Sudoeste do Paraná durante o período de maturação.....	85
Tabela 10 – Parâmetros químicos do queijo regional do Sudoeste do Paraná utilizados para correlação linear.....	88
Tabela 11 – Correlação de Pearson entre análises químicas e atributos de cor do queijo regional do Sudoeste do Paraná.....	89
Tabela 12 – Correlação de Pearson entre análises químicas e atributos de textura do queijo regional do Sudoeste do Paraná.....	91

LISTA DE SIGLAS E ACRÔNIMOS

LISTA DE SIGLAS

AGL	Ácidos Graxos Livres
AGS	Ácidos Graxos Saturados
AGMI	Ácidos Graxos Monoinsaturados
AGPI	Ácidos Graxos Poliinsaturados
IEP	Índice da Extensão da Proteólise
IPP	Índice de Profundidade de Proteólise
MRS	Man Rogosa e Sharpe
N-3	<i>Ômega 3</i>
N-6	<i>Ômega 6</i>
NaOH	Hidróxido de Sódio
NNC	Nitrogênio Não Caseico
NNP	Nitrogênio Não Proteico
NS	Nitrogênio Solúvel
NSLAB	Bactéria Ácido-Láctica Não <i>Starter</i>
NT	Nitrogênio Total
OMS	Organização Mundial da Saúde
TCA	Ácido Tricloroacético
TPA	Análise de Perfil de Textura
UMDQ	Umidade na Massa Desengordurada do Queijo

LISTA DE ACRÔNIMOS

ABIQ	Associação Brasileira das Indústrias de Queijo
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
LAB	Bactéria Ácido-Láctica
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
SIF	Sistema de Inspeção Federal

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 OBJETIVOS	11
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	11
3 REFERENCIAL TEÓRICO	12
3.1 PRODUÇÃO E CONSUMO DE QUEIJOS.....	12
3.1.1 Queijos regionais.....	13
3.2 FABRICAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE QUEIJOS.....	16
3.3 CULTURAS LÁTICAS.....	19
3.4 PROCESSO DE MATURAÇÃO DE QUEIJOS.....	21
3.4.1 Reações bioquímicas durante o processo de maturação.....	21
4 MATERIAL E MÉTODOS	31
4.1 MATERIAL EM ESTUDO.....	31
4.1.1 Leite.....	31
4.1.2 Fermento.....	32
4.2 MÉTODOS.....	32
4.2.1 Processo de fabricação dos queijos.....	32
4.2.2 Análises químicas.....	35
4.2.3 Quantificação de bactérias ácido-láticas.....	37
4.2.4 Avaliação da proteólise.....	37
4.2.5 Perfil de ácidos graxos.....	38
4.2.6 Análises físicas.....	39
4.3 TRATAMENTO DOS DADOS.....	39
5 REFERÊNCIAS	41
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO	50
ARTIGO 1 – Modificações químicas e contagem de bactérias ácido-láticas durante a maturação do queijo regional do Sudoeste do Paraná.....	51
ARTIGO 2 - Efeito da composição química na textura e cor durante a maturação do queijo regional do Sudoeste do Paraná.....	78
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	97

1 INTRODUÇÃO

A produção, fabricação e distribuição de produtos agrícolas de gênero alimentício locais e/ou regionais possuem grande importância na economia de uma comunidade (CEE, 1992), sendo o desenvolvimento territorial impulsionado pela valorização de características do produto associado à imagem da região (FLORES, 2006; PECQUEUR, 2000).

Com o intuito de valorização e crescimento regional do Sudoeste do Paraná, um queijo típico foi desenvolvido através de uma parceria entre Brasil e Itália. O que o tornou um queijo regional foi o fato de sua fabricação ser realizada com cultura lática autóctone, proveniente de microrganismos selecionados do leite de produtores da região Sudoeste do Paraná (ATTORNI et al., 2014).

As culturas láticas iniciadoras (*starters*) são essenciais para a produção de queijos, tendo como função primária a produção de ácido láctico durante a fermentação e contribuem no processo de maturação, principalmente na proteólise (BERESFORD et al., 2001). Desta forma, as cepas selecionadas para o processo de produção do queijo regional influenciaram no tipo e na qualidade do queijo obtido após a maturação (BROOME; POWELL; LIMSOWTIN, 2011).

No processo de maturação os queijos desenvolvem as características de sabor, aroma e de textura que vão tipificar o produto (PERRY, 2004), decorrente das transformações dos principais componentes do leite, a lactose, proteínas, em especial as caseínas, e os lipídios, sobretudo os triglicerídeos (ORDÓNEZ, 2005). Com isso, cada queijo desenvolve características específicas de acordo com seu processo de produção e maturação (McSWEENEY, 2004) e assim, a ampliação dos conhecimentos a respeito das características durante a maturação do queijo regional se faz necessária.

Desta maneira, o estudo das alterações físico-químicas e do comportamento das culturas láticas durante a maturação do queijo regional, irá agregar conhecimento ao conjunto de informações já existente e auxiliará na tomada de decisão frente a melhorias ou manutenção da tecnologia de fabricação. Ainda, contribuirá para padronização e legalização do queijo através de Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade e alavancará o desenvolvimento socioeconômico da região trazendo prestígio para o Sudoeste do Paraná.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar as modificações microbiológicas, químicas e físicas do queijo produzido com cultura lática autóctone da região Sudoeste do Paraná durante o processo de maturação.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar o processo de maturação dos queijos produzidos a partir de cultura autóctone A e B durante os períodos de 0, 60 e 120 dias;
- Quantificar as bactérias ácido-láticas nos diferentes queijos;
- Caracterizar quimicamente os queijos quanto à atividade de água, pH, acidez em ácido láctico, acidez em ácidos graxos, umidade, sólidos totais, proteína total, lipídios, gordura no extrato seco, carboidratos, cinzas e minerais (sódio, potássio e cálcio);
- Avaliar o processo de proteólise dos queijos através do índice de extensão de proteólise e índice de profundidade da proteólise;
- Avaliar o perfil de ácidos graxos dos queijos por cromatografia gasosa;
- Determinar a cor e textura dos queijos usando métodos instrumentais.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 PRODUÇÃO E CONSUMO DE QUEIJOS

O leite é um dos principais alimentos consumidos pelo ser humano e pelos animais devido ao seu alto valor nutritivo. É um alimento constituído principalmente pela água, sendo aproximadamente 87,5%, onde se encontram dissolvido, suspenso ou emulsionados, os demais componentes. As proteínas (em maior quantidade as caseínas), lipídios, lactose, sais minerais (potássio, cálcio, fósforo, cloro, etc.), vitaminas (complexo B, vitaminas A, C, D, E, K) fazem parte da composição do leite tornando-o um alimento completo (ALBUQUERQUE, 1997).

A composição do leite o torna um alimento propício para o crescimento de microrganismos de diversos grupos, que causam modificações físicas e químicas, diminuindo a durabilidade e a qualidade do produto (SOUZA et al., 1995).

Para aumentar a durabilidade do leite o mesmo pode ser transformado em queijo e em outros produtos, o que possibilita formas alternativas de consumo e acesso a um maior número de consumidores (SALVADOR et al., 2001).

Segundo dados da FAO (*Food and Agriculture Organization of the United Nations*) no ano de 2013 a produção mundial de queijos foi de aproximadamente 17,5 milhões de toneladas. Isto significa que aproximadamente 28% da produção mundial de leite foi direcionada para a fabricação de queijos (FAOSTAT, 2016). O consumo mundial de queijo correspondente a 2013 chegou em 9,17 kg *per capita*, aumento de 11% em relação ao ano de 2009 (CANADIAN DAIRY INFORMATION CENTRE, 2016).

O queijo, um produto fabricado em todos os continentes, caracterizou a Europa como a maior produtora e consumidora, sendo a mesma responsável por mais da metade da produção em 2013 e com consumo *per capita* de 16,1 kg. A América é o segundo maior produtor e consumidor de queijos com 34,9% da produção mundial e consumo de 8,4 kg *per capita*. A Oceania, Ásia e África representaram produção de 3,7%, 2,1% e 1,8%, respectivamente, e consumo de 4,9 kg *per capita*, incluindo os três continentes (CANADIAN DAIRY INFORMATION CENTRE, 2016; FAOSTAT, 2016).

A produção e o consumo de queijos no Brasil têm apresentado crescimento gradativo, com aumento de 7,29% na produção e de 6,22% no consumo entre 2012 e 2015, sendo que em 2015 foram produzidas 751 mil toneladas de queijos e consumidos 769 mil toneladas (UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE, 2016). O consumo de kg *per capita* brasileiro foi de 3,7 em 2014 (CANADIAN DAIRY INFORMATION CENTRE, 2016).

A produção de queijos é amplamente distribuída em todo território brasileiro, onde 85% dos estados produziram queijos sob Inspeção Federal em 2007. A região Sudeste ficou com a maior produção do país compreendendo 58%, seguida da região Sul com 23%. Entre os estados, Minas Gerais fabricou 45% da produção nacional de queijos enquanto o Paraná apresentou 13% (ROSOLEN, 2014).

3.1.1 Queijos regionais

A valorização de produtos regionais é uma forma competitiva de comercialização e diferenciação da qualidade e identidade territorial (MARCHI; BEUX; PEREIRA; BONETI, 2014). A promoção e valorização de produtos agrícolas locais e tradicionais de qualidade, a partir de sistemas de proteção como a Indicação Geográfica é uma das alternativas apontadas para auxiliar no desenvolvimento do meio rural (TIBÉRIO; CRISTÓVÃO, 2001; TREGGAR et al., 2007).

O regulamento CEE nº 2081/92 (1992, p. 3) da União Europeia nomeia a proteção comunitária das denominações de origem e indicações geográficas de produtos agrícolas e dos gêneros alimentícios como:

- a) Denominação de Origem: o nome de uma região, de um local determinado ou, em casos excepcionais, um país, que serve para designar um produto agrícola ou gênero alimentício:
 - Originário dessa região, desse local determinado ou desse país, e
 - A qualidade ou características se devem essencial ou exclusivamente ao meio geográfico, os fatores naturais e humanos, e cuja produção, transformação e elaboração de que tomem na área geográfica delimitada;
- b) Indicação Geográfica: o nome de uma região, de um local determinado ou, em casos excepcionais, um país, que serve para designar um produto agrícola ou gênero alimentício:
 - Originário dessa região, desse local determinado ou desse país, e
 - Que possui determinada qualidade, reputação ou outras características atribuíveis a essa origem geográfica e cuja produção e / ou transformação e / ou elaboração ocorrem na área geográfica delimitada.

A União Europeia tem vindo a dar passos decisivos na construção de um sistema europeu de qualidade para seus produtos regionais através de registo de seus produtos com Denominação de Origem. Até ao final de 1998, a União Europeia possuía 517 denominações, das quais 139 eram relacionadas ao setor de queijos (TIBÉRIO; CRISTÓVÃO, 2001), já em 2016 os produtos com Denominação de Origem somam 615, sendo 188 queijos (EUROPEAN COMMISSION, 2016).

O Queijo Terrincho, O Queijo Serra da Estrela e o Queijo de Nisa em Portugal, o Camembert de Normandie, o Cantal, o Brocciu Corse, o Abondance e o Roquefort em França, o Parmigiano Reggiano, o Raschera, o Valle d'Àosta Fromadzo e o Mozzarella di Bufala Campana em Itália, o Queijo de Cantabria, o Queijo Zamorano e Queijo Manchego em Espanha, são alguns exemplos de queijos internacionais com Denominação de Origem (TIBÉRIO; CRISTÓVÃO, 2001).

No Brasil as Indicações Geográficas ainda são incipientes, onde somente 6 produtos possuem Denominação de Origem, sendo os produtos: camarões, arroz, própolis, mel, café e vinhos. Já os produtos brasileiros com Indicações de Procedência correspondem a 26, onde o Queijo da Canastra e o Queijo do Serro, fabricados em Minas Gerais, são os únicos produtos lácteos. Os demais produtos com Indicação de Procedência são café, vinhos, produtos cárneos, frutas, entre outros (BRASIL, 2016).

Queijos regionais, fabricados de forma artesanal, são conhecidos no Brasil e os mesmos abrangem diferentes regiões produtoras no território nacional podendo-se destacar em Minas Gerais, a produção do Queijo Serra da Canastra ou Canastra, Serro, Serra do Salitre, Alto Parnaíba. Na região Nordeste tem-se a produção do Queijo de Manteiga e Queijo de Coalho e no Sul são produzidos na região da Serra Catarinense e Serra Gaúcha o queijo Serrano e Colonial, respectivamente (SEBRAE, 2008).

3.1.1.1 Queijo regional do Sudoeste do Paraná

O desenvolvimento do queijo regional do Sudoeste do Paraná surgiu com a criação do projeto REDE, projeto inspirado pela família Mezzomo do Brasil e da Itália e pela Agência de Desenvolvimento Regional do Sudoeste do Paraná. O projeto

REDE tinha como objetivo inicial a capacitação de pequenos e médios laticínios da Região Sudoeste do Paraná para produção, valorização e comercialização dos produtos lácteos, com características tradicionais dos produtos agroindustriais de Vêneto (região de origem da família Mezzomo) (ATTORNI et al., 2014). As principais fases do projeto envolveram desde a sensibilização, transferência de tecnologia, a capacitação na produção de queijos de laticínios da região e por fim o desenvolvimento do fermento autóctone e do queijo regional do Sudoeste do Paraná (MARCHI; BEUX; PEREIRA; BONETI, 2014).

Para o desenvolvimento do fermento o projeto REDE, com apoio da Região do Vêneto na Itália e coordenado pela Associação Bellunesi nel Mondo, contou com parceiros técnicos, em especial a Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) e diversos patrocinadores financeiros (ATTORNI et al., 2014). O desenvolvimento do fermento autóctone para produção do queijo com característica regional ocorreu inicialmente com a seleção das bactérias lácticas endógenas, isoladas de um *lattoinnesto* (cultura mãe - fermento natural obtido pela coagulação do leite sem adição de nenhum fermento) oriundo do leite de produtores da região Sudoeste do Paraná (ATTORNI et al., 2014; TODESCATTO, 2014).

Os queijos italianos fabricados de forma tradicional utilizam o “*siero innesto*” ou soro-fermento, beneficiando-se da flora autóctone da região para fermentação do produto. No Brasil a aplicação do soro-fermento não é recomendável pela qualidade inferior do leite produzido (FURTADO, 2011). No entanto, a aplicação de fermento láctico comercial no queijo regional resultaria na perda das características típicas da microbiota do Sudoeste do Paraná, descaracterizando o produto como regional (GONZÁLEZ-CRESPO; MAS, 1993¹ apud MACEDO; TAVARES; MALCATA, 2004).

As bactérias lácticas foram isoladas e caracterizadas morfológicamente e bioquimicamente, em seguida a identificação genética das bactérias foi realizada e prosseguiu para a fabricação do fermento liofilizado com cepas tecnologicamente mais interessantes, ou seja, as que apresentaram melhores curvas em relação ao decaimento do pH em relação ao tempo. Foram selecionadas e isoladas as bactérias lácticas termofílicas do gênero *Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus delbrueckii* sp. *bulgaricus* (ATTORNI et al., 2014; TODESCATTO, 2014). O fermento endógeno desenvolvido é composto por cepas de *Streptococcus thermophilus* ST28 e ST128 e

¹GONZÁLEZ-CRESPO, J.; MAS, M. Estudio del empleo de fermentes iniciadores autóctones en la elaboración de queso de calsa de pasta prensada, con leche pasteurizada. Alimentaria, v. 243, p. 51–53, 1993.

cepas de *Lactobacillus delbrueckii* sp. *bulgaricus* LB134 (Fermento liofilizado A) (TODESCATTO, 2014).

Sabendo que existe uma forte probabilidade de bacteriófagos ou fagos atacar as células das bactérias lácticas presentes nos fermentos para produção dos queijos, tornando-as inativas, foi desenvolvido um fermento para utilização alternada (rotação de cultura) como uma das medidas de controle do desenvolvimento de bacteriófagos (FURTADO, 2005; NETO, 2013). Desta maneira, o fermento liofilizado B é constituído por cepas de *Streptococcus thermophilus* ST98 e ST104, e cepa de *Lactobacillus delbrueckii* sp. *bulgaricus* LB134 (TODESCATTO, 2014).

Com a orientação de um “mestre” queijeiro italiano os fermentos foram utilizados para a elaboração do queijo regional do Sudoeste do Paraná, sendo os queijos avaliados quanto as suas características físico-químicas, de cor, textura e sensorial (TODESCATTO, 2014).

O queijo oriundo do uso das cepas selecionadas da microbiota do leite do Sudoeste do Paraná pode ser produzido com leite cru ou com leite pasteurizado. Um queijo de casca lisa, massa compacta, com olhaduras distribuídas homogeneamente; cor ocre-amarelo palha, caracterizado inicialmente com aroma característico do leite e sabor agradável do doce ao levemente picante. Ainda, o queijo regional do Sudoeste do Paraná apresentou aos sessenta dias de maturação umidade de 37 a 40%, gordura de 25 a 30%, teor de proteína de 20 a 24%, o que caracterizou-o como um queijo de média umidade e gordo. A maturação de 180 dias para este queijo manteve a classificação recebida para 60 dias (ATTORNI et al., 2014).

3.2 FABRICAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE QUEIJOS

A composição do queijo o torna um dos alimentos mais nutritivos, pois é constituído de lipídios, proteína, lactose, sais minerais (cálcio, fosforo, etc.) e vitaminas (A e B) (PERRY, 2004).

Segundo a norma brasileira entende-se por queijo:

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 calho, de enzimas

específicas, de bactéria específica, de ácido orgânicos, isolados ou combinados, todos de qualidade apta para uso alimentar, com ou sem agregação de substâncias alimentícias e/ou especiarias e/ou condimentos, aditivos especificamente indicados, substâncias aromatizantes e matérias corantes. Entende-se por queijo fresco o que está pronto para consumo logo após sua fabricação. Entende-se por queijo maturado o que sofreu as trocas bioquímicas e físicas necessárias e características da variedade do queijo. A denominação **QUEIJO** está reservada aos produtos em que a base láctea não contenha gordura e/ou proteínas de origem não láctea (BRASIL, 1996, p. 1).

Para a fabricação do queijo é essencial um processo de desidratação, onde se concentra os componentes do leite, sendo que a gordura e a caseína são concentradas de 6 e 12 vezes, dependendo do processo de produção. As etapas de fabricação dos queijos podem variar de acordo com as características específicas que se deseja obter para cada produto (FOX et al., 2004). As etapas básicas para a fabricação dos queijos compreendem (ABIQ, 2015; BRASIL, 1996; NETO, 2013; PERRY, 2004):

- Preparação da matéria-prima: padronização da gordura do leite, tratamento térmico do leite, adição de ingredientes como cloreto de cálcio, aditivos (corantes, conservantes, espessantes, estabilizantes, reguladores de acidez, entre outros). Essas são etapas opcionais na fabricação do queijo, que irá depender do tipo de produto e das características que se pretende obter;
- Adição de bactérias lácticas: a função principal das bactérias lácticas é a produção de ácido láctico a partir da fermentação de açúcares;
- Coagulação do leite: etapa que irá transformar o leite em queijo. Ocorre pela desestabilização das micelas de caseína, que origina a aglomeração das micelas livres e a formação de um gel onde ficam retidos os restantes dos componentes do leite;
- Dessoragem ou sinérese: ocorre pelo corte da coalhada liberando o lactosoro;
- Enformagem da massa e prensagem: a prensagem depende do tipo de queijo e auxilia na eliminação do lactoso;
- Salga: o processo de salga é essencial na fabricação do queijo pois, regula o crescimento microbiano e as atividades bioquímicas pela redução da atividade de água, auxilia na dessoragem e na formação da casca e contribui nas características sensoriais;
- Embalagem;

- **Maturação:** No caso de queijos maturados, pode ser acondicionado em câmaras de maturação com ou sem embalagem. A maturação é um processo complexo que resulta na formação de sabor, aroma, textura e composição do queijo.

A Portaria nº 146 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) classifica os queijos de acordo com o conteúdo de matéria gorda no extrato seco e umidade, conforme apresentado na Tabela 1 (BRASIL, 1996). No entanto, os queijos podem ser classificados pelo tipo de leite utilizado, tipo de coalho empregado, consistência da massa, teor de lipídio, tipo de casca, tempo de cura, entre outras características (PERRY, 2004).

Tabela 1 - Classificação dos queijos de acordo com matéria gorda no extrato seco e umidade.

Matéria Gorda no Extrato Seco - GES	
Extra Gordo ou Duplo Creme	Mínimo de 60%
Gordos	Entre 45,0 e 59,9%
Semigordo	Entre 25,0 e 44,9%
Magros	Entre 10,0 e 24,9%
Desnatados	Máximo de 10,0%
Umidade	
Queijo de baixa umidade (massa dura)	Máximo de 35,9%.
Queijos de média umidade (massa semidura)	Entre 36,0 e 45,9%.
Queijos de alta umidade (macios)	Entre 46,0 e 54,9%.
Queijos de muita alta umidade (massa mole)	Mínimo 55,0%.

Fonte: BRASIL (1996).

A classificação de queijos segundo a FAO, OMS (2007) define os queijos pela sua consistência e segundo suas características de maturação. A consistência do queijo é avaliada pelo índice de Umidade na Massa Desengordurada do Queijo (UMDQ) e pela Gordura no Extrato Seco (GES), apresentada na Tabela 2.

O índice de Umidade na Massa Desengordurada do Queijo (UMDQ) é obtido através do peso da umidade do queijo dividido pelo peso total do queijo subtraído pelo peso da matéria gorda, multiplicado por 100.

Tabela 2 - Classificação dos queijos de acordo com a consistência e maturação.

Definição pela consistência			Características de	
% de UMDQ	Definição	% de GES	Definição	maturação
< 51	Extra duro	> 60	Extra Gordo	Maturado
49 a 56	Duro	45 a 60	Gordos	Maturado por fungos
54 a 69	Semiduro	25 a 45	Semigordo	Fresco
> 67	Macio	10 a 25	Semidesnatado	Em salmoura
		< 10	Desnatados	

Fonte: FAO, OMS (2007).

3.3 CULTURAS LÁTICAS

As culturas iniciadoras (culturas *starters*) são essenciais para as variedades de queijo, conferindo características específicas ao produto, podendo ser preparadas a partir da microbiota natural do leite, do soro de leite, ou de cepas selecionadas (POWELL; BROOME; LIMSOWTIN, 2011).

As culturas iniciadoras dos queijos são predominantemente compostas de bactérias ácido lácticas, embora outras bactérias e leveduras possam estar envolvidas. A função primária das culturas é a produção de ácido láctico a partir da lactose, a uma taxa previsível e controlada, o que é fundamental para alcançar o controle sobre pH da coalhada, umidade e nível de lactose (POWELL; BROOME; LIMSOWTIN, 2011).

A redução do pH pela produção de ácido irá aumentar a atividade do coagulante e a taxa de sinérese e reduzir o crescimento de outras bactérias indesejáveis. Esse evento irá também provocar a dissolução do fosfato de cálcio coloidal da caseína e diminuir a quantidade de líquido entre as moléculas de caseína quando o pH se aproxima de 4,6 (ponto isoelétrico da caseína), determinando desta maneira a formação da rede de caseína em especial a mobilidade das moléculas de caseína e a configuração final das micelas agregadas. As características físicas do queijo, como firmeza, sensação de suavidade na boca e a cor do queijo são afetadas pela formação da rede caseína e pela configuração das micelas (LAW; TAMIME, 2010).

Em resumo, além da função relacionada ao metabolismo de lactose para produzir ácido láctico, a produção de compostos de sabor, de substâncias antimicrobianas, e da degradação de proteínas do leite, particularmente durante a maturação do queijo também são destinadas as culturas lácticas (HAYALOGLU et al., 2013; PEDERSEN, VOGENSEN, ARDO, 2016; PEREIRA et al., 2008).

A escolha das culturas lácticas utilizadas dependerá do tipo de queijo que será produzido. Fermentos com microrganismos mesofílicos, como *Lactococcus lactis*, *Leuconostoc mesenteroides* ssp. *cremoris* e *Lactobacillus casei*, são geralmente utilizados para fabricação de queijo como Cheddar, Gouda, Edam, Azul e Camembert. Enquanto que culturas termofílicas, como *Streptococcus salivarius* ssp. *thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* e *Lactobacillus helveticus*, são empregadas na fabricação de queijos duros (cozimento da massa a temperaturas altas de 50 a 51 °C) como o Emmental, Gruyère, Parmesão e Grana (BERESFORD et al., 2001; NETO, 2013). Sendo que queijos tipo *Grana* italianos utilizam amplamente para fabricação, culturas contendo *Lactobacillus helveticus*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* e *Streptococcus thermophilus* (FURTADO, 2011).

Lactobacillus delbrueckii subsp. *bulgaricus* e *Streptococcus thermophilus* são microrganismos homofermentativos que crescem em simbiose. A associação do *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* faz com que o *Streptococcus thermophilus* produza rapidamente ácido láctico na fabricação dos queijos, mas sendo gradualmente inibido quando o teor de ácido láctico fica maior que 1,2% (FURTADO, 2011).

O isolamento, identificação e caracterização de culturas endógenas na fabricação de queijos utilizando leite pasteurizado, mostrou ser uma opção viável na padronização de produtos artesanais. Estudo realizado por Cavalcante et al. (2007), utilizou culturas lácticas endógenas, selecionadas a partir do leite cru e do queijo Coalho, para a fabricação do queijo Coalho artesanal com leite padronizado e pasteurizado. Foi concluído no estudo que a padronização do produto tradicional, proporcionou redução de custos, qualidade microbiológica e a conservação das características sensoriais do queijo Coalho regional.

Taboada et al. (2015) avaliou a utilização de culturas lácticas autóctones em comparação a culturas comerciais, na fabricação de queijos de cabra argentino. Os resultados apresentados na pesquisa mostraram que a adição de culturas lácticas autóctones ao produto altera o perfil de ácidos graxos, sendo observado diferença

na atividade esterase e no índice de aterogenicidade, representando que queijos fabricados com culturas lácticas autóctones são mais saudáveis.

3.4 PROCESSO DE MATURAÇÃO DE QUEIJOS

3.4.1 Reações Bioquímicas Durante o Processo de Maturação

A maturação dos queijos consiste em uma série de processos físico-químicos, bioquímicos e microbiológicos que levam a transformações na textura, cor e principalmente nas características sensoriais pela formação do sabor e aroma típico (McSWEENEY, 2004; FURTADO, 2011).

Durante a maturação ocorrem alterações primárias e secundárias nos queijos. As alterações primárias compreendem as reações de lipólise, proteólise e metabolismo de lactose residual e de lactato e citrato. Já as reações secundárias, também importantes durante a maturação, compreendem o catabolismo dos ácidos graxos, catabolismo dos aminoácidos e o metabolismo do lactato (COSTA, 2012; McSWEENEY, 2004), que resultam no desenvolvimento do sabor e textura característica de cada variedade de queijo (McSWEENEY, 2004; PERRY, 2004). Na Figura 1 são apresentados os caminhos bioquímicos que ocorrem com os componentes do queijo ao longo do processo de maturação.

Geralmente a maturação dos queijos é feita em câmaras com controle de temperatura e umidade, sendo que o período pode variar de acordo com o tipo de queijo e conforme a legislação específica, podendo ir de poucas semanas a vários meses (FARKYE, 2004).

a) Proteólise

A proteólise é o processo bioquímico mais complexo que ocorre durante a maturação dos queijos. No decorrer da maturação as caseínas são quebradas em

peptídeos (proteólise primária) e sucessivamente em cadeias mais curtas e posteriormente em aminoácidos (proteólise secundária). A proteólise é determinante para o desenvolvimento da textura do queijo e contribui para o desenvolvimento do aroma e sabor (COSTA, 2012).

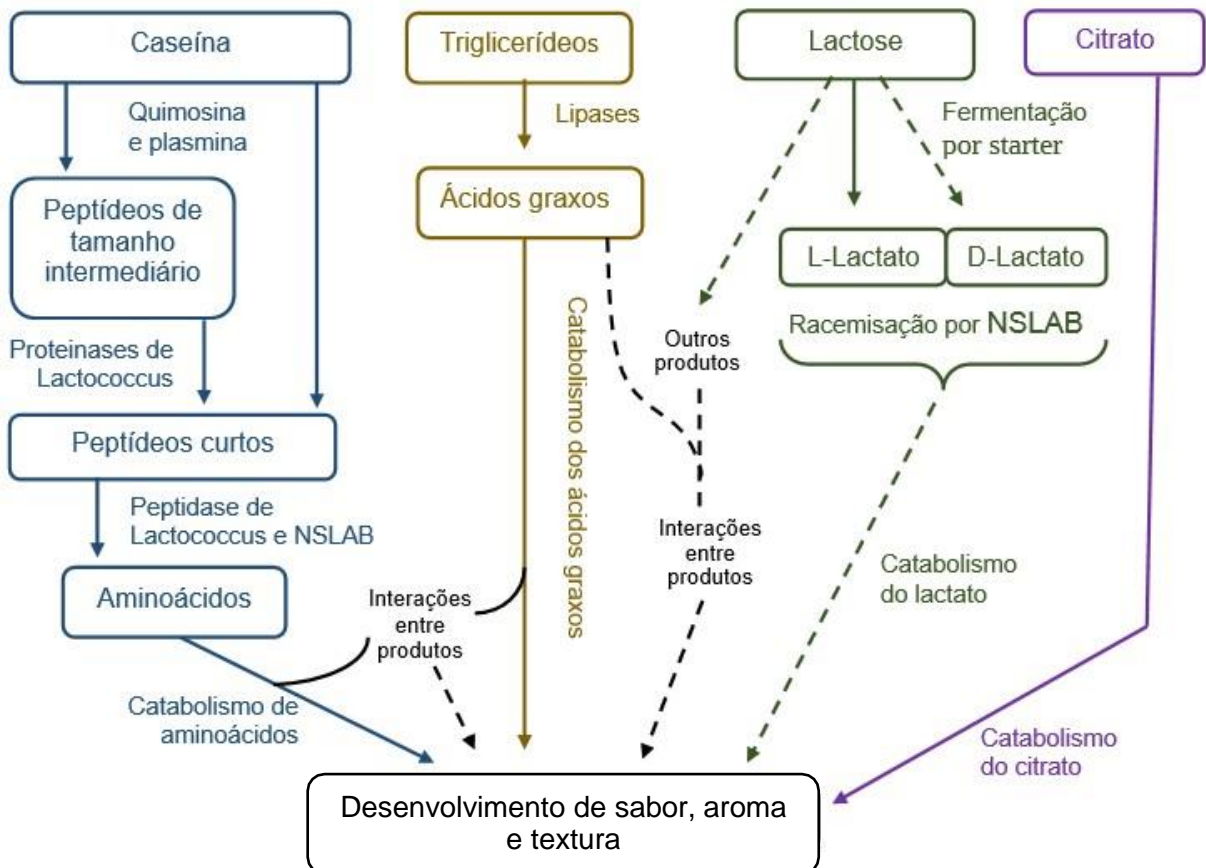


Figura 1 - Caminhos bioquímicos durante a maturação do queijo (Adaptado de McSWEENEY, 2004).

A degradação das caseínas é altamente dependente da variedade do queijo, sendo reflexo dos diferentes parâmetros de produção como, a temperatura de cozimento, o pH na dessoragem e de diferentes características físico-químicas do queijo (pH, umidade e sal) que influenciam a atividade das enzimas proteolíticas (BEUVIER; BUCHIN, 2004).

A hidrólise das proteínas contribui na textura do queijo, deixando-o mais macio pela degradação da caseína e pela diminuição da atividade de água devido às

alterações das ligações de água que ocorrem pelos novos grupos de ácido carboxílico e aminas formadas na hidrólise (McSWEENEY, 2004).

As reações bioquímicas de origem proteolítica que ocorrem posteriores aos aminoácidos livres, como a desaminação, transaminação e descarboxilação geram compostos característicos de aroma como, aldeídos, aminas, álcoois e ácidos, sendo alguns aromatizantes (muitas vezes amargo) (KOBELITZ, 2008).

A proteólise é catalisada pela ação de enzimas proteolíticas, originárias de resíduos de enzimas coagulantes (pepsina e quimosina), de enzimas do leite (em particular a plasmina), proteinases e peptidases de bactérias ácido-láticas e, em determinadas variedades, outros microrganismos que são estimulados a crescer no interior ou sobre o queijo (FURTADO, 2011; McSWEENEY, 2004).

O índice de proteólise resultante da degradação primária das caseínas é medido através do Índice de Extensão da Proteólise (IEP), sendo o mesmo determinado pela quantificação de nitrogênio não caseico ou nitrogênio solúvel em pH 4,6. Já o Índice de Profundidade da Proteólise (IPP) que é determinado pelo nitrogênio não proteico ou nitrogênio solúvel em TCA 12% (NS TCA 12%) abrange substâncias nitrogenadas de baixa massa molar como aminoácido, oligopeptídeos e aminas, acumuladas durante a maturação pela hidrólise das caseínas e peptídeos (GUTIERREZ et al., 2004; FURTADO, 2011).

A avaliação da Extensão e Profundidade da Proteólise foi realizada por Oliveira et al. (2010) no queijo Pecorino utilizando leite de vaca aos 180 dias de maturação. O resultado para o Índice de Extensão da Proteólise foi de 13,81% e para o Índice de Profundidade da Proteólise de 8,89%, sendo que no decorrer da maturação a porcentagem de IEP e IPP aumentam. Associado a essa avaliação foram realizados testes utilizando lipases adicionadas na produção, onde não se observou diferença significativa nos valores de IEP e IPP.

Bergamini et al. (2009) avaliou a influência de três cepas probióticas como cultura iniciadora (*Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus paracasei* e *Bifidobacterium lactis*) no processo de proteólise de queijo semi-duros e constatou que *B. lactis* não mostrou qualquer efeito sobre a proteólise de queijos, enquanto *L. paracasei* apresentou impacto limitado no final da maturação. Em contraste, *L. acidophilus* influenciou significativamente a proteólise secundária já no início da maturação.

b) Lipólise

A lipólise ocorre através da hidrólise ou degradação oxidativa dos lipídios presentes no queijo. A hidrólise dos lipídios, principalmente a quebra dos triglicerídeos, dá origem a ácidos graxos que formam compostos que contribuem para o aroma e sabor dos queijos (McSWEENEY, 2004). Entre os compostos originados que são fontes de diversas moléculas responsáveis pelos odores encontra-se os ácidos carboxílicos (COSTA, 2012).

A lipólise ocorre pela ação de enzimas que podem ser classificadas como esterases e lipases. As lipases possuem origens no leite, coagulantes, culturas *startes*, microrganismos secundário, bactérias lácticas e adição de lipases exógenas (McSWEENEY; SOUZA, 2000). No entanto, alguns fatores podem influenciar na atividade lipolítica, como a qualidade do leite e o seu grau de agitação e homogeneização, pH, concentração de sal e o tempo e temperatura da maturação (CANADA, 2001), sendo que cada variedade de queijo possuirá um nível de lipólise diferente (BEUVIER; BUCHIN, 2004).

A lipólise contribui positivamente para o sabor do queijo, em função da formação de ácidos graxos voláteis que podem produzir outros compostos como as metilcetonas, ésteres alifáticos e aromáticos, aldeídos, lactonas e álcoois, que vão desenvolver sabores característicos de diversos queijos (MOLIMARD; SPINLER, 1996; CANADA, 2001). Grande parte dos queijos possui uma atividade lipolítica rápida durante a maturação e muitos consumidores associam o elevado grau de ácidos graxos livres no queijo ao sabor de ranço (FOX; STEPANIAK, 1993).

O queijo espanhol Mahól avaliado quanto ao perfil volátil dos ácidos graxos apresentou aumento de ácidos graxos global e metil cetona durante a maturação, com diminuição de ésteres etílicos. O ácido presente durante todo período de maturação em maior concentração foi o ácido decanóico. Os ácidos hexanóico, dodecanóico, otanóico, tetradecanóico e butanóico também apresentaram concentrações significativas durante o período de maturação estudado. Os seis ácidos citados corresponderam a 95% dos compostos voláteis identificados, contribuindo imensamente para o aroma do queijo (MULET et al., 1999).

Foram analisados por Prandini et al. (2011) 52 queijos comerciais italianos e franceses para avaliar a composição de ácidos graxos. No estudo foi avaliado os

níveis de ácidos graxos em comparação com a origem do leite, proveniente de espécie de animais diferentes (vaca, cabra e ovelha) com processo de fabricação semelhante. A pesquisa demonstrou que o queijo fabricado com leite de ovelha possui concentrações maiores de ácido linolênico (*ômega 3*) e ácido vacênico e menores teores de ácido oleico e ácido linoleico em comparação ao queijo fabricado com leite de cabra e vaca. Comparou-se também grupos de queijos com processo de fabricação distinto e produzidos com leite de animal da mesma espécie. Os resultados demonstraram que a concentração de ácidos graxos alterou entre os processos de fabricação, concluindo que os diferentes processos de fabricação (tratamento térmico, tipo de fermento, coagulação, ingredientes) alteram a lipólise dos queijos.

O perfil de ácidos graxos avaliado no queijo Reggianito Argentino, queijo duro típico da Argentina, apresentou aos 180 dias de maturação os ácidos mirístico, palmítico, esteárico e oleico em maior concentração. Durante o processo de maturação todos os ácidos graxos avaliados aumentaram sua concentração, chegando aos 180 dias com o maior valor obtido durante a maturação (PEROTTI et al., 2005).

c) Glicólise

A degradação da lactose se inicia durante a coalhada do queijo ou nos primeiros estágios da maturação, sendo que cerca de 96% da lactose do leite é removida no soro (na forma de lactose ou lactato). O que influencia na concentração de lactose na coalhada é o teor da umidade e a extensão da fermentação antes do queijo ser moldado. A fermentação da lactose residual depende da quantidade de sal e umidade da coalhada (WALSTRA et al., 2006).

A primeira reação da glicólise converte a lactose em lactato através de bactérias lácticas, sendo que as bactérias homofermentativas além de ácido láctico produzem pequenas quantidades de produtos secundários, e as bactérias heterofermentativas produzem ácido láctico, ácido acético, etanol, dióxido de carbono, diacetil e outros produtos em menores quantidades. O ácido láctico sofre

alterações secundárias, onde novos compostos contribuem para o desenvolvimento do aroma e sabor dos queijos (COSTA, 2012).

Em queijos com maturação inicial o ácido láctico é importante no desenvolvimento do sabor, influenciando o pH do queijo e conseqüentemente na sua textura. Também é necessário como substrato para crescimento microbiano sendo fundamental para o desenvolvimento de sabores e aromas (FOX et al., 2000).

Em comparação com a proteólise e lipólise, a glicólise possui pouca influência no desenvolvimento de sabores. No entanto, é muito importante na regulação de outras reações bioquímicas, pois determina o pH do queijo (WALSTRA et al., 2006).

d) Textura de Queijos

Os métodos instrumentais utilizados para os testes de textura em alimentos compreendem testes de compressão, tensão e flexão, utilizados para medir dureza, crocância, suavidade, elasticidade, adesividade, entre outros parâmetros (CHEN; ROSENTHAL, 2015; AMETEK, 2016).

A textura é definida como propriedades reológicas e estruturais dos alimentos. Nos queijos é um atributo sensorial resultante de combinações de propriedades físicas, percebidas pela visão, tato e paladar (ALVARENGA, 2000).

As propriedades que contribuem para a textura do queijo são divididas em três categorias, as mecânicas, geométricas e de superfície. As propriedades mecânicas são relacionadas com a reação do produto a pressão (dureza/firmeza, adesividade, coesividade, gomosidade, viscosidade, elasticidade). As propriedades geométricas são relacionadas à dimensão, forma e arranjo das estruturas do queijo (granulosa, arenosa, cristalina, flocosa). A propriedade de superfície está relacionada com as sensações, como propriedades de umidade (molhada, seca) e de gordura (oleosa) medidas pelos nervos táteis na superfície da pele da mão, lábios ou línguas (ALVARENGA, 2000; ANDRADE, 2006).

As propriedades mecânicas de textura são utilizadas para medir a dureza que é a força necessária para penetrar a amostra do queijo entre os dentes molares, ou seja, a força necessária para produzir deformação do produto. A coesão que indica o grau em que a amostra de queijo deforma antes da ruptura e a elasticidade que

mede a velocidade com que o queijo deformado volta à condição não deformada, depois que a força de deformação é removida. Ainda pode-se avaliar a mastigabilidade que representa o tempo necessário para mastigar a amostra a uma taxa constante de força aplicada para que consistência fique apropriada para engolir (CIVILLE; SZCEZESNIAK, 1973; CHEN et al., 1979).

A avaliação da textura do produto pode ser realizada por métodos instrumentais, com a utilização de testes reológicos, ou métodos sensoriais utilizando provadores (RIBEIRO, 1998).

Para classificar os termos de textura para sólidos e semi-sólidos utiliza-se como um dos métodos principais a Análise de Perfil de Textura (TPA) que pode ser aplicável para as medidas sensoriais e instrumentais (ANDRADE, 2006). A TPA instrumental aplica sucessivas forças que irão deformar o produto, para simular a ação de compressão e corte dos dentes realizados durante a mastigação (LI; CARPENTER; CHENEY, 1998). Na Tabela 3 são apresentados alguns dos parâmetros do TPA que se relacionam com dados sensoriais de queijos semiduros (CIVILLE; SZCEZESNIAK, 1973).

Tabela 3 - Parâmetros físicos e sua relação com os sensoriais de textura.

Parâmetros Físicos	Sensoriais
Dureza	Força necessária para compressão entre os dentes molares (sólidos) ou ente a língua e o palato (semi-sólidos).
Coesividade	Grau ao qual uma substância é comprimida entre os dentes, antes de romper.
Elasticidade	Grau para o qual um produto volta à sua forma original, depois da compressão com os dentes.
Mastigabilidade	Tempo necessário, em segundos, para mastigar a amostra e reduzi-la à consistência adequada para a deglutição.

Fonte: Adaptado de Civille e Szczesniak (1973).

A análise de Resistência à Mordida é utilizada e traduz a ação da mordida humana em uma quantidade mensurável. A análise imita o cisalhamento da amostra através dos dentes incisivos superiores e inferior até que estejam próximo a se tocar, sendo medida a força necessária para morder através da amostra. O resultado da

análise correlaciona à maciez, resistência e a firmeza da amostra testada (AMETEK, 2016).

Os elementos estruturais que compõem a micro e macroestrutura do queijo, a força das suas interações e a sua composição química irão definir a textura do queijo. A composição do leite, o processo de fabricação e as condições de maturação irão influenciar as propriedades físicas. Esses fatores determinam as condições da caseína no queijo, como as interações entre as moléculas e a quantidade de cálcio associadas à caseína e o índice de proteólise (GUNASEKARAN; AK, 2003). O pH e a relação caseína/umidade é o que determina a textura do queijo segundo Lawrence et al. (1987).

Também durante o processo de maturação as características de textura sofrem alterações pelo desenvolvimento e atividade microbológica, perda da umidade, atividade enzimática e a difusão do sal (GUNASEKARAN; AK, 2003).

Na primeira e segunda semana de maturação a textura geralmente altera mais rapidamente, pois ocorre acentuadamente a hidrólise da caseína pelo coalho, sucedendo um enfraquecimento da rede de caseína. Após esse período ocorre uma mudança relativamente lenta na textura, principalmente pela taxa de proteólise, que é controlada pelo coalho residual, plasmina no queijo, sal, umidade, e temperatura de armazenamento (LAWRENCE; CREAMER; GILLES, 1987).

O parâmetro com maior influência para os consumidores quando relacionados a textura dos queijos é a dureza. O teor de proteína e pH aumenta a dureza dos queijos, enquanto umidade e teor de sal elevado provocam sua diminuição (ALVARENGA, 2000; MACHADO, 2003). A gordura também influencia na textura, pois quando ocorre à diminuição do teor de gordura, aumenta a dureza e a elasticidade, diminuindo a adesividade e a coesividade do produto (ALVARENGA, 2000).

Bertolino et al. (2011) observou no queijo Castelmagno diminuição da coesão e aumento da dureza, gomosidade, mastigabilidade e adesividade durante o processo de maturação.

Em um estudo realizado por Pinho et al. (2004) com o Queijo Terrincho, avaliou-se durante 60 dias de maturação o perfil de textura. Nos primeiros 20 dias de maturação houve um aumento da dureza, fraturabilidade, gomosidade, mastigabilidade do queijo e contrariamente houve a diminuição da adesividade, elasticidade, coesividade. Após os 20 dias de maturação diminuiu a dureza,

fraturabilidade, gomosidade, mastigabilidade e aumentou a coesão. A significativa alteração da textura após os 20 dias de maturação foi atribuída a diminuição do pH abaixo de 5,5. A diminuição do pH do queijo no decorrer da maturação resulta na perda de fosfato de cálcio coloidal das submicelas de caseína e a medida que ocorre a queda do pH próximo de 5,5 as submicelas são dissociadas em agregados de caseína menores (LEBECQUE et al, 2001).

e) Cor

A cor é uma característica muito importante dos alimentos, ocorrendo à percepção inicial dos alimentos nos primeiros 90 segundos de observação, sendo que a cor corresponde de 60% a 90% da avaliação do produto (SINGH, 2006). Dependendo da cor do queijo na percepção inicial, aceitável ou não, os outros dois fatores, como sabor e a textura do queijo, podem ser influenciados (FRANCIS, 1995).

A cor dos produtos lácteos tem sua principal origem na gordura do leite, onde estão presentes pigmentos lipossolúveis, os carotenoides, que são obtidos a partir da dieta do animal (FURQUAY; FOX; McSWEENEY, 2011). Queijos com maior teor de gordura apresentam-se mais amarelos e menos avermelhados do que queijos com menores teores de gordura (DRAKE et al., 1998).

A mudança da cor nos queijos prejudica a qualidade do produto e sua comercialização, que pode ser causada pela degradação de lipídios, proteínas e vitaminas quando exposto o produto a luz (NOLLET; TOLDRÁ, 2010).

A avaliação da cor do queijo pode ser realizada pelas coordenadas $L^* a^* b^*$ (definido pela "Comission Internationale de L'éclairage" – "CIE 1976 $L^*a^*b^*$ UniformColour Space"). A coordenada L^* estabelece a variação da luminosidade, onde 0 para escuro e 100 para o branco; os componentes cromáticos são estabelecidos pelas coordenadas a^* e b^* , a coordenada a^* mede as tonalidades vermelhas e verde, variando entre + 60 e - 60, respectivamente; e a coordenada b^* mede as tonalidades amarela (+ 60) e azul (- 60) (ALVARENGA, 2000).

A medida que aumenta o tempo de maturação os parâmetros L^* e a^* vão diminuindo, significando que o queijo torna-se mais escuro e esverdeado, e os

valores de b^* aumentam, tornando o queijo mais amarelo (BUFFA et al., 2001; PINHO et al., 2004).

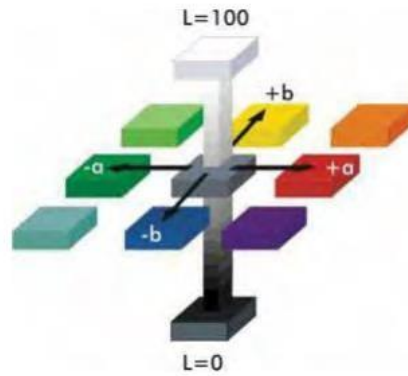


Figura 2 - Coordenadas de cor CIE L*a*b* 1976
Fonte: Takatsui (2011).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 MATERIAL EM ESTUDO

O queijo regional do Sudoeste do Paraná foi produzido e maturado em laticínio que processa aproximadamente 5.000 litros/dia de leite na fabricação de queijos finos, localizado na microrregião da cidade de Francisco Beltrão-Paraná. Foram realizados dois processos de fabricação utilizando 1800 litros de leite em cada processo, sendo que em um processo de fabricação utilizou-se o fermento autóctone liofilizado A (Queijo A – QA) e em outro o fermento autóctone liofilizado B (Queijo B – QB).

4.1.1 Leite

A matéria-prima utilizada na fabricação dos queijos seguiu padrão de qualidade determinado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2011).

Tabela 4 - Parâmetros de qualidade do leite cru refrigerado utilizado para fabricação dos queijos regional do Sudoeste do Paraná.

Parâmetros de Qualidade	Resultados	Padrão IN nº 62
Acidez titulável (Graus Dornic)	16 °D	14 a 18 °D
Densidade a 15 °C	1031,0	1028,0 a 1034,0
Gordura (%)	3,3%	Mínimo de 3,0%
Extrato Seco Desengordurado – ESD (%)	8,67%	Mínimo de 8,4%
Estabilidade ao álcool (Graus Lussac)	76 °GL	Mínimo de 72 °GL
Proteína (%)	3,13%	Mínimo de 2,9%
Resíduo de antibiótico	Negativo	Negativo
Deteção de fraudes (Alcalinos, Amido, Cloreto de sódio, Peróxido de Hidrogênio, Sacarose)	Negativo	Negativo

Fonte: Brasil (2011).

4.1.2 Fermento

O fermento láctico autóctone utilizado para a fabricação do queijo foi desenvolvido a partir de microrganismos selecionados do leite da região Sudoeste do Paraná em trabalho realizado pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. As amostras selecionadas foram enviadas à Itália para realizar o isolamento e seleção de cepas de *Streptococcus* e *Lactobacillus* e feita a sua replicação, pelo Instituto BIOAGRO *Innovazioni e Biotecnologie Agroalimentari* (Thiene, Vêneto, Itália). O fermento denominado A é composto por cepas de *Streptococcus thermophilus* ST28 e ST128 e cepas de *Lactobacillus delbrueckii* sp. *bulgaricus* LB134. O fermento denominado B é composto pelos mesmos microrganismos, no entanto, as cepas de *Streptococcus thermophilus* são ST98 e ST104. Os mesmos foram acondicionados em freezer e mantidos congelados (ATTORNI et al., 2014; TODESCATTO, 2014).

4.2 MÉTODOS

4.2.1 Processo de Fabricação dos Queijos

O processo de fabricação seguiu a metodologia prevista pelo Projeto Rede para o queijo regional desenvolvido em trabalho anterior conforme Figura 3 (ATTORNI et al., 2014; TODESCATTO, 2014).

O leite foi padronizado, quanto ao teor de gordura, sendo a gordura do leite para fabricação com o fermento A foi de 3,0% e do leite para fabricação com o fermento B foi de 3,2%.

Na etapa de viragem do queijo o tempo necessário para alcançar o pH 5,2 foi de aproximadamente uma hora para os queijos fabricados com o fermento A e de três horas para os queijos fabricados com o fermento B.

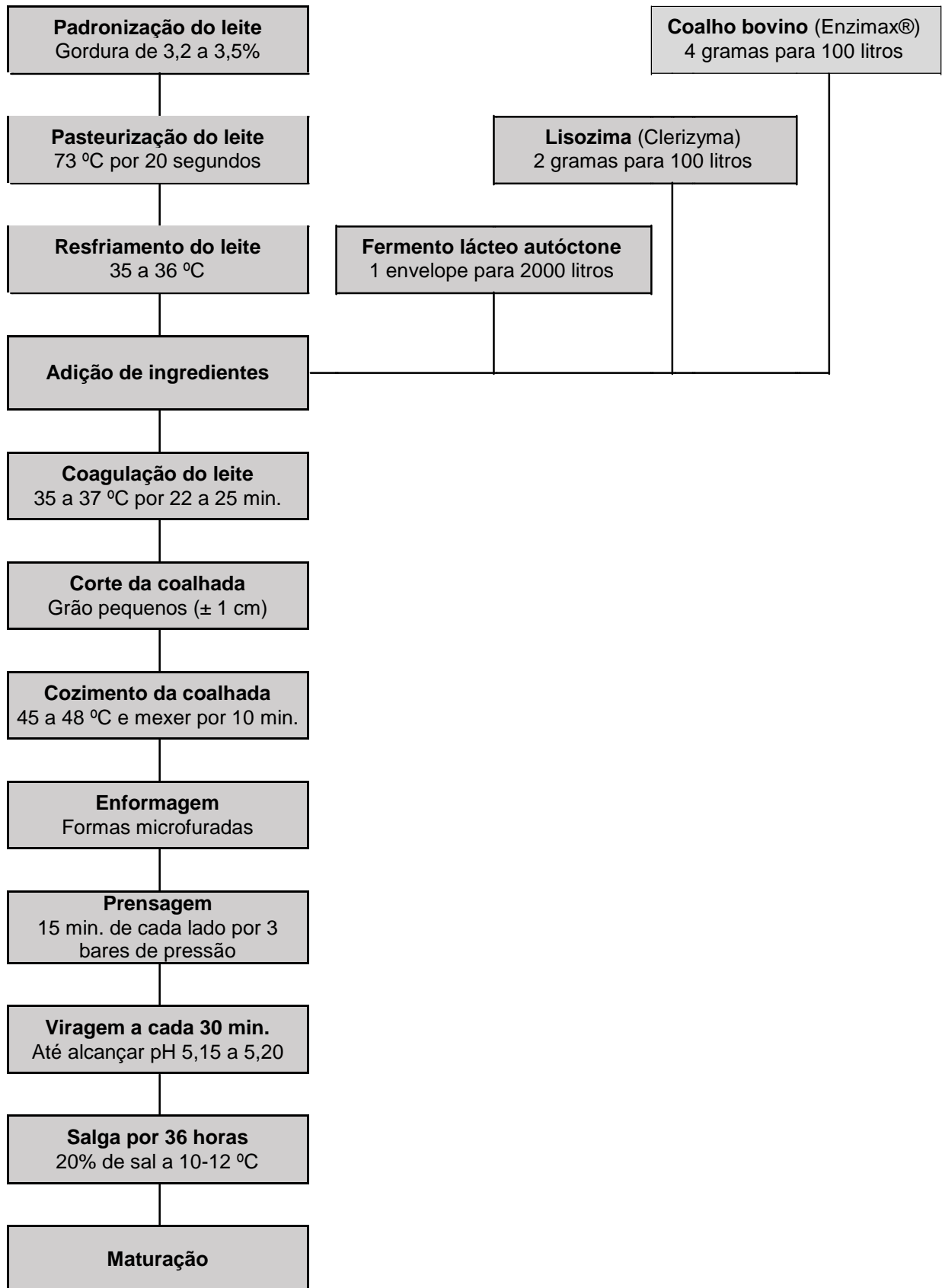


Figura 3 - Organograma de produção do queijo regional do Sudoeste do Paraná.
Fonte: ATTORNI et al., 2014; TODESCATTO, 2014.

4.2.1.1 Processo de maturação dos queijos

A maturação dos queijos ocorreu em câmara de maturação, à temperatura de 6 a 8 °C e umidade relativa do ar de 85%, nos primeiros 30 dias. Após esse período, a temperatura da câmara permaneceu de 10 a 12 °C e umidade relativa do ar de 82 a 85%. Aos 37 dias de maturação os queijos receberam revestimento de polímero de acetato de polivinila (GlobalSystem Coat Incolor) (ATTORNI et al., 2014).

4.2.1.2 Coleta e amostragem dos queijos

As coletas dos queijos ocorreram de forma aleatória simples, em períodos de 0, 60 e 120 dias a partir da data de entrada na câmara de maturação. Em cada coleta foram retiradas três peças de cada tipo de queijo com massa média de 4,75 kg e 4,38 kg para QA e QB, respectivamente, totalizando 18 amostras analisadas durante a pesquisa.

Os queijos foram fracionados nas dependências do laticínio, e as frações para contagem das bactérias ácidos lácticas foram embaladas em sacos estéreis. As frações utilizadas para as análises físico-químicas foram embaladas a vácuo e acondicionadas em caixa térmica com gelo reciclável. Todas as amostras foram conduzidas ao laboratório da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, câmpus de Francisco Beltrão.

Para prosseguir com as análises químicas as cascas foram removidas, aproximadamente 1,5 cm. A parte interna do queijo foi triturada em processador de alimento doméstico e homogeneizada para realização das análises químicas, sendo elas realizadas em triplicata, exceto análises de lipídios que foram realizadas em duplicata.

As amostras para os testes físicos foram cortadas em cilindros de 35 mm de diâmetro e 20 mm de altura para Análise de Perfil de Textura e avaliação da cor. Para análise de resistência à mordida, as amostras foram fracionadas seguindo as medidas de 20 x 10 x 10 mm de altura, largura e comprimento, respectivamente. Foram realizadas 6 replicatas para cada amostra de queijo, sendo que para

avaliação da cor realizou em cada cilindro análise de 4 pontos distintos. As análises foram realizadas em temperatura ambiente de 25 ± 2 °C.

4.2.2 Análises químicas

4.2.2.1 Atividade de água, pH e acidez

A atividade de água foi determinada utilizando o equipamento Labmaster (Novasina AG, Lachen, Suíça) a 25 °C de temperatura no laboratório da UTFPR, câmpus de Pato Branco.

O potencial hidrogeniônico (pH) foi aferido por medidor de pH de bancada microprocessado TEC-5 (Tecnal, Piracicaba, Brasil). A acidez do queijo foi avaliada por método titulométrico usando uma solução alcalina de hidróxido de sódio 0,1 M. O resultado foi expresso em g/100 g de ácido láctico. A análise de pH e acidez foram realizadas segundo metodologia descrita por Pereira et al. (2001).

Para avaliar o grau de lipólise dos queijos foi determinado o teor de ácidos graxos livres (AGL), através do índice de acidez expresso em mg de NaOH gasto para neutralizar um grama de gordura. Resumidamente, na análise foi realizada a adição de 50 mL de solução éter-álcool etílico 95% (2:1) em 5 g da amostra e adicionado e 5 gotas de fenolftaleína como indicador. A titulação foi feita usando-se hidróxido de sódio 0,1 N até a obtenção da coloração rosa claro persistente por mais de 30 segundos (MACÊDO, 2005).

4.2.2.2 Composição proximal

Para avaliar a umidade e o resíduo mineral fixo (cinzas) foi empregado o método gravimétrico, sendo a determinação de umidade em estufa (Deleo, Porto Alegre, Brasil) e as 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, 2006).

A análise de nitrogênio total foi realizada em destilador de nitrogênio (Solab, Piracicaba, Brasil) pelo método de Kjeldahl, segundo adaptações descritas por Tedesco et al. (1995). Para obter o valor de proteína total foi multiplicado o valor de nitrogênio total pelo fator de conversão para queijos 6,38 (IAL, 2008).

A porcentagem de lipídios foi determinada empregando-se 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 fórmula $\% \text{GES} = \% \text{gordura} / \% \text{Extrato Seco Total} \times 100$ (PEREIRA et al., 2001).

O teor de carboidratos foi determinado pela diferença entre 100% e a soma dos percentuais de umidade, cinzas, proteínas e lipídios totais (AOAC, 2005).

4.2.2.3 Minerais

Os teores de minerais (sódio, potássio e cálcio) foram determinados 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 (IAL, 2008).

Para determinação de sódio e potássio foram utilizadas as soluções supressoras de cloreto de potássio e cloreto de lítio, respectivamente. Para determinação de cálcio foi utilizado como agente liberador o cloreto de lantânio. 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, 766,5 e 422,7 nm, para o sódio, potássio e cálcio, respectivamente. 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.

4.2.3 Quantificação de bactérias ácido-láticas

Foi realizada a quantificação das bactérias ácido-láticas *Lactobacillus delbrueckii* sp. *bulgaricus* e *Streptococcus thermophilus*.

A diluição foi realizada em água peptonada 0,1% estéril em tubos de ensaio. Para quantificação do *Lactobacillus delbrueckii* sp. *bulgaricus* foi utilizado o ágar MRS - Man Rogosa e Sharpe acidificado pH 5,4 com ácido acético glacial em anaerobiose, incubado a 37 °C por 72 horas. Foi utilizado gerador e indicador de anaerobiose. Para quantificação de *Streptococcus thermophilus* o ágar empregado foi o ágar M17 em aerobiose, incubado a 37 °C por 48 horas. As placas foram semeadas pelo método de profundidade em duplicata e após a incubação foi realizada a quantificação das bactérias ácido-láticas (APHA, 2004).

4.2.4 Avaliação da Proteólise

A avaliação da proteólise foi realizada pelo Índice de Extensão de Proteólise (IEP) e Índice de Profundidade da Proteólise (IPP).

Para avaliação do Índice de Extensão de Proteólise (IEP) foi realizada análise de Nitrogênio Solúvel em pH 4,6 ou Nitrogênio Não Caseico (NS pH 4,6). A avaliação do Índice de Profundidade da Proteólise (IPP) foi realizada pela determinação da concentração de Nitrogênio Solúvel em ácido tricloroacético 12% ou Nitrogênio Não Proteico (NS TCA 12%) (FURTADO, 2011).

O preparo das amostras foi realizado com água destilada e solução de citrato de sódio 0,5 M. Sendo utilizado a solução de ácido clorídrico 1,41 M para o preparo da solução utilizada na determinação de NS pH 4,6 e ácido tricloroacético 24% (p/v) para preparo da solução de NS TCA 12%.

Após o preparo da amostra foi realizada a digestão utilizando ácido sulfúrico p. a., a quente, em presença de catalisadores, para rompimento da estrutura protéica e liberação do nitrogênio sob a forma de sais de amônio. A quantificação foi realizada pelo método de Kjeldahl utilizando o destilador de nitrogênio (Solab, Piracicaba, Brasil), que ocorreu através da adição de hidróxido de sódio 35% para

liberação de amônia, sendo destilada e captada pela solução de ácido bórico 4%, com indicador. Foi utilizado ácido clorídrico 0,05 M para titulação (PEREIRA et al., 2001).

Para calcular os valores do IEP foi dividido o valor de NS pH 4,6 pelo nitrogênio total (NT). Para obter o IPP foi o dividido o NS TCA 12% pelo NT. Os valores foram expressos em porcentagem (GLOBALFOOD, 2014).

4.2.5 Perfil de ácidos graxos

A extração dos ácidos graxos foi realizada por método gravimétrico a frio, utilizando clorofórmio, metanol e água como solventes, segundo metodologia descrita por Bligh; Dyer (1959).

Na realização de transesterificação os triacilgliceróis foram submetidos ao processo de transmetilação conforme método 5509 da ISO (1978) usando o KOH-metanol 2 M e heptano para obtenção dos ésteres metílicos de ácidos graxos.

Os ésteres metílicos de ácidos graxos foram separados utilizando um cromatógrafo gasoso 2010 *Plus* (Shimadzu, Japão), equipado com detector de ionização de chama e coluna capilar de sílica fundida (100 m, 0,25 mm e 0,20 µm de cianopropil/polisiloxano, Supelco). Inicialmente, a temperatura de coluna de 140 °C de temperatura foi mantida por 5 min e após elevada até 240 °C na razão de 2,5 °C/min e permanecendo em 240 °C por 17 minutos até o final da corrida. O ponto de injeção e detector foi mantido a 260 °C. Os fluxos dos gases (White Martins), foram de 1,12 mL/min para o gás de arraste (He); 60 mL/min para vazão total do gás de arraste. A chama do DIC foi produzida com H₂ a 40 mL/min e ar sintético a 400 mL/min. A razão de divisão da amostra (split) foi de 1/50.

A identificação de ácidos graxos foi feita comparando os tempos de retenção dos picos das amostras com padrões de ésteres metílicos de ácidos graxos (Sigma, Supelco 37 Component FAME Mix) e as porcentagens de área dos picos correspondentes foram obtidos através da integração pelo *software* Shimadzu GCsolution. Os dados foram expressos como porcentagens da área normalizada dos ácidos graxos.

4.2.6 Análises Físicas

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”), utilizando colorímetro Chroma Meter CR400/410 (Konica Minolta, Osaka, Japão), em iluminante D65 e ângulo do observador de 2°.

O texturômetro TA.XT Plus (Stable Micro Systems, Godalming, UK) foi utilizado para Análise de Perfil de Textura (TPA) e resistência à mordida. Para Análise de Perfil de Textura foi utilizando o probe P/40. 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 seu tamanho sob pressão de 0,1 N em velocidade de compressão de 2 mm/s. A distância da amostra para o probe foi de 10 mm e o tempo de repouso entre os ciclos de compressão foi de 5 segundos. Todas as operações foram controladas pelo analisador de textura e o instrumento automaticamente gerou a curva de força de compressão pelo tempo. Foi utilizado na TPA o protocolo sugerido para amostras de queijo pelo fabricante do equipamento. A dureza, coesividade, elasticidade e mastigabilidade foram os parâmetros analisados (CHEN et al., 1979).

A resistência à mordida foi avaliada utilizando probe HDP/VB, com velocidade de pré-teste de 1,0 mm/s; velocidade de teste de 2,0 mm/s; velocidade de pós-teste de 10,0 mm/seg.; distância da amostra de 30 mm; distância de penetração na amostra de 15 mm; força aplicada de 5 g. Foi utilizado o protocolo sugerido para amostras de queijo pelo fabricante do equipamento.

4.3 TRATAMENTO DOS DADOS

O *software* STATISTICA 7 (STATSOFT INC., 2005) foi utilizado para identificar diferenças estatísticas significativas (nível de 5% de significância) entre os queijos fabricados com o fermento A e B no mesmo período de maturação e entre o queijo fabricado com o mesmo fermento nos diferentes períodos de maturação.

A análise estatística entre os queijos QA e QB, considerando o mesmo período de maturação, foi realizada através da comparação para amostras independentes, Teste t. Os dados foram avaliados quanto a sua normalidade utilizando o teste de Shapiro-Wilk e para análise da homogeneidade das variâncias o teste de Levene.

Os resultados foram submetidos à análise estatística quanto aos diferentes períodos de maturação, avaliando cada queijo individualmente. A normalidade e homogeneidade das variâncias foram avaliadas, sendo os resultados submetidos à Análise de Variância (ANOVA) e teste de Tukey para comparação entre as médias. Os resultados são expressos com a média \pm desvio padrão.

Em dados que não apresentaram normalidade e homogeneidade das variâncias utilizou testes não paramétricos. Para análise entre duas amostras independentes os dados foram submetidos ao teste Mann-Whitney. Para análise estatística com avaliação entre os períodos de maturação foi utilizado o teste de Kruskal-Wallis.

Foi utilizado teste de correlação linear de Pearson para avaliar a relação entre as propriedades químicas do queijo e os atributos de textura e cor.

Para análise dos dados com testes não paramétricos e para teste de correlação de Pearson foi utilizado *software* XLSTAT 2016 (ADDINSOFT, 2016).

5. REFERÊNCIAS

ABIQ. **Fabricação de Queijos**. Queijos no Brasil. Disponível em: <http://www.abiq.com.br/nutricao_queijosbrasil_fabricacao.asp>. Acesso em: 30 dez. 2015.

ADDINSOFT. Data analysis and statistical application version 2016.2. New York, USA: Addinsoft SARL. Trial version. [internet document]. Disponível em: <<https://www.xlstat.com/en/download.html>>. Acesso em: 28 abr. 2016.

ALBUQUERQUE, L. C. **O leite em suas mãos**. 3 ed. Juiz de Fora: Concorde Editora Gráfica, 1997.

ALVARENGA, N. B. **Estudos em textura de Queijo Serpa**. 2000. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação de Ciência e Tecnologia dos Alimentos, Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa, 2000.

AMETEK. What is Food Texture and How is it Measured. 2016. Disponível em: <<http://www.ametektest.com/learningzone/library/articles/what-is-food-texture-and-how-is-it-measured>>. Acesso em: 07 mai. 2016.

ANDRADE, A. S. A. **Estudo do perfil sensorial, físico-químico e aceitação de queijo de coalho produzido no estado do Ceará**. 2006. 127 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2006.

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.

APHA. American Public Health Association. **Standard methods for the microbiological examination of foods**. Washington: American Public Health Association; 2004.

ATTORNI, B. et al. **Santo Giorno**: Um queijo de alta qualidade. 1 ed. Francisco Beltrão: Jornal de Beltrão, 2014.

BERESFORD, T. P. et al. Recent advances in cheese microbiology. **International Dairy Journal**, v. 11, n. 4-7, p. 259–274, 2001.

BERGAMINI, C. V. et al. A. Proteolytic activity of three probiotic strains in semi-hard cheese as single and mixed cultures: *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus paracasei* and *Bifidobacterium lactis*. **International Dairy Journal**, v. 19, n. 8, p. 467-475, 2009.

BERTOLINO, M. et al. Evolution of chemical-physical characteristics during manufacture and ripening of Castelmagno PDO cheese in wintertime. **Food Chemistry**, v. 129, n. 3, p. 1001-1011, 2011.

BEUVIER, E.; BUCHIN, S. **Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology**. Raw Milk Cheeses. 3. ed. Academic Press, 2004.

BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, v. 37, n. 8, p. 911-917, 1959.

BRASIL. Instrução Normativa Nº 62: Regulamento Técnico da Coleta de Leite Cru Refrigerado e seu Transporte a Granel, de 29 de dezembro de 2011. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 2011.

BRASIL. Instrução Normativa Nº 68: Métodos Analíticos Oficiais Físico-Químicos, para Controle de Leite e Produtos Lácteos, de 12 de dezembro de 2006. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 2006.

BRASIL. **Ministério da Agricultura: Indicações Geográficas - IG**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/desenvolvimento-sustentavel/indicacao-geografica>>. Acesso em: 31 jul. 2016.

BRASIL. Portaria Nº 146: Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Queijos, de 07 de março de 1996. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 1996.

BROOME, M. C.; POWELL, I. B.; LIMSOWTIN, G. K. Y. **Encyclopedia of Dairy Sciences** - Cheese: Starter cultures: Specific Properties. 2. ed. Academic Press, 2011. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=dXE0ZfUnCKwC&pg=PT1661&lpg=PT1661&dq=Starter+Cultures+POWELL&source=bl&ots=AnUiChFvPr&sig=P6bSf_n3ZJbl6xBx0yuqi3h-t0k&hl=pt->

BR&sa=X&ved=0ahUKEwi3357Qn8rKAhWF9x4KHRy4DJIQ6AEILjAC#v=onepage&q=Starter%20Cultures%20POWELL&f=false>. Acesso em: 27 dez. 2015.

BUFFA, M. N. et al. Changes in textural, microstructural, and colour characteristics during ripening of cheeses made from raw, pasteurized or high-pressure-treated goat's milk. **International Dairy Journal**, v. 11, n. 11-12, p. 927-934, 2001.

CANADA, J. S. B. V. **Caracterización sensorial y físico – química del Queijo Serpa**. 2001. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos, Universidade de Estremadura. Cáceres, 2001. Disponível em: <<https://repositorio.ipbeja.pt/handle/123456789/4392>>. Acesso em: 29 dez. 2015.

CANADIAN DAIRY INFORMATION CENTRE. **Global cheese consumption (Kg per capita)**. Disponível em: <http://www.dairyinfo.gc.ca/index_e.php?s1=dff-fcil&s2=cons&s3=consglo&s4=tc-ft>. Acesso em: 21 mar. 2016.

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

CEE - Comunidad Económica Europea. **Reglamento Nº 2081/92** del consejo, Relativo a la protección de las indicaciones geográficas y de las denominaciones de origen de los productos agrícolas y alimenticios. 1992.

CHEN, A. H. et al. Textural Analysis of Cheese. **Journal Dairy Science**, v. 62, n. 6, p. 901-907, 1979.

CHEN, J.; ROSENTHAL, A. **Modifying Food Texture**. 2. ed. Cambridge: Woodhead Publishing, 2015. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=rUmdBAAAQBAJ&pg=PA100&lpg=PA100&dq=shear+TPA+bite+resistance&source=bl&ots=d5Z7kjcJSe&sig=8Xj-twxCgN36e9U0EvZBALO09uo&hl=pt-BR&sa=X&ved=0ahUKEwjtgOmbhcPMAhUChpAKHXIjDWEQ6AEINTAD#v=onepage&q=texture%20instrumental&f=false>>. Acesso em: 07 mai. 2016.

CIVILLE, G. V.; SZCZESNIAK, A. S. Guidelines to training a texture profile panel. **Journal Texture Studies**, v. 4, n. 2, p. 204–223, 1973.

COMMISSION INTERNATIONALE DE L'ÉCLAIRAGE. Colour Measurement. CIE Doc. 15. CIE, Fontenayaux-Roses, France, 1996.

COSTA, I. B. B. A. **Maturação em queijo dos Açores**: Determinação de ácidos orgânicos e metabolismo do lactato. 2012. 104 f. Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Engenharia Alimentar – Processamento de Alimentos, Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa, 2012.

DRAKE, M. A. et al. Composition and quality attributes of reduced-fat cheese as affected by lecithin type. **Journal of Food Science**, v. 63, n. 6, p. 1018-1023, 1998.

EUROPEAN COMMISSION. Agriculture and rural development. Bélgica, 2016.

Disponível em:

<http://ec.europa.eu/agriculture/quality/door/list.html?&recordPerPage=50&recordStart=0&filter.dossierNumber=&filter.comboName=&filterMin.milestone_mask=&filterMin.milestone=&filterMax.milestone_mask=&filterMax.milestone=&filter.country=&filter.category=&filter.type=PDO&filter.status=REGISTERED>. Acesso em: 14 set. 2016.

FARKYE, N.Y. Cheese technology. **International Journal of Dairy Technology**, v. 57, n. 2-3, p. 91-98, 2004.

FAO, Organización de Las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación; OMS, Organización Mundial de la Salud. **Codex Alimentarius – Leche y Productos Lácteos**. 1 ed. Roma, 2007. Disponível em:

<<http://www.fao.org/docrep/015/i2085s/i2085s00.pdf>>. Acesso em: 23 jan. 2016.

FAOSTAT, 2016. **FAOSTAT Food and Agriculture Organization of the United Nations - Statistics division**. Disponível em:

<<http://faostat3.fao.org/browse/Q/QP/E>>. Acesso em: 23 jan. 2016.

FLORES, M. A identidade cultural do território como base de estratégias de desenvolvimento: uma visão do estado da arte. **InterCambios**, n. 64, 2006.

Disponível em: <<http://www.rimisp.org/getdoc.php?docid=3736>>. Acesso em: 29 dez. 2015.

FOX, P. F. et al. **Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology**. Cheese: An overview. 3. ed. Academic Press, 2004.

FOX, P. F.; STEPANIAK, L. Enzymes in cheese technology. **International Dairy Journal**, v. 3, p. 509-530, 1993.

FOX, P. F. et al. **Fundamentals of Cheese Science**. Maryland: Ed., Aspen Publishers, 2000.

FRANCIS, F. J. Quality as influenced by color. **Food Quality and Preference**, v. 6, n. 3, p. 149–155, 1995.

FURQUAY, J.; FOX, P.; McSWEENEY, P. **Encyclopedia of Dairy Sciences**. 2. ed. Academic Press, 2011. Disponível em:
<https://books.google.com.br/books?id=dXE0ZfUnCKwC&pg=PT489&hl=pt-BR&source=gbs_selected_pages&cad=2#v=onepage&q=COLOR&f=false>. Acesso em: 20 mai. 2016.

FURTADO, M. M. **Principais problemas dos queijos: Causas e Prevenção**. Revisada e ampliada. São Paulo: Fonte Comunicações e Editora, 2005.

FURTADO, M. M. **Queijos Duros**. 1. ed. São Paulo: Setembro Editora, 2011.

GLOBALFOOD. **A proteólise é crítica para o correto desenvolvimento de sabor e textura no queijo cheddar**. São Paulo. Disponível em:
<http://www.insumos.com.br/aditivos_e_ingredientes/artigos/94.pdf>. Acesso em: 29 jun. 2014.

GUNASEKARAN, S.; AK, M. **Cheese rheology and texture**. Washington, CRC Press. 2003.

GUTIERREZ, et al. Efeito da radiação gama nas características físico-químicas e microbiológicas do queijo prato durante a maturação. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, v. 24, n. 4, p. 596-601, 2004.

HAYALOGLU, A. A. et al. Volatiles and sensory evaluation of goat milk cheese Gokceada as affected by goat breeds (Gokceada and Turkish Saanen) and starter culture systems during ripening. **Journal of Dairy Science**, v. 96, n. 5, p. 2765 – 2780, 2013.

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

ISO - International Organization for Standardization. **Animal and vegetable fats and oils – Preparation of methyl esters of fatty acids**. Method ISO 5509, 1978.

KOBLITZ, M. G. B. **Bioquímica de alimentos: Teoria e aplicações práticas**. 1. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008.

LAW, B. A.; TAMIME, A.Y. **Technology of cheesemaking**. 2. ed. Reino Unido: Blackwell Publishing Ltd. 2010.

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

LEBECQUE, A. et al. Delineation of the texture of Salers cheese by sensory analysis and physical methods. **Le Lait**, v. 81, n. 5, p. 609–623, 2001.

LI, R.; CARPENTER, J. A.; CHENEY, R. Sensory and instrumental properties of smoked sausage made with Mechanically Separated Poultry (MSP) meat and wheat protein. **Journal of Food Science**, v. 63, n. 5, p. 923-929, 1998.

MACEDO, A. C.; TAVARES, T. G.; MALCATA, F. X. Influence of native lactic acid bacteria on the microbiological, biochemical and sensory profiles of Serra da Estrela. **Food Microbiology**, v. 21, n. 2, p. 233–240, 2004.

MACÊDO, J. A. B. **Métodos Laboratoriais. Análises Físico-Químicas e Microbiológicas**. 3. ed. Minas Gerais, CRQ. 2005.

MACHADO, M. G. **Evolução da textura e composição do Queijo Serpa durante a sua maturação**. 2003. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Alimentos, Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa, 2003.

MARCHI, J. F.; BEUX, S.; PEREIRA, E. A.; BONETI, C. W. Desenvolvimento de produtos agroalimentares locais: o caso do queijo “Santo Giorno”. In: Congresso Nacional de Pesquisa em Ciências Sociais Aplicadas, 3., 2014, Paraná. Anais eletrônicos... Paraná: UNIOESTE, 2014. Disponível em: <http://cac.php.unioeste.br/eventos/conape/anais/iii_conape/Arquivos/Artigos/Artigoscompletos/ECONOMIADOMESTICA/8.pdf>. Acesso em: 08 ago. 2016.

McSWEENEY, P. L. H. Biochemistry of Cheese Ripening. **International Journal of Dairy Technology**, v. 57, n. 2-3, p. 123-144, 2004.

McSWEENEY, P. L. H.; SOUSA, M. J. Biochemical pathways for the production of flavour compounds in cheeses during ripening: a review. **Le Lait**, v. 80, n. 3, p. 293–324, 2000.

MOLIMARD, P.; SPINNLER, H. Review, compounds involved in the flavour of surface mold-ripened cheeses, origins and properties; **Journal Dairy Science**, v. 79, n. 2, p.169–184, 1996.

MULET, A. et al. Changes in the volatile fraction during ripening of Mahón cheese. **Food Chemistry**, v. 65, n. 2, p. 219-225, 1999.

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

NOLLET, L.; TOLDRÁ, F. **Handbook of Dairy Foods Analysis**. Londres e Nova Iorque, CRC Press. 2010.

OLIVEIRA, M. B. et al. Maturação e aceitabilidade do queijo Pecorino produzido com leite de vaca aos 180 dias. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 65, n. 372, p. 36-40, 2010.

ORDÓNEZ, Juan A. **Tecnologia de alimentos: Alimentos de origem animal**. 1. ed. Porto Alegre: Artmed, 2005.

PECQUEUR, B. Qualité et développement territorial: l'hypothèse du panier de biens. In: **Symposium sur le développement régional**. Montpellier: INRA-DADP, 2000.

Disponível em:

<<http://www.inra.fr/internet/Departements/ESR/vie/animations/Ecospatiale/pdf/pecqueur.pdf>>. Acesso em: 29 dez. 2015.

PEDERSEN, T.B.; VOGENSEN, F.K.; ARDO, Y. Effect of heterofermentative lactic acid bacteria of DL-starters in initial ripening of semi-hard cheese. **International Dairy Journal**, v. 57, p. 72-79, 2016.

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.

PEREIRA, C. I. et al. Proteolysis in model Portuguese cheeses: Effects of rennet and starter culture. **Food Chemistry**, v. 108, n. 3, p. 862–868, 2008.

PEROTTI, M. C. et al. A. Free fatty acid profiles of Reggianito Argentino cheese produced with different starters. **International Dairy Journal**, v. 15, n. 11, p. 1150–1155, 2005.

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

PINHO, O. et al. Chemical, Physical, and Sensorial Characteristics of “Terrincho” Ewe Cheese: Changes During Ripening and Intravarietal Comparison. **Journal of Dairy Science**, v. 87, n. 2, p. 249-257, 2004.

POWELL, I. B.; BROOME, M. C.; LIMSOWTIN, G. K. Y. **Encyclopedia of Dairy Sciences** - Cheese: Starter cultures: General Aspects. 2. ed. Academic Press, 2011. Disponível em:
<https://books.google.com.br/books?id=dXE0ZfUnCKwC&pg=PT1661&lpg=PT1661&dq=Starter+Cultures+POWELL&source=bl&ots=AnUiChFvPr&sig=P6bSf_n3ZJbl6xBx0yuqi3h-t0k&hl=pt-BR&sa=X&ved=0ahUKEwi3357Qn8rKAhWF9x4KHRy4DJIQ6AEILjAC#v=onepage&q=General%20Aspects&f=false>. Acesso em: 27 dez. 2015.

PRANDINI, A.; SIGOLO, S.; PIVA, G. A comparative study of fatty acid composition and CLA concentration in commercial cheeses. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 24, n. 1, p. 55-61, 2011.

RIBEIRO, M. **Textura de Queijo** – Um estudo de variáveis de processamento. 1998. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos, Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa, 1998.

ROSOLEN, J. E. **Produção de lácteos no Brasil**. Disponível em:
<<http://www.milkpoint.com.br/cadeia-do-leite/espaco-aberto/producao-de-lacteos-no-brasil-47940n.aspx>>. Acesso em: 19 out. 2014.

SALVADOR, M. et al. Avaliação da qualidade microbiológica de queijo prato e parmesão ralado. **Boletim do CEPPA**, v. 19, n. 1, p. 65-74, 2001.

SEBRAE. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Queijos nacionais – Estudos de mercado do SEBRAE**. 2008.

SINGH, S. Impact of color on marketing. **Management Decision**, v. 44, n. 6, p. 783-789, 2006.

SOUZA, M R. et al. Pasteurização do leite. **Caderno Técnico da Escola de Veterinária UFMG**, n. 13, p. 85-93, 1995.

STATSOFT. INC. Statistica data analysis system version 7.0. Tulsa: Statsoft Inc. 2005.

TABOADA, N. et al. 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.

TAKATSUI, F. **Sistema CIE Lab: análise computacional de fotografias**. 2011. 101 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós Graduação em Ciências Odontológicas, Faculdade de Odontologia de Araraquara. Araraquara, 2011.

TEDESCO, M. J. et al. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995.

TIBÉRIO, M. L.; CRISTÓVÃO, A. **Produtos tradicionais e desenvolvimento local: o caso da designação protegida Queijo Terrincho DOP**. Sociedade Portuguesa de Estudos Rurais Departamento de Economia e Sociologia, UTAD, 2001.
Disponível em: <http://www.origin-food.org/pdf/wp3/pt_wpap/artic1.pdf>. Acesso em: 7 ago. 2015.

TODESCATTO, C. **Obtenção de fermento láctico endógeno para produção de queijo típico da mesorregião Sudoeste do Paraná**. 2014. 178f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Ciências em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2014.

TREGGAR, A. et al. Regional foods and rural development: the role of product qualification. **Journal of Rural Studies**, v. 23, n. 23, p. 12-22, 2007.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Dairy: World markets and trade**. Disponível em: <<http://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/dairy.pdf>>. Acesso em: 31 jul. 2016.

WALSTRA, P.; WOUTERS, J.; GEURTS, T. **Dairy Science and Technology**. 2. ed. Londres e Nova Iorque, CRC Press. 2006.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados desta dissertação estão apresentados no formato de artigos científicos, conforme descrito abaixo:

ARTIGO 1 – Modificações químicas e contagem de bactérias ácido-láticas durante a maturação do Queijo Regional do Sudoeste do Paraná. Artigo será submetido ao periódico *LWT – Food Science and Technology*.

ARTIGO 2 – Efeito da composição química na textura e cor durante a maturação do Queijo Regional do Sudoeste do Paraná. Artigo será submetido ao periódico *International Dairy Journal*.

ARTIGO 1 – MODIFICAÇÕES QUÍMICAS E CONTAGEM DE BACTÉRIAS ÁCIDO-LÁTICAS DURANTE A MATURAÇÃO DO QUEIJO REGIONAL DO SUDOESTE DO PARANÁ.

MODIFICAÇÕES QUÍMICAS E CONTAGEM DE BACTÉRIAS ÁCIDO-LÁTICAS DURANTE A MATURAÇÃO DO QUEIJO REGIONAL DO SUDOESTE DO PARANÁ.

Marilde Canton Brandielli*, Fabiane Picinin de Castro Cislighi, Alessandra Machado-Lunkes.

Programa de Pós-graduação em Tecnologia de Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Londrina, Brasil. Avenida dos Pioneiros, 3131, 86036-370, Londrina, Paraná, Brasil. Telefone: +55 (43) 3315-6100, Fax +55 (43) 3315-6121. *E-mail: marildebrandielli@hotmail.com.

RESUMO

O queijo regional do Sudoeste do Paraná foi desenvolvido a partir de cultura láctea autóctone com a finalidade de conferir características típicas ao produto. Para avaliar as modificações químicas e microbiológicas dos queijos fabricados com os fermentos autóctones liofilizados A (QA) e B (QB), foram realizadas análises químicas, quantificação de bactérias ácido-láticas, evolução da proteólise e perfil de ácidos graxos durante a maturação do queijo regional e assim, contribuir com o aprimoramento do processo produtivo e agregar informações para a regulamentação do produto junto aos órgãos fiscalizadores brasileiros. Os parâmetros físico-químicos avaliados apresentaram diminuição da a_w , pH e umidade, e aumento nos parâmetros de acidez (em ácido láctico e ácido graxos), sólidos totais, proteína total, lipídios, gordura no extrato seco e cinzas, evoluindo de forma esperada. O queijo apresentou índice de Umidade na Massa Desengordurado do Queijo (UMDQ) entre 54 e 69%, aos 60 e 120 dias de maturação classificado como queijo de massa semidura, segundo FAO/OMS. Quanto ao teor de Gordura no Extrato Seco (GES) o mesmo foi classificado como semigordo e gordo, por apresentar 25 a 45% e 45 a

60% de GES, respectivamente. As bactérias ácido-láticas foram quantificadas, sendo que *S. thermophilus* apresentou maior contagem no início da maturação em comparação ao *L. delbrueckii* sp. *bulgaricus* e valores próximos nos períodos 60 e 120 dias. A avaliação da proteólise ocorreu de forma esperada, aumentando durante a maturação. Os ácidos graxos identificados em maior porcentagem foram o ácido palmítico, ácido oleico, esteárico e mirístico. Os queijos QA e QB apresentaram diferenças entre si para acidez em ácido láctico (0 e 60 dias), acidez em ácidos graxos, umidade, sólidos totais, potássio, cálcio e Índice de Profundidade da Proteólise (0 dias), Índice de Extensão de Proteólise (60 dias) e em vários casos específicos de ácidos graxos em diferentes tempos de maturação. Com o estudo agregou-se novos dados sobre o desenvolvimento do queijo regional durante a maturação, principalmente na evolução da proteólise, contagem de bactérias ácido-láticas e perfil de ácidos graxos.

Palavras-chave: maturação de queijo, bactérias ácido-láticas, proteólise, ácidos graxos.

1. Introdução

A promoção de produtos regionais são estratégias importantes que auxiliam no desenvolvimento rural (Tregear et al., 2007), além de valorizar a cultura de uma região, resgatando a história do produto e das diferentes gerações de produtores, sendo os países europeus que mais promovem a produção e o consumo de produtos regionais potencializando a economia rural (Zuin & Zuin, 2008).

Como exemplo da promoção e valorização dos produtos regionais, em 2016 os países europeus, possuíam 615 produtos com Denominações de Origem, sendo 188 queijos (European Commission, 2016). Já o Brasil possui seis produtos com Denominações de Origem, mas que não pertencem ao setor de queijos (Brasil, 2016).

No Brasil, os queijos regionais, fabricados de forma artesanal, são conhecidos em diferentes estados, onde Minas Gerais destaca-se por ser o principal estado produtor de queijos regionais. Os queijos mais famosos e valorizados fabricados em

Minas Gerais são os queijos da Canastra e Serro, com sabor diferenciado e características históricas, sendo os únicos queijos brasileiros que possuem Indicações de Procedência. Minas Gerais também produz os queijos Serra do Salitre, Alto Parnaíba ou Cerrado e queijo Araxá. Na região Nordeste tem-se o queijo de Manteiga e Queijo de Coalho, e no sul do Brasil são produzidos na região da Serra Catarinense e Serra Gaúcha o queijo Serrano e Colonial, respectivamente (SEBRAE, 2008).

Com vistas à valorização e crescimento regional do Sudoeste do Paraná foi desenvolvido um queijo típico maturado através de uma parceria entre Brasil e Itália. Este queijo utiliza como matéria-prima leite de vaca cru ou leite pasteurizado, produzido com cultura láctica autóctone de microrganismos selecionados do leite de produtores da região (Attorni et al., 2014). Assim, as culturas lácticas empregadas provenientes da região foram um dos agentes que conferiram as características específicas deste queijo regional. De fato, as culturas lácticas possuem como principal função o metabolismo de lactose para produção de ácido láctico, além da produção de compostos de sabor, de substâncias antimicrobianas, e da degradação de proteínas do leite, particularmente durante a maturação do queijo (Pedersen, Vogensen & Ardo, 2016; Pereira et al., 2008).

O processo de maturação promove alterações físico-químicas, bioquímicas e microbiológicas que levam a transformações na textura, cor e principalmente nas características sensoriais pela formação do sabor e aroma típico dos queijos (McSweeney, 2004; Furtado, 2011). De acordo com Lima & Becker (2015), durante o processo de maturação o queijo regional apresentou coloração amarela, características de sabor ácido, salgado e láctico, com odor ácido e de leite cozido, textura gordurosa e dureza que alteram ao longo da maturação.

Para agregar conhecimento a respeito das características do queijo regional do Sudoeste do Paraná durante a maturação, este trabalho objetiva avaliar o comportamento das bactérias ácido-lácticas, composição química, proteólise e perfil de ácidos graxos durante 120 dias.

2. Materiais e Métodos

2.1 Fabricação e maturação do queijo regional do Sudoeste do Paraná

A fabricação do queijo foi realizada em julho de 2015 em laticínio localizado no Sudoeste do Paraná, segundo processo de fabricação previsto (Attorni et al., 2014). Foram produzidos um lote de queijo com o fermento autóctone liofilizado A (QA) e outro lote com o fermento autóctone liofilizado B (QB) usando-se 1800 litros de leite por lote. Foram usados neste trabalho dois diferentes fermentos em função da questão industrial de rotação de culturas. O fermento autóctone A era composto por cepas de *Streptococcus thermophilus* ST28 e ST128 e cepas de *Lactobacillus delbrueckii* sp. *bulgaricus* LB134. O fermento B era constituído pelos mesmos microrganismos, no entanto, cepas do *Streptococcus thermophilus* são diferentes (ST98 e ST104) (Todescato, 2014).

Após a fabricação, os queijos foram maturados em câmara de maturação à temperatura de 6 a 8 °C e umidade relativa do ar de 85% nos primeiros 30 dias. Em seguida a temperatura foi mantida de 10 a 12 °C e umidade relativa do ar de 82 a 85%. Aos 37 dias de maturação os queijos receberam revestimento de polímero de acetato de polivilina (GlobalSystem Coat Incolor) (Attorni et al., 2014). Os queijos foram avaliados nos períodos de 0, 60 e 120 dias de maturação.

2.2 Análises físico-químicas

A atividade de água foi determinada utilizando o equipamento Labmaster (Novasina AG, Lachen, Suíça) a 25 °C de temperatura. O potencial hidrogeniônico (pH) foi aferido por medidor de pH de bancada microprocessado TEC-5 (Tecnal, Piracicaba, Brasil). A acidez expressa em ácido láctico foi avaliada por método titulométrico usando uma solução alcalina de hidróxido de sódio 0,1 mol mL⁻¹. O resultado foi expresso em g 100 g⁻¹ de ácido láctico (Pereira et al., 2001). A acidez em ácidos graxos foi realizada através de titulação com hidróxido de sódio 0,1 M, sendo o resultado expresso através do índice de acidez em mg de NaOH gasto para neutralizar um grama de gordura (Macêdo, 2005).

Para avaliar a umidade e o resíduo mineral fixo (cinzas) foi empregado o método gravimétrico, sendo a determinação de umidade em estufa (Deleo, Porto Alegre, Brasil) e as cinzas em mufla a 550 °C (GP Científica, Belo Horizonte, Brasil) (AOAC, 2005). O teor de sólidos totais (ST) foi obtido indiretamente pelo cálculo: $ST=100 - \text{umidade}$ (Brasil, 2006).

A porcentagem de lipídios foi determinada empregando-se extrator Soxhlet (Nova ética, Vargem Grande Paulista, Brasil), com amostra previamente tratada com ácido clorídrico segundo método de hidrólise ácida para dissolver o filme de proteínas que cerca os glóbulos de gordura (AOAC, 1984). A Gordura no Extrato Seco (GES) foi determinada indiretamente pela fórmula $\% \text{GES} = \% \text{gordura} / \% \text{Extrato Seco Total} \times 100$ (Pereira et al., 2001).

Para determinação de proteína foi realizada análise de nitrogênio total em destilador de nitrogênio (Solab, Piracicaba, Brasil) pelo método de Kjeldahl, segundo adaptações descritas por Tedesco et al. (1995). Para obter o valor de proteína total foi multiplicado o valor de nitrogênio total pelo fator de conversão para queijos 6,38 (IAL, 2008).

O teor de carboidratos foi determinado pela diferença entre 100% e a soma dos percentuais de umidade, cinzas, proteínas e lipídios (AOAC, 2005).

Os minerais quantificados foram sódio, potássio e cálcio, sendo os teores obtidos a partir das cinzas. O preparo das amostras foi realizado segundo IAL (2008). Para determinação de sódio e potássio foram utilizadas as soluções supressoras de cloreto de potássio e cloreto de lítio, respectivamente. Para determinação de cálcio foi utilizado como agente liberador o cloreto de lantânio. As análises foram realizadas em espectrômetro de absorção atômica com atomização por chama (SOLAAR S4, Thermo Scientific, EUA) e a leitura de absorbância foi realizada em 589,0, 766,5 e 422,7 nm, para o sódio, potássio e cálcio, respectivamente.

2.3 Quantificação de bactérias ácido-láticas

Para quantificação do *Lactobacillus delbrueckii* sp. *bulgaricus*, foi utilizado o ágar MRS - Man Rogosa e Sharpe acidificado pH 5,4 com ácido acético glacial,

sendo incubado a 37 °C por 72 h, em anaerobiose. Para quantificação de *Streptococcus thermophilus* o ágar empregado foi o ágar M17 em aerobiose, incubado a 37 °C por 48 h. As placas foram semeadas pelo método de profundidade (APHA, 2004), em duplicata.

2.4 Proteólise

A avaliação da proteólise foi realizada através do Índice de Extensão de Proteólise (IEP) e Índice de Profundidade da Proteólise (IPP), sendo IEP calculado pela divisão do resultado de NS pH 4,6 pelo valor de nitrogênio total (NT). Já para calcular o IPP foi utilizado o NS TCA 12% dividido pelo valor de NT (Furtado, 2011).

O preparo das amostras foi realizado com solução de citrato de sódio 0,5 mol mL⁻¹, sendo então fracionada para determinação de nitrogênio solúvel em pH 4,6 (NS pH 4,6) e nitrogênio solúvel em ácido tricloroacético (TCA) 12% (NS TCA 12%). A quantificação de NS pH 4,6 e NS TCA 12% foi realizada pelo método de Kjeldahl utilizando o destilador de nitrogênio (Solab, Piracicaba, Brasil) conforme descrito por Pereira et al. (2001).

2.5 Perfil de ácidos graxos

A extração dos ácidos graxos foi realizada por método gravimétrico a frio, segundo metodologia descrita por Bligh e Dyer (1959). Na realização da transesterificação, os triacilgliceróis foram submetidos ao processo de transmetilação conforme método 5509 da ISO (1978).

A cromatografia de gás foi efetuada com um cromatógrafo gasoso 2010 Plus (Shimadzu, Japão), equipado com detector de ionização de chama, usando coluna capilar de sílica fundida Supelco (100 m, 0,25 mm e 0,20 µm de cianopropil polisiloxano). O gás transportador foi Hélio com fluxo de 1,12 mL.min⁻¹. Temperatura foi elevada entre 140 e 240 °C a 2,5 °C min⁻¹ e mantido a 240 °C durante 17 min. O sinal de saída do detector foi integrado utilizando *software* Shimadzu GCsolution. Os

ácidos graxos foram identificados utilizando padrão fornecido pela Sigma (Supelco 37 Component FAME Mix).

2.6 Análise estatística

Os dados experimentais foram analisados usando o *software* STATISTICA 7 (Statsoft Inc., 2005). A análise estatística entre os queijos QA e QB, considerando o mesmo período de maturação, foi realizada através da comparação para amostras independentes, Teste t. Os resultados foram submetidos à análise estatística quanto aos diferentes períodos de maturação, avaliando cada queijo individualmente, pela Análise de Variância (ANOVA) e teste de Tukey para comparação entre as médias. Os resultados foram expressos como média \pm desvio padrão.

Para dados que não cumpriram o pressuposto de normalidade e homogeneidade das variâncias foram aplicados testes não paramétricos. Para análise entre duas amostras independentes os dados foram submetidos ao teste Mann-Whitney. Para análise estatística com avaliação entre os períodos de maturação foi utilizado o teste de Kruskal-Wallis. Para análise dos dados com testes não paramétricos foi utilizado *software* XLSTAT 2016 (Addinsoft, 2016).

3. Resultados e Discussão

3.1 Análises físico-químicas

Os resultados das análises físico-químicas obtidos durante o período de maturação do queijo regional do Sudoeste do Paraná encontram-se descritos na Tabela 5.

Tabela 5Parâmetros físico-químicos do queijo regional do Sudoeste do Paraná durante a maturação.^a

Parâmetros	Amostra	Período de maturação ^{b, c}		
		0 dias	60 dias	120 dias
Atividade de Água	QA	0,95 ± 0,01 ^{aA}	0,93 ± 0,00 ^{aB}	0,92 ± 0,01 ^{aC}
	QB	0,95 ± 0,00 ^{aA}	0,93 ± 0,00 ^{aB}	0,91 ± 0,01 ^{aC}
pH	QA	5,70 ± 0,10 ^{aA}	5,49 ± 0,06 ^{aB}	5,41 ± 0,21 ^{aB}
	QB	5,57 ± 0,04 ^{aA}	5,49 ± 0,01 ^{aAB}	5,41 ± 0,06 ^{aB}
Acidez em ácido láctico (g 100 g ⁻¹)	QA	0,33 ± 0,02 ^{bC}	0,70 ± 0,00 ^{bB}	0,91 ± 0,13 ^{aA}
	QB	0,43 ± 0,01 ^{aC}	0,72 ± 0,01 ^{aB}	0,98 ± 0,05 ^{aA}
Acidez em ácidos graxos (g 100 g ⁻¹)	QA	1,97 ± 0,05 ^{bB}	NA	3,63 ± 0,45 ^{aA}
	QB	2,15 ± 0,06 ^{aB}	NA	2,86 ± 0,20 ^{aA}
Umidade (g 100 g ⁻¹)	QA	45,12 ± 0,34 ^{bA}	41,49 ± 1,06 ^{aB}	37,85 ± 1,89 ^{aC}
	QB	46,44 ± 0,31 ^{aA}	42,04 ± 0,89 ^{aB}	39,32 ± 0,76 ^{aC}
Sólidos Totais (g 100 g ⁻¹)	QA	54,88 ± 0,34 ^{aC}	58,51 ± 1,06 ^{aB}	62,15 ± 1,89 ^{aA}
	QB	53,56 ± 0,31 ^{bC}	57,96 ± 0,89 ^{aB}	60,68 ± 0,76 ^{aA}
Proteína Total (g 100 g ⁻¹)	QA	21,15 ± 0,17 ^{aC}	22,02 ± 0,32 ^{aB}	23,55 ± 0,26 ^{aA}
	QB	21,75 ± 0,37 ^{aC}	22,18 ± 0,12 ^{aB}	24,09 ± 0,93 ^{aA}
Lipídios (g 100 g ⁻¹)	QA	25,07 ± 0,31 ^{aB}	26,34 ± 1,11 ^{aA}	28,11 ± 1,53 ^{aA}
	QB	23,68 ± 1,14 ^{aB}	25,61 ± 0,44 ^{aAB}	27,13 ± 0,67 ^{aA}
Gordura no Extrato Seco (g 100 g ⁻¹)	QA	45,02 ± 1,38 ^{aA}	45,01 ± 1,13 ^{aA}	45,27 ± 3,16 ^{aA}
	QB	44,20 ± 1,94 ^{aA}	44,18 ± 0,13 ^{aA}	44,71 ± 0,85 ^{aA}
Carboidratos (g 100 g ⁻¹)	QA	4,41 ± 0,56 ^{aA}	5,11 ± 0,36 ^{aA}	4,86 ± 2,30 ^{aA}
	QB	4,03 ± 1,01 ^{aA}	5,17 ± 0,45 ^{aA}	3,98 ± 0,84 ^{aA}
Cinzas (g 100 g ⁻¹)	QA	4,25 ± 0,26 ^{aB}	5,04 ± 0,15 ^{aA}	5,64 ± 0,29 ^{aA}
	QB	4,11 ± 0,11 ^{aC}	5,00 ± 0,06 ^{aB}	5,47 ± 0,17 ^{aA}
Sódio (g 100 g ⁻¹)	QA	1,34 ± 0,16 ^{aB}	1,92 ± 0,11 ^{aA}	1,69 ± 0,15 ^{aAB}
	QB	1,32 ± 0,07 ^{aB}	1,95 ± 0,05 ^{aA}	1,79 ± 0,21 ^{aA}
Potássio (g 100 g ⁻¹)	QA	0,58 ± 0,01 ^{bC}	0,81 ± 0,01 ^{aA}	0,74 ± 0,03 ^{aB}
	QB	0,66 ± 0,01 ^{aA}	0,87 ± 0,03 ^{aA}	0,82 ± 0,07 ^{aA}
Cálcio (g 100 g ⁻¹)	QA	0,97 ± 0,02 ^{aA}	0,97 ± 0,07 ^{aA}	0,95 ± 0,05 ^{aA}
	QB	0,87 ± 0,02 ^{bA}	1,11 ± 0,16 ^{aA}	0,93 ± 0,03 ^{aA}

^aResultado expresso como média ± desvio padrão das análises realizadas em triplicata (n=9). ^bLetras minúsculas diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa entre os queijos no mesmo período de maturação (Teste t, p<0,05). ^cLetras maiúsculas diferentes na mesma linha indicam diferença significativa para o queijo individualmente nos diferentes períodos de maturação (Teste de Tukey, p<0,05). NA=não avaliado.

A atividade de água não apresentou diferença significativa entre os queijos QA e QB nos três períodos de maturação avaliados, sendo que durante a maturação os dois queijos evoluíram de forma semelhante, com diminuição da atividade de água. Essa diminuição ocorre pela perda de água através da evaporação, pelo sal e devido à proteólise e lipólise. A hidrólise de cada ligação peptídica ou de éster requer uma molécula de água para ser adicionada na ligação que é rompida

(Beresford et al., 2001; Furtado, 2011). Segundo Beresford et al. (2001), durante o processo de maturação a atividade de água pode diminuir até valores próximos a 0,917, o que torna o ambiente menos apropriado para as culturas *starter*, que cessam a sua atividade metabólica e multiplicação.

Os queijos QA e QB não apresentaram diferença de pH entre si, nos três períodos de maturação avaliados, e ambos os queijos durante a maturação apresentaram diminuição do pH. A redução do pH na fase inicial de maturação dos queijos ocorre pela formação do ácido láctico durante a fabricação e pelo metabolismo de lactose residual, aumentando desta forma a acidez em ácido láctico. O valor de pH irá depender da variedade do queijo, sendo que pode ficar próximo a $5 \pm 0,3$, após a metabolização total da lactose (McSweeney, Fox 1993).

Aos 60 dias de maturação, os queijos QA e QB apresentaram pH semelhantes ao queijo Prato (Cichoscki et al., 2002). Resultados de pH durante o período de maturação do queijo regional foram maiores do que em outros queijos, como o queijo Marjocan, queijo Teleme e queijos portugueses (Castell-Palou et al., 2010; Mallatou, Pappa & Massouras, 2003; Pereira et al., 2008).

As comparações entre os queijos QA e QB para a acidez em ácido láctico demonstraram que, no mesmo período de maturação de 0 e 60 dias houve diferença significativa entre os queijos, sendo que o queijo QA obteve valores menores de acidez, podendo dizer que o fermento B metabolizou maior quantidade de lactose em ácido láctico. Os dois queijos, QA e QB, apresentaram aumento significativo da acidez durante o período de maturação conforme descrito em outros trabalhos (Bontinis et al., 2008; Vasek, Mazza & Giori, 2013). O queijo regional do Sudoeste do Paraná independentemente do tipo de fermento e do período de maturação apresentou acidez inferior à do queijo Prato e do queijo Serrano com 60 dias de maturação (1,66 e 1,2 g de ácido láctico $100g^{-1}$) e a do queijo Parmesão com 180 dias de maturação, (1,77 g de ácido láctico $100g^{-1}$) (Cichoscki et al., 2002; Souza, Rosa & Ayub, 2003; Barros et al., 2011). Valores de acidez próximos ao queijo regional foram relatados por Aminifar & Emam-Djomeh (2014), para o queijo Lighvan, fabricado com leite de ovelha e avaliado até os 90 dias de maturação.

A acidez em ácidos graxos foi avaliada em dois períodos de maturação, nos tempos de 0 e 120 dias. No tempo 0, QB apresentou maior índice do que QA, já aos 120 dias de maturação os queijos não apresentaram diferença significativa entre si. Os dois queijos, QA e QB, apresentaram aumento da acidez em ácidos graxos

durante o período de maturação, conforme esperado (Bontinis et al., 2008; Vasek, Mazza & Giori, 2013). A acidez em ácidos graxos, ou seja, a lipólise dos queijos pode ter ocorrido de forma diferente entre os dois queijos no início da maturação pelas ações das enzimas esterases e lipases. As lipases possuem origens no leite, coagulantes, culturas *starter*, microbiota secundária e lipases exógenas (McSweeney & Souza, 2000). No entanto, alguns fatores do processo podem influenciar na atividade lipolítica, como a qualidade do leite e o seu grau de agitação e homogeneização, pH, concentração de sal e o tempo e temperatura da maturação (Canada, 2001), sendo que cada variedade de queijo possuirá um nível de lipólise diferente (Beuvier & Buchin, 2004).

Os resultados de acidez em ácidos graxos apresentados na avaliação do queijo regional do Sudoeste do Paraná demonstraram lipólise menos intensa em comparação ao queijo Xinotyri e ao queijo artesanal Corrientes (Bontinis et al., 2008; Vasek, Mazza & Giori, 2013), apresentando valores menores de acidez em ácidos graxos durante o período de maturação. Já em comparação ao queijo Teleme o queijo regional apresentou maior índice de acidez em ácidos graxos (Mallatou, Pappa & Massouras, 2003).

Quanto à composição proximal, os queijos não apresentaram diferença significativa nos períodos de 0, 60 e 120 dias de maturação para os teores de proteína total, lipídios, gordura no extrato seco, carboidratos e cinzas. As amostras QA e QB apresentaram diferenças ($p < 0,05$) para umidade e sólidos totais apenas no início da maturação.

A avaliação de cada tipo de queijo individualmente durante a maturação (0, 60 e 120 dias) demonstrou que os parâmetros de umidade, sólidos totais, proteína total, lipídios e cinzas, alteraram no decorrer da maturação. Gordura no extrato seco e carboidratos não apresentaram diferença durante o período de maturação para os queijos QA e QB.

A redução do teor de umidade ocorre por desidratação, promove também um aumento dos teores de sólidos totais, cinzas, lipídios e proteína, e em consequência, diminuição do peso do queijo (Furtado, 2011).

Nas avaliações anteriores do queijo regional os teores de umidade também diminuiram ao longo da maturação, e comparando os valores aos 60 dias, a umidade apresentou porcentagens semelhantes para queijo fabricado com leite

pasteurizado, enquanto que com leite cru, obteve valores menores para umidade (Todescatto, 2014; Roncatti, 2016).

De acordo com a Portaria nº 146 (Brasil, 1996) o queijo regional se classifica, em relação ao teor de umidade, como Queijo de média umidade (massa semidura), resultado também encontrado por Todescatto (2014) e Roncatti (2016). Utilizando a classificação segundo a FAO e OMS (2007) através do índice de Umidade na Massa Desengordurada do Queijo (UMDQ), o queijo regional no período de 0 e 60 dias é classificado como queijo semiduro, já o queijo maturado com 120 dias classifica-se como queijo duro. Os índices de UMDQ dos queijos QA foram de 60,22, 56,33 e 52,67% aos 0, 60 e 120 dias, respectivamente, e para o QB de 60,85, 56,58 e 53,96% aos 0, 60 e 120 dias, respectivamente.

Quanto ao teor de Gordura no Extrato Seco (GES), durante os 3 períodos de maturação, as amostras foram classificadas como queijo gordo para QA e semigordo para os queijos QB (Brasil, 1996; FAO, OMS, 2007). No entanto, ressalta-se que os valores entre QA e QB para GES não apresentaram diferenças significativas, sendo que QB apresentou valores próximos ao limite mínimo para ser considerado queijo gordo (entre 45,0 e 59,9% GES) (Brasil, 1996). Todescatto (2014) classificou o queijo como queijo gordo, com exceção de algumas amostras que apresentaram GES de queijos semigordo. Nas amostras avaliadas por Roncatti (2016) o queijo foi caracterizado como queijo semigordo e gordo, variando pela amostra e pelo tempo de maturação.

Nos estudos anteriores do queijo regional do Sudoeste do Paraná os resultados de sólidos totais, lipídios, gordura no extrato seco e carboidratos apresentaram valores maiores, já para cinzas os resultados foram menores (Roncatti, 2016; Todescatto, 2014). O teor de proteína apresentou valores maiores para Todescatto (2014), mas na avaliação de Roncatti (2016) os resultados são semelhantes. As diferenças apresentadas nas pesquisas para esses componentes decorrem, provavelmente, das diferentes concentrações presentes no leite utilizado para a fabricação dos queijos (Schroeder, et al., 2004; Kgwatalala et al., 2009; Kraggeru et al., 2008).

Quanto aos teores de minerais as amostras apresentaram diferença apenas para os teores de potássio e cálcio ao 0 dia de maturação.

Na avaliação do queijo durante a maturação, os teores de sódio do queijo QA e QB aumentaram apenas nos primeiros 60 dias ($p < 0,05$). O aumento do sódio

durante a maturação pode ocorrer em função da difusão do sódio da área de superfície para o seu interior, onde a concentração é menor. A concentração do sódio também pode ocorrer pela perda de umidade do produto (Moreno-Rojas et al., 1994; Siles, 2005).

Os resultados de potássio para o queijo QA também não apresentaram comportamento linear durante a maturação, com maior teor aos 60 dias e menor valor ao 0 dia. O queijo QB não apresentou diferença estatística durante a maturação para esse mineral. Quanto aos teores de cálcio as amostras não apresentaram diferença estatística durante a maturação.

Resultados obtidos em diferentes pesquisas demonstram que com o passar da maturação os teores de potássio e cálcio diminuem (Fresno, Tomadizo, Carbalho, Gonzalez-Prieto, Bernado, 1996; Moreno-Rojas et al., 1994; Bontinis et al., 2008). O cálcio diminui no decorrer da maturação pela queda do pH, que favorece a migração do cálcio para a parte externa do queijo (Le Graet & Brulé, 1988; Lucey & Fox, 1993). No entanto, esse comportamento não foi observado para o queijo regional.

O queijo tipo Manchego (22% leite de cabra e 78% leite de vaca) apresentou teores de sódio na matéria úmida próximos do queijo regional aos 120 dias de maturação, no entanto ao 0 dia o queijo regional apresentou valores superiores. Já os teores de cálcio e potássio apresentados no queijo regional foram maiores que o Manchego durante a maturação (Moreno-Rojas et al., 1994).

Quando comparado a queijos duros italianos analisados por cromatografia, o queijo regional apresentou teores de sódio e potássio maiores e teores próximos para cálcio (Gambelli, Belloni, Ingraio, Pizzoferrato & Santaroni, 1999).

3.2 Quantificação de bactérias ácido-láticas

Os resultados da quantificação das bactérias ácido-láticas, *Lactobacillus delbrueckii* sp. *bulgaricus* e *Streptococcus thermophilus*, estão apresentados na Tabela 6 e na Figura 4.

A contagem de *Lactobacillus delbrueckii* sp. *bulgaricus* não foi diferente entre QA e QB para 0, 60 e 120 dias de maturação. No decorrer da maturação a contagem de *Lactobacillus delbrueckii* sp. *bulgaricus* no queijo QA apresentou diferença

significativa aos 60 dias, onde apresentou a maior contagem, em comparação aos tempos de 0 e 120 dias de maturação. Já para QB houve diferença nos três períodos avaliados, com contagem mais elevada também aos 60 dias de maturação.

Tabela 6

Quantificação das bactérias ácido-láticas do queijo regional do Sudoeste do Paraná durante a maturação.^a

Bactéria ácido-lática	Queijo	Período de maturação (dias) ^{b, c}		
		0	60	120
<i>Lactobacillus delbrueckii</i> sp. <i>bulgaricus</i> (log UFC/g)	QA	5,90 ± 0,32 ^{aB}	7,46 ± 0,33 ^{aA}	6,51 ± 0,10 ^{aB}
	QB	5,49 ± 0,04 ^{aC}	7,42 ± 0,19 ^{aA}	6,82 ± 0,25 ^{aB}
<i>Streptococcus thermophilus</i> (log UFC/g)	QA	9,27 ± 1,26 ^{aA}	8,64 ± 0,50 ^{aA}	5,61 ± 0,66 ^{aB}
	QB	8,82 ± 1,03 ^{aA}	7,43 ± 0,03 ^{bAB}	6,64 ± 0,04 ^{aB}

^aResultado expresso como média ± desvio padrão das análises realizadas em duplicata (n=6). ^bLetras minúsculas diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa entre os queijos no mesmo período de maturação (Teste t, p<0,05). ^cLetras maiúsculas diferentes na mesma linha indicam diferença significativa para o queijo individualmente nos diferentes períodos de maturação (Teste de Tukey, p<0,05).

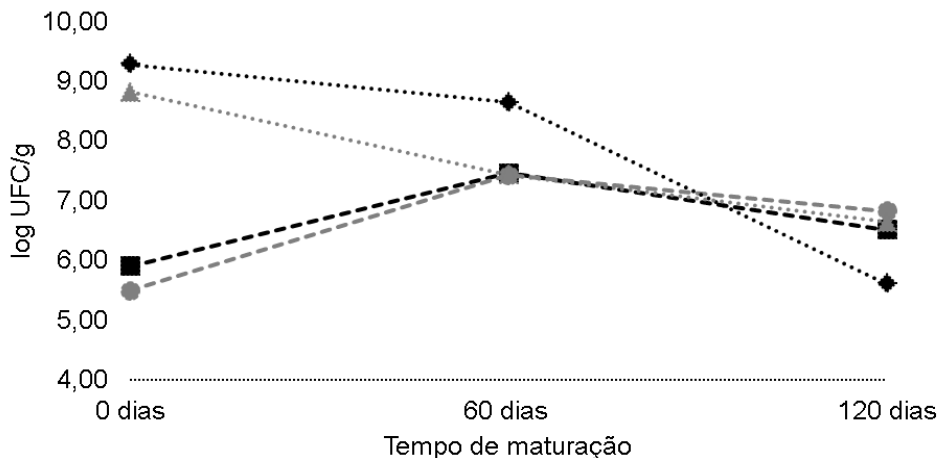


Figura 4: Evolução das bactérias ácido-láticas durante a maturação. *Lactobacillus delbrueckii* sp. *bulgaricus* – Fermento A (—■—), *Lactobacillus delbrueckii* sp. *bulgaricus* – Fermento B (---●---), *Streptococcus thermophilus* – Fermento A (···◆··) e *Streptococcus thermophilus* – Fermento B (···▲··).

Os resultados demonstraram que, somente aos 60 dias de maturação, houve diferença significativa entre os queijos QA e QB, no que se refere ao microrganismo *Streptococcus thermophilus*, sendo que QA apresentou maior contagem. Durante a maturação, o *Streptococcus thermophilus* apresentou diminuição significativa aos

120 dias para QA. No queijo QB, houve diminuição ao longo da maturação, com diferença significativa entre os tempos de 0 e 120 dias de maturação.

Durante o processo de maturação os queijos apresentaram aumento da acidez em ácido láctico (Tabela 05) o que pode ter inibido o crescimento do *S. thermophilus*. Outro fator que pode ter contribuído para diminuição do *S. thermophilus* e do *L. delbrueckii* sp. *bulgaricus* após os 60 dias, é a diminuição da atividade de água de 0,95 para 0,91 durante a maturação, sendo que o *S. thermophilus* cresce melhor em atividade de água acima de 0,98 (Furtado, 2011).

No início da maturação os queijos QA e QB apresentaram maior contagem de *Streptococcus thermophilus* em comparação ao *Lactobacillus delbrueckii* sp. *bulgaricus*. Já aos 60 dias as contagens de *S. thermophilus* diminuíram, enquanto que as contagens de *L. bulgaricus* aumentaram. O *Lactobacillus delbrueckii* sp. *bulgaricus* e o *Streptococcus thermophilus* crescem em simbiose em queijos, sendo que o *S. thermophilus* produz rapidamente ácido láctico durante a fabricação, quando em temperaturas ideais e associado ao *L. delbrueckii* sp. *bulgaricus*. No entanto, o *S. thermophilus* é inibido gradualmente quando a quantidade de ácido láctico aumenta (Furtado, 2011).

3.3 Avaliação da proteólise

O Índice de Extensão da Proteólise (IEP) e o Índice de Profundidade da Proteólise (IPP) são apresentados na Figura 5.

O Índice de Extensão de Proteólise (IEP) para o queijo fabricado com o fermento A (QA) obtido foi de 7,79, 15,73 e 19,35% e para o queijo QB foi de 7,90, 17,21 e 19,63% aos 0, 60 e 120 dias de maturação, respectivamente. O queijo QB apresentou porcentagens maiores que o queijo QA apenas aos 60 dias de maturação.

Durante a maturação, ambos os queijos evoluíram de forma semelhante com aumento do IEP, conforme esperado, sabendo que não há forte atuação do fermento na proteólise primária dos queijos, mas principalmente pelas enzimas residuais do coagulante (pepsina e quimosina) (Furtado, 2011; McSweeney, 2004). O IEP é determinado através do nitrogênio não caseico ou nitrogênio solúvel em pH 4,6 (NS

pH 4,6) que avalia a quantidade de substâncias resultantes da degradação primária das caseínas em peptídeos grandes e médios, influenciando na textura dos queijos (Gutierrez et al., 2004; Furtado, 2011; McSweeney, 2004).

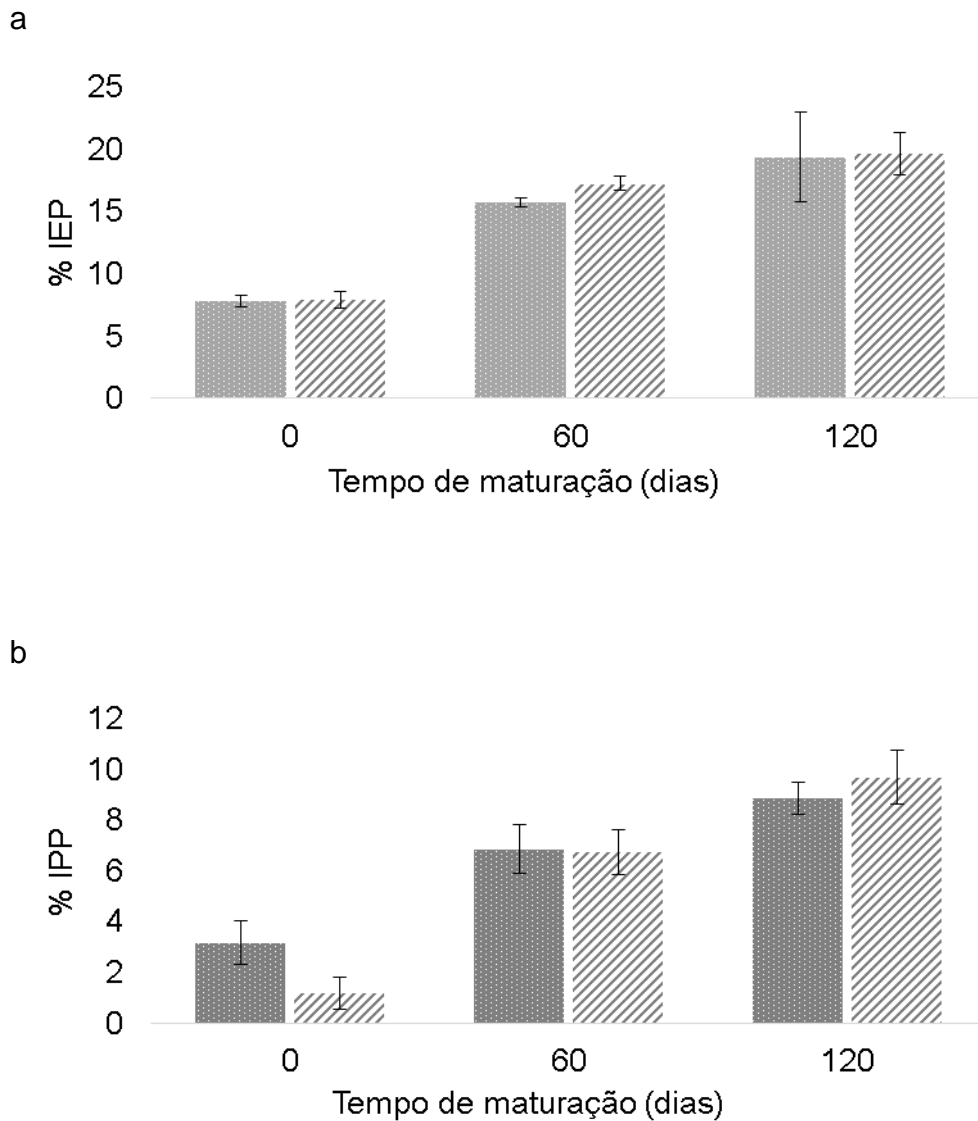


Figura 5: Evolução da proteólise durante a maturação do queijo regional do Sudoeste do Paraná, por meio do Índice de Extensão de Proteólise (IEP) (a) e Índice de Profundidade de Proteólise (IPP) (b). QA (■) e QB (▨).

Wolf et al. (2010) observaram que o queijo Reggianito Argentino, um queijo duro, tipo grana, com maturação de dois anos, apresentou IEP próximos aos obtidos no queijo regional avaliado aos 120 dias de maturação. O queijo Parmesão apresentou valores médios de IEP de 8 e 12% aos 60 e 120 dias de maturação,

respectivamente (Barros et al., 2011) e o queijo Pecorino produzido com leite de vaca pasteurizado e avaliado aos 180 dias de maturação apresentou IEP de 13,81% (Oliveira et al., 2010), índices menores do que os obtidos no queijo regional aos 120 dias de maturação.

A avaliação realizada do Índice de Profundidade de Proteólise (IPP) apresentou porcentagens de 3,18, 6,86 e 8,85% para QA e valores de 1,18, 6,73 e 9,68% para QB, nos períodos de 0, 60 e 120 dias, respectivamente. Os queijos QA e QB apresentaram diferença significativa entre si, apenas ao 0 dia de maturação, sendo que neste período o QA apresentou maior índice.

Durante o período de maturação ocorreu aumento do IPP, conforme esperado, sendo que QA aumentou significativamente após 60 dias de maturação, não apresentando diferença entre 60 e 120 dias, já o QB apresentou aumento nos três períodos avaliados. As bactérias ácido-láticas atuam diretamente na proteólise secundária do queijo, sendo que a diferença no IPP no início da maturação pode ser atribuída à atuação dos fermentos (Furtado, 2011; McSweeney, 2004).

O IPP utiliza o nitrogênio não proteico ou nitrogênio solúvel em TCA 12% (NS TCA 12%) que abrange substâncias nitrogenadas de baixo peso molecular como aminoácidos, oligopeptídeos e aminas, acumuladas durante a maturação pela hidrólise das caseínas e peptídeos, contribuindo para a textura e sabor dos queijos (Gutierrez et al., 2004; Furtado, 2011; McSweeney, 2004).

O queijo regional do Sudoeste do Paraná apresentou IPP semelhante ao queijo Parmesão nos períodos de 60 dias (valor médio de 5%) e 120 dias (valor médio de 9%) de maturação e ao Pecorino aos 180 dias de maturação que apresentou valor de 8,89% de IPP, próximo ao IPP do queijo regional aos 120 dias de maturação (Barros et al., 2011; Oliveira et al., 2010).

3.4 Perfil de ácidos graxos

As quantidades de picos cromatográficos variaram entre 65 e 71, considerando os três períodos de maturação e os dois tipos de queijos. O queijo fabricado com o fermento A apresentou número maior de picos nos três períodos avaliados em comparação aos queijos fabricados com o fermento B.

O perfil de ácidos graxos do queijo regional está apresentado na Tabela 7, onde foram identificados 32 compostos no queijo regional durante a maturação, sendo que o queijo QA apresentou 31, 32 e 31 compostos aos 0, 60 e 120 dias, respectivamente. O composto C20:4n6 (ácido araquidónico) foi detectado apenas no queijo QA aos 60 dias de maturação, apresentando neste período maior quantidade de compostos. O queijo QB apresentou 30, 30 e 29 compostos aos 0, 60 e 120 dias de maturação, respectivamente, sendo que o composto C20:5n3 (ácido eicosapentaenóico) não foi detectado aos 120 dias para o queijo QB. O ácido docosadienóico (C22:2) foi detectado apenas no queijo fabricado com o fermento A.

Os ácidos graxos identificados que apresentaram maior porcentagem no queijo regional do Sudoeste do Paraná foram ácido mirístico (C14:0), ácido palmítico (C16:0), ácido esteárico (C18:0) e ácido oleico (C18:1n9c), sendo também encontrados em maior quantidade no leite e em diversos tipos de queijos (Tonial et al., 2009; Perotti, Bernal, Meinardi, Zalazar, 2005; Wolf et al., 2010; Kim et al., 2014). O ácido palmítico, ácido graxo de maior porcentagem no queijo regional, apresentou diferença significativa entre QA e QB nos 3 períodos de maturação, sendo que o queijo QB apresentou maior quantidade nos 3 períodos. Durante a maturação, os teores de ácido palmítico no queijo QA não diferiu estatisticamente entre os 3 períodos e no queijo QB diminuiu a partir dos 60 dias.

O ácido esteárico e o ácido oleico apresentaram diferença entre QA e QB aos 60 e 120 dias, apresentando para ambos os ácidos, maiores porcentagens no queijo QA. Durante a maturação o ácido esteárico não apresentou alteração para ambos os queijos, já a porcentagem de ácido oleico do queijo QA apresentou diferença estatística aos 60 dias com maior porcentagem e o queijo QB diminuiu no decorrer da maturação.

Os ácidos graxos são liberados através da lipólise, principalmente pela hidrólise dos triglicerídeos, contribuindo para o aroma e sabor dos queijos em especial através dos ácidos graxos de cadeias curtas e intermediárias. Os ácidos graxos também são precursores de compostos voláteis essenciais ao sabor dos queijos (Collins, McSweeney & Wilkinson 2003).

Tabela 7Perfil de ácidos graxos do queijo regional do Sudoeste do Paraná durante a maturação.^a

(Continua)

Ácido graxo (%)	Amostra	Período de maturação ^{b,c}		
		0 dias	60 dias	120 dias
C4:0	QA	0,972 ± 0,223 ^{aA}	0,976 ± 0,007 ^{bA}	0,822 ± 0,006 ^{bA}
	QB	0,809 ± 0,004 ^{aC}	1,083 ± 0,001 ^{aB}	1,094 ± 0,001 ^{aA}
C6:0	QA	0,781 ± 0,042 ^{aA}	0,790 ± 0,024 ^{bA}	0,763 ± 0,006 ^{bA}
	QB	0,758 ± 0,004 ^{aC}	0,876 ± 0,011 ^{aA}	0,824 ± 0,002 ^{aB}
C8:0	QA	0,673 ± 0,017 ^{aA}	0,660 ± 0,001 ^{bA}	0,654 ± 0,004 ^{bA}
	QB	0,676 ± 0,001 ^{aB}	0,694 ± 0,004 ^{aA}	0,699 ± 0,001 ^{aA}
C10:0	QA	1,981 ± 0,018 ^{bA}	1,984 ± 0,004 ^{bA}	1,956 ± 0,013 ^{bA}
	QB	2,108 ± 0,001 ^{aB}	2,133 ± 0,006 ^{aA}	2,114 ± 0,001 ^{aB}
C11:0	QA	0,223 ± 0,002 ^{bA}	0,222 ± 0,000 ^{bA}	0,219 ± 0,001 ^{bA}
	QB	0,249 ± 0,000 ^{aB}	0,253 ± 0,001 ^{aA}	0,250 ± 0,000 ^{aB}
C12:0	QA	2,801 ± 0,029 ^{bA}	2,820 ± 0,000 ^{bA}	2,796 ± 0,004 ^{bA}
	QB	3,056 ± 0,005 ^{aA}	3,070 ± 0,007 ^{aA}	3,056 ± 0,005 ^{aA}
C13:0	QA	0,176 ± 0,001 ^{bA}	0,177 ± 0,000 ^{bA}	0,176 ± 0,000 ^{aA}
	QB	0,204 ± 0,000 ^{aA}	0,206 ± 0,001 ^{aA}	0,204 ± 0,000 ^{aA}
C14:0	QA	10,191 ± 0,103 ^{bA}	10,307 ± 0,001 ^{aA}	10,263 ± 0,006 ^{bA}
	QB	10,636 ± 0,017 ^{aA}	10,647 ± 0,012 ^{aA}	10,629 ± 0,013 ^{aA}
C14:1	QA	0,871 ± 0,008 ^{bA}	0,881 ± 0,003 ^{bA}	0,874 ± 0,001 ^{bA}
	QB	1,002 ± 0,002 ^{aAB}	1,007 ± 0,001 ^{aA}	0,998 ± 0,000 ^{aB}
C15:0	QA	1,159 ± 0,013 ^{bA}	1,176 ± 0,004 ^{bA}	1,168 ± 0,001 ^{bA}
	QB	1,232 ± 0,001 ^{aA}	1,231 ± 0,001 ^{aAB}	1,229 ± 0,001 ^{aB}
C16:0	QA	29,619 ± 0,269 ^{bA}	30,026 ± 0,003 ^{bA}	29,959 ± 0,005 ^{bA}
	QB	30,665 ± 0,015 ^{aA}	30,570 ± 0,007 ^{aB}	30,549 ± 0,014 ^{aB}
C16:1	QA	0,553 ± 0,007 ^{aA}	0,518 ± 0,006 ^{bB}	0,526 ± 0,008 ^{aAB}
	QB	0,545 ± 0,010 ^{aA}	0,553 ± 0,006 ^{aA}	0,549 ± 0,003 ^{aA}
C17:0	QA	0,764 ± 0,006 ^{aB}	0,830 ± 0,001 ^{aA}	0,825 ± 0,002 ^{aA}
	QB	0,776 ± 0,000 ^{aA}	0,793 ± 0,028 ^{aA}	0,766 ± 0,005 ^{bA}
C17:1	QA	0,250 ± 0,002 ^{aB}	0,256 ± 0,000 ^{aA}	0,253 ± 0,001 ^{aAB}
	QB	0,245 ± 0,001 ^{bA}	0,244 ± 0,000 ^{aA}	0,243 ± 0,001 ^{bA}
C18:0	QA	11,583 ± 0,092 ^{aA}	11,751 ± 0,006 ^{aA}	11,751 ± 0,008 ^{aA}
	QB	10,214 ± 0,008 ^{aA}	10,158 ± 0,016 ^{bA}	10,176 ± 0,004 ^{bA}
C18:1n9t	QA	2,906 ± 0,051 ^{aC}	2,736 ± 0,004 ^{bB}	3,270 ± 0,002 ^{aA}
	QB	3,029 ± 0,007 ^{aB}	3,047 ± 0,019 ^{aB}	3,257 ± 0,013 ^{aA}
C18:1n9c	QA	22,385 ± 0,151 ^{aB}	22,905 ± 0,007 ^{aA}	22,237 ± 0,008 ^{aB}
	QB	22,271 ± 0,020 ^{aA}	22,201 ± 0,006 ^{bB}	21,834 ± 0,001 ^{bC}
C18:2n6t	QA	0,085 ± 0,001 ^{aA}	0,086 ± 0,000 ^{aA}	0,085 ± 0,000 ^{aA}
	QB	0,078 ± 0,000 ^{bA}	0,079 ± 0,001 ^{bA}	0,077 ± 0,000 ^{aA}
C18:2n6c	QA	2,116 ± 0,016 ^{bA}	2,139 ± 0,001 ^{bA}	2,126 ± 0,001 ^{bA}
	QB	2,524 ± 0,002 ^{aA}	2,499 ± 0,003 ^{aB}	2,479 ± 0,001 ^{aC}
C20:0	QA	0,170 ± 0,001 ^{aA}	0,172 ± 0,001 ^{aA}	0,173 ± 0,000 ^{aA}
	QB	0,142 ± 0,001 ^{bA}	0,140 ± 0,000 ^{bA}	0,142 ± 0,001 ^{bA}

Tabela 7Perfil de ácidos graxos do queijo regional do Sudoeste do Paraná durante a maturação.^a

(Conclusão)				
C18:3n6	QA	0,039 ± 0,000 ^{aA}	0,040 ± 0,000 ^{bA}	0,039 ± 0,000 ^{aA}
	QB	0,042 ± 0,000 ^{aA}	0,043 ± 0,001 ^{aA}	0,042 ± 0,000 ^{aA}
C20:1	QA	0,063 ± 0,000 ^{aB}	0,064 ± 0,000 ^{aB}	0,066 ± 0,000 ^{bA}
	QB	0,067 ± 0,000 ^{aA}	0,067 ± 0,000 ^{aA}	0,069 ± 0,001 ^{aA}
C18:3n3	QA	0,246 ± 0,002 ^{aA}	0,258 ± 0,002 ^{aA}	0,255 ± 0,004 ^{aA}
	QB	0,208 ± 0,004 ^{bA}	0,208 ± 0,001 ^{bA}	0,206 ± 0,001 ^{bA}
C21:0	QA	0,717 ± 0,006 ^{aA}	0,728 ± 0,000 ^{aA}	0,725 ± 0,001 ^{aA}
	QB	0,660 ± 0,001 ^{bA}	0,659 ± 0,001 ^{bA}	0,654 ± 0,000 ^{bB}
C20:2	QA	0,024 ± 0,000 ^{aA}	0,025 ± 0,001 ^{bA}	0,025 ± 0,001 ^{bA}
	QB	0,027 ± 0,000 ^{aA}	0,027 ± 0,000 ^{aA}	0,027 ± 0,000 ^{aA}
C22:0	QA	0,050 ± 0,000 ^{aA}	0,051 ± 0,000 ^{aA}	0,052 ± 0,000 ^{aA}
	QB	0,039 ± 0,000 ^{aA}	0,039 ± 0,000 ^{aA}	0,039 ± 0,000 ^{aA}
C20:3n6	QA	0,080 ± 0,002 ^{bA}	0,079 ± 0,000 ^{aA}	0,079 ± 0,000 ^{aA}
	QB	0,093 ± 0,000 ^{aA}	0,092 ± 0,000 ^{aA}	0,092 ± 0,000 ^{aA}
C20:4n6	QA	ND	0,021 ± 0,000	ND
	QB	ND	ND	ND
C23:0	QA	0,148 ± 0,000 ^{bA}	0,151 ± 0,004 ^{bA}	0,147 ± 0,000 ^{bA}
	QB	0,180 ± 0,003 ^{aA}	0,185 ± 0,001 ^{aA}	0,181 ± 0,001 ^{aA}
C22:2	QA	0,025 ± 0,001 ^A	0,025 ± 0,001 ^A	0,026 ± 0,000 ^A
	QB	ND	ND	ND
C24:0	QA	0,034 ± 0,001 ^{aA}	0,034 ± 0,001 ^{aA}	0,033 ± 0,000 ^{aA}
	QB	0,024 ± 0,000 ^{bA}	0,024 ± 0,000 ^{bA}	0,024 ± 0,000 ^{aA}
C20:5n3	QA	0,024 ± 0,001 ^{aB}	0,029 ± 0,002 ^{aAB}	0,034 ± 0,001 ^A
	QB	0,026 ± 0,001 ^{aA}	0,022 ^{aA}	ND
Não identificados	QA	8,297 ± 1,067 ^{aA}	7,089 ± 0,006 ^{bA}	7,630 ± 0,033 ^{aA}
	QB	7,422 ± 0,005 ^{aB}	7,168 ± 0,019 ^{aC}	7,502 ± 0,006 ^{bA}
Σ(AGS)	QA	62,040 ± 0,824 ^{aA}	62,852 ± 0,017 ^{aA}	62,479 ± 0,030 ^{bA}
	QB	62,424 ± 0,023 ^{aB}	62,757 ± 0,048 ^{aA}	62,627 ± 0,025 ^{aA}
Σ(AGMI-CIS)	QA	24,122 ± 0,169 ^{aB}	24,624 ± 0,001 ^{aA}	23,954 ± 0,001 ^{aB}
	QB	24,129 ± 0,027 ^{aA}	24,071 ± 0,013 ^{bA}	23,692 ± 0,002 ^{bB}
Σ(AGMI-TRANS)	QA	2,906 ± 0,051 ^{aB}	2,736 ± 0,004 ^{bC}	3,270 ± 0,002 ^{aA}
	QB	3,029 ± 0,007 ^{aB}	3,047 ± 0,019 ^{aB}	3,257 ± 0,013 ^{aA}
Σ(AGPI)	QA	2,637 ± 0,024 ^{bB}	2,700 ± 0,005 ^{bA}	2,668 ± 0,002 ^{bAB}
	QB	2,998 ± 0,005 ^{aA}	2,958 ± 0,021 ^{aAB}	2,923 ± 0,002 ^{aB}
Σ(N-3)	QA	0,270 ± 0,004 ^{aB}	0,286 ± 0,004 ^{aA}	0,289 ± 0,004 ^{aA}
	QB	0,234 ± 0,003 ^{bA}	0,219 ± 0,017 ^{bA}	0,206 ± 0,001 ^{bA}
Σ(N-6)	QA	2,343 ± 0,019 ^{bB}	2,389 ± 0,001 ^{bA}	2,353 ± 0,001 ^{bAB}
	QB	2,764 ± 0,002 ^{aA}	2,739 ± 0,004 ^{aB}	2,717 ± 0,001 ^{aC}

^aResultado expresso como média ± desvio padrão das análises realizadas em duplicata (n=2). ^bLetras minúsculas diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa entre os queijos no mesmo período de maturação (Teste t, p<0,05). ^cLetras maiúsculas diferentes na mesma linha indicam diferença significativa para o queijo individualmente nos diferentes períodos de maturação (Teste de Tukey, p<0,05). ND=Não Detectado

Os ácidos graxos de cadeia curta, os quais conferem gosto forte e picante aos queijos (Chen, Daniel & Coolbear, 2003), não foram identificados em grandes concentrações no queijo regional. No entanto, foi observado no queijo regional que os ácidos graxos de cadeia curta apresentam maior porcentagem no queijo fabricado com o fermento B e apresentaram aumento significativo da porcentagem, ao longo da maturação somente o QB.

Os ácidos graxos de cadeia média tem maior participação na formação de sabor de sabão, não apresentando no queijo regional concentrações significativas, mas apresentando maior concentração no queijo QB. Os ácidos graxos de cadeia longa (mirístico, palmítico e esteárico), em maior concentração no queijo regional, contribuem pouco para o sabor dos queijos (Chen, Daniel & Coolbear, 2003).

A quantidade de compostos não identificados do queijo QA foi de 40, 35 e 36 compostos, para 0, 60 e 120 dias, respectivamente. Durante a maturação o queijo QB apresentou 39, 35 e 36 compostos não identificados, aos 0, 60 e 120 dias, respectivamente. Os dois queijos apresentaram diminuição de compostos aos 60 dias de maturação, igualando aos 60 e 120 dias a quantidade de compostos não identificados.

A soma dos compostos não identificados apresentou diferença estatística entre os queijos QA e QB aos 60 e 120 dias de maturação. Durante a maturação o queijo QA não apresentou diferença estatística na soma dos compostos não identificados, já a soma para o queijo QB obteve valores menores aos 60 dias e maiores aos 120 dias.

A prevalência dos ácidos graxos identificados foi de Ácidos Graxos Saturados (AGS), sendo também encontrados no leite e em diversas outras variedades de queijo em maior quantidade (Tonial et al., 2009; Aguilar et al. 2014; Arslan, Topcu, Saldamli & Koksai, 2014). Posteriormente aos AGS segue em maior quantidade os Ácidos Graxos Monoinsaturados (AGMI), separados entre CIS e TRANS, Ácidos Graxos Poliinsaturados (AGPI) e *ômega* 6 com valores próximos, e em menor quantidade o *ômega* 3.

4. Conclusões

As análises químicas do queijo durante a maturação apresentaram evolução esperada, com diminuição da aw, umidade e pH, e aumento de acidez, sólidos totais, proteína, lipídios e cinzas. O estudo contribuiu com dados científicos prévios do queijo regional por acrescentar conhecimento sobre a proteólise, lipólise, contagem das bactérias ácido-láticas e a concentração de sódio, cálcio e potássio durante a sua maturação. As bactérias lácticas autóctones desenvolvidas para o queijo regional do Sudoeste do Paraná não apresentaram diferença significativa entre si no desenvolvimento das características estudadas para estes queijos durante a maturação.

Referências

Addinsoft. (2016). *Data analysis and statistical application version 2016.2*. (Trial version). New York, USA: Addinsoft SARL. [internet document]. Acessado 28.04.16 <https://www.xlstat.com/en/download.html>.

Aguilar, C., Toro-Mujica, P., Vargas-Bello-Pérez, E., Vera, R., Ugalde, C., Rodríguez S., Briones, I. (2014). A comparative study of the fatty acid profiles in commercial sheep cheeses. *Grasas y aceites*, 65, 1-7.

Aminifar, M., Emam-Djomeh, Z. (2014). Changes of texture, microstructure and free fatty acid contents of Lighvan cheese during accelerated ripening with lipase. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 16, 113-123.

AOAC. (1984). *Official methods of analyses* (14th ed.). Gaithersburg: Maryland: Association of Official Analytical Chemists International.

AOAC. (2005). *Official methods of analyses* (18th ed.). Gaithersburg: Maryland: Association of Official Analytical Chemists International.

APHA (2004). *Standard methods for the microbiological examination of foods*. Washington: American Public Health Association.

Arslan, S., Topcu, A., Saldamli, I., Koksai, G. (2014). Use of corn oil in the production of Turkish white cheese. *Journal of Food Science and Technology*, 51, 2382–2392.

Attorni, B., Beux, S., Mule, E. D., Lombardi, A., Marchi, J., Pellegrini, G., Tiezzi, F. (2014). *Santo Giorno – Un formaggio di alta qualità* (1nd ed.). Francisco Beltrão: Jornal de Beltrão: Chopin.

Barros, J. J. C., Azevedo, A. C., Faleiros Júnior, L. R., Taboga, S. R.; Penna, A. L. B. (2011). Queijo Parmesão: caracterização físico-química, microbiológica e microestrutura. *Ciência e Tecnologia em Alimentos*, 31, 285-294.

Beresford, T. P., Fitzsimons, N. A., Brennan, N. L., Cogan, T. M. (2001). Recent advances in cheese microbiology. *International Dairy Journal*, 11, 259–274.

Beuvier, E., Buchin, S. (2004). Raw Milk Cheeses. In P. F. Fox, P. L. H. McSweeney, T. M. Cogan, & T. P. Guinee (Eds.), *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology* (3rd ed., Vol. 1, pp. 319-346). London, UK: Academic Press.

Bligh, E. G.; Dyer, W. J. (1959). A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology*, 37, 911-917.

Bontinis, T. G., Mallatou, H., Alichanidis, E., Kakouri, A., Samelis, J. (2008). Physicochemical, microbiological and sensory changes during ripening and storage of Xinotyri, a traditional Greek cheese from raw goat's milk. *International Journal of Dairy Technology*, 61, 229-236.

Brasil. (1996). *Portaria Nº 146: Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Queijos*. Brasília: Diário Oficial da República Federativa do Brasil.

Brasil. (2006). *Instrução Normativa Nº 68: Métodos Analíticos Oficiais Físico-Químicos, para Controle de Leite e Produtos Lácteos*. Brasília: Diário Oficial da República Federativa do Brasil.

Brasil. (2016). *Ministério da Agricultura: Indicações Geográficas - IG*. Acessado 17.02 16 <http://www.agricultura.gov.br/desenvolvimento-sustentavel/indicacao-geografica>.

- Canada, J. S. B. V. (2001). *Caracterización sensorial y físico – química del Queijo Serpa*. Dissertação de Mestrado, Universidade de Estremadura. Cáceres, Espanha. Acessado 29.12.15 <https://repositorio.ipbeja.pt/handle/123456789/4392>.
- Castell-Palou, A., Rosselló, C., Femenia, A., Simal, S. (2010). Application of Multivariate Statistical Analysis to Chemical, Physical and Sensory Characteristics of Majorcan Cheese. *International Journal of Food Engineering*, 6.
- Chen, L., Daniel, R. M., Coolbear, T. (2003). Detection and impact of protease and lipase activities in milk and milk powders. *International Dairy Journal*, 13, 255-275.
- Cichoscki, A. J., Valduga, E., Valduga, A. T., Tornadijo M. E., Fresno, J. M. (2002). Characterization of Prato cheese, a Brazilian semi-hard cow variety: evolution of physico-chemical parameters and mineral composition during ripening. *Food Control*, 13, 329–336.
- Collins, Y. F., McSweeney, P. L. H., Wilkinson, M. G. (2003). Lipolysis and free fatty acid catabolism in cheese: a review of current knowledge. *International Dairy Journal*, 13, 841-866.
- European Commission. (2016). Agriculture and rural development. Bélgica. Acessado 14.09.16
http://ec.europa.eu/agriculture/quality/door/list.html?&recordPerPage=50&recordStart=0&filter.dossierNumber=&filter.comboName=&filterMin.milestone_mask=&filterMin.milestone=&filterMax.milestone_mask=&filterMax.milestone=&filter.country=&filter.category=&filter.type=PDO&filter.status=REGISTERED
- FAO/OMS (Organización de Las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación/Organización Mundial de la Salud). (2007). *Codex Alimentarius – Leche y Productos Lácteos* (1 ed.). Roma. Acessado 23.01.16
<http://www.fao.org/docrep/015/i2085s/i2085s00.pdf>.
- Fresno, J. M., Tomadijo, M. E., Carbalho J., Gonzílez-Prieto, J., Bernado, A. (1996). Characterization and biochemical changes during the ripening of a Spanish craft goat's milk cheese (Armada variety). *Food Chemistry*, 55, 225-230.
- Furtado, M. M. (2011). *Queijos Duros* (1nd ed.). São Paulo: Setembro Editora.
- Gambelli, L., Belloni, P., Ingrao, G., Pizzoferrato, L., Santaroni, G. P. (1999). Minerals and trace elements in some Italian dairy products. *Journal of Food Composition and Analysis*, 12, 27-35.

Gutierrez, E. M. R., Domarco, R. E., Spoto, M. H. F., Blumer, L., Matraia, C. (2004). Efeito da radiação gama nas características físico-químicas e microbiológicas do queijo prato durante a maturação. *Ciência e Tecnologia em Alimentos*, 24, 596-601.

IAL (Instituto Adolfo Lutz). (2008). *Métodos físico-químicos para análise de alimentos*. (4. ed.). São Paulo: Instituto Adolfo Lutz.

ISO (International Organization for Standardization). (1978). *Animal and vegetable fats and oils – Preparation of methyl esters of fatty acids*. Method ISO 5509.

Kgwatalala, P. M., Ibeagha-Awemu, E. M., Mustafa, A. F., Zhao, X. (2009). Influence of stearoyl-coenzyme A desaturase 1 genotype and stage of lactation on fatty acid composition of Canadian Jersey cows. *Journal of Dairy Science*, 92, 1220-1228.

Kim, N. S., Lee, J. H., Han, K. M., Kim, J. W. Cho, S., Kim, J. (2014) Discrimination of commercial cheeses from fatty acid profiles and phytosterol contents obtained by GC and PCA. *Food Chemistry*, 143, 40–47.

Kraggerud, H., Skeie, S., Hoy, M., Rokke, L., Abrahamsen, R. K. (2008). Season and ripening temperature influence fatty acid composition and sensory properties of semi-hard cheese during maturation. *International Dairy Journal*, 18, 801–810.

Le Graet, Y., Brulé, G. (1988). Migration des macro et oligo-éléments dans un fromage à pâte molle de type Camembert. *Le Lait*, 68, 219-234.

Lima, C. C. Q., Becker, J. A. B. (2015). *Influência dos tempos de maturação nas características e aceitação sensorial do Queijo Típico Regional do Sudoeste do Paraná*. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Francisco Beltrão, Paraná.

Lucey, J. A., Fox, P. F. (1993). Importance of calcium and phosphate in cheese manufacture: a review. *Journal of Dairy Science*, 76, 1714-1724.

Macêdo, J. A. B. (2005). *Métodos Laboratoriais. Análises Físico-Químicas e Microbiológicas* (3rd ed.). Minas Gerais: CRQ.

Mallatou, H., Pappa, E., Massouras, T. (2003). Changes in free fatty acids during ripening of Teleme cheese made with ewes', goats', cows' or a mixture of ewes' and goats' milk. *International Dairy Journal*, 13, 211–219.

McSweeney, P. L. H. (2004). Biochemistry of Cheese Ripening. *International Journal of Dairy Technology*, 57, 127-144.

McSweeney, P. L. H., Fox, P.F. (1993). Cheese: methods of chemical analysis. In P. F. Fox, P. L. H. McSweeney, T. M. Cogan, & T. P. Guinee (Eds.), *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology* (2nd ed., Vol. 1, pp. 341-388). London, UK: Chapman & Hall. Acessado 08.05.16

https://books.google.com.br/books?id=PZ_wBwAAQBAJ&pg=PA341&lpg=PA341&dq=cheese:+methods+of+chemical+analysis.+McSweeney+Fox&source=bl&ots=dP86eCvdFe&sig=cZLp-HF28JrN7ILo4KeIVJ4zAv4&hl=pt-BR&sa=X&ved=0ahUKEwjFuZ2UrMnMAhVE7R4KH_YWA-cQ6AEINzAE#v=onepage&q=cheese%3A%20methods%20of%20chemical%20analysis.%20McSweeney%20Fox&f=false.

McSweeney, P. L. H., Sousa, M. J. (2000). Biochemical pathways for the production of flavour compounds in cheeses during ripening: a review. *Le Lait*, 80, 293–324.

Moreno-Rojas, R., Pozo-Lora, R., Zurera-Cosano, G., Amaro-Lopez, M. A. (1994). Calcium, magnesium, manganese, sodium and potassium variations in Manchego-type cheese during ripening. *Food Chemistry*, 50, 373-378.

Oliveira, M. B., Costa, A. L. M., Andrade, B. R., Carvalho, F. O., Araújo, G. C., Moura, C. J. (2010). Maturação e aceitabilidade do queijo Pecorino produzido com leite de vaca aos 180 dias. *Revista do Instituto do Laticínios Cândido Tostes*, 65, 36-40.

Pedersen, T.B., Vogensen, F.K., Ardo, Y. (2016). Effect of heterofermentative lactic acid bacteria of DL-starters in initial ripening of semi-hard cheese. *International Dairy Journal*, 57, 72-79.

Pereira, D. B. C., Silva, P. H. F., Oliveira L. L., Costa Júnior, L.C.G. (2001). *Físico-química do leite e derivados – métodos analíticos* (1nd ed.). Minas Gerais: Oficina de Impressão Gráfica e Editora Ltda.

Pereira, C. I., Gomes, E. o., Gomes, A. M. P., Malcata, F. X. (2008). Proteolysis in model Portuguese cheeses: Effects of rennet and starter culture. *Food Chemistry*, 108, 862–868.

Perotti, M. C., Bernal, S. M., Meinardi C. A., Zalazar, C. A. (2005). Free fatty acid profiles of Reggiano Argentino cheese produced with different starters. *International Dairy Journal*, 15, 1150–1155.

Roncatti, R. (2016). *Desenvolvimento e caracterização do queijo Santo Giorno, típico do Sudoeste do Paraná, produzido com leite cru e fermento endógeno*. Dissertação de Mestrado, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, Paraná.

Schroeder, G. F., Gagliostro, G. A., Bargo, F., Delahoy, J. E., Muller, L. D. (2004) Effects of fat supplementation on milk production and composition by dairy cows on pasture: a review. *Livestock Production Science*, 86, 1 –18.

SEBRAE. (2008). *Queijos nacionais – Estudos de mercado do SEBRAE*. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas.

Siles, F. P. (2005). *Estudio de las características bioquímicas, físico-químicas, microbiológicas y sensoriales de quesos tipo manchego elaborados com diversos tipos de coagulante*. Tese de Doutorado, Universidade de Córdoba Facultad de Veterinaria. Córdoba, Espanha.

Souza, C. F. V., Rosa, T. D., Ayub, M. A. M. (2003). Changes in the microbiological and physicochemical characteristics of Serrano cheese during manufacture and ripening. *Brazilian Journal of Microbiology*, 34, 260-266.

Statsoft. Inc. (2005). *Statistica data analysis system version 7.0*. Tulsa: Statsoft Inc.

Tedesco, M. J., Gianello, C., Bissani, C. B., Bohnen, H., Volkweiss, S. J. (1995). *Análise de solo, plantas e outros materiais*. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Todescato, C. (2014). *Obtenção de fermento láctico endógeno para produção de queijo típico da mesorregião Sudoeste do Paraná*. Dissertação de Mestrado, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, Paraná.

Tonial, I. B., Matsushita, M., Souza, N. E., Perini, J. A. L., Morais, D. R., Bani, F. A., Visentainer, J. V. (2009). Avaliação de diferentes métodos de extração lipídica sobre composição de ácidos graxos poli-insaturados em leite de vaca. *Organo oficial de la sociedad latino-americana de nutrición*, 59, 78-81.

Tregear, A., Arfini, F., Belletti, G., Marescotti, A. (2007). Regional foods and rural development: the role of product qualification. *Journal of Rural Studies*, Italia, 23, 12-22.

Vasek, O. M., Mazza, S. M., Giori, G. S. (2013). Physicochemical and microbiological evaluation of corrientes artisanal cheese during ripening. *Food Science and Technology*, 33, 151-160.

Wolf, I. V., Perotti, M. C., Bernal, S. M., Zalazar, C.A. (2010). Study of the chemical composition, proteolysis, lipolysis and volatile compounds profile of commercial Reggianito Argentino cheese: Characterization of Reggianito Argentino cheese. *Food Research International* 43, 1204–1211.

Zuin, L. F. S., Zuin, P. B. (2008). Produção de alimentos tradicionais. Contribuindo para o desenvolvimento local/regional e dos pequenos produtores rurais. *Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional*, 4, 109-127.

ARTIGO 2 – EFEITO DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA NA TEXTURA E COR DURANTE A MATURAÇÃO DO QUEIJO REGIONAL DO SUDOESTE DO PARANÁ.

EFEITO DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA NA TEXTURA E COR DURANTE A MATURAÇÃO DO QUEIJO REGIONAL DO SUDOESTE DO PARANÁ

Marilde Canton Brandielli*, Fabiane Picinin de Castro Cislighi, Alessandra Machado-Lunkes.

Programa de Pós-graduação em Tecnologia de Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Londrina, Brasil. Avenida dos Pioneiros, 3131, 86036-370, Londrina, Paraná, Brasil. Telefone: +55 (43) 3315-6100, Fax +55 (43) 3315-6121. *E-mail: marildebrandielli@hotmail.com.

RESUMO

A cor e textura são parâmetros importantes na escolha de produtos lácteos cujos resultados são influenciados por parâmetros químicos. O objetivo deste trabalho foi determinar a evolução dos parâmetros físicos (textura e cor) ao longo da maturação do queijo regional do Sudoeste do Paraná e avaliar a existência de correlação entre os parâmetros físicos e as mudanças químicas durante a maturação. A cor do queijo regional apresentou ao longo da maturação diminuição da luminosidade, aumento da cor verde e amarela, sendo que o queijo fabricado com o fermento B (QB) apresentou tonalidade mais amarela (0 e 120 dias) em comparação ao queijo fabricado com o fermento A (QA) ($p < 0,05$). Para o perfil de textura, QA e QB evoluíram de forma semelhante durante a maturação não apresentando alteração da dureza e diminuição dos demais parâmetros avaliados (coesão, elasticidade e mastigabilidade) ($p < 0,05$). A resistência à mordida não apresentou evolução linear, sendo que o maior valor obtido foi ao início da maturação e aos 60 dias o menor valor. Pela análise de Pearson dos parâmetros químicos e de cor foi observada correlação entre a atividade de água, umidade, sólidos totais, lipídios, NS pH 4,6 e NS TCA 12% com as coordenadas L^* e a^* , já a coordenada b^* apresentou somente correlação com lipídios. A coesão, elasticidade e mastigabilidade apresentaram

correlação com a atividade de água, umidade, sólidos totais, proteína. Dureza e resistência à mordida não apresentaram correlação com nenhum dos parâmetros químicos avaliados. Os resultados demonstraram que o queijo regional sofre alterações das suas características físicas durante a maturação e que os parâmetros de textura e cor sofrem influência das características químicas do queijo.

Palavras-chave: queijo regional, maturação, cor, perfil de textura.

1. Introdução

A cor e a textura dos queijos são características essenciais na escolha do produto pelo consumidor, tornando-se parâmetros decisivos na compra do queijo (Pinho, Mendes, Alves, & Ferreira, 2004). Esses parâmetros são influenciados pela composição inicial do leite, processo de fabricação, composição e transformações químicas ocorridas durante o período de maturação do queijo (Chen, Larkin, Clark, & Irwin, 1979; Ercan, Korel, Karagül Yüceer, & Kinik, 2011; Pinho et al., 2004).

Especificamente, a textura dos queijos é reflexo, de sua composição, do arranjo estrutural de seus componentes (microestrutura), do estado físico-químico dos seus componentes (nível de proteólise, hidratação das paracaseínas, atrações entre moléculas de paracaseínas, nível de coalescência dos lipídios, etc.) e da sua macroestrutura. Essas características refletem nas diferentes junções da matriz do queijo, grânulos, rachaduras e fissuras que determinaram o desenvolvimento da dureza durante a maturação (O'Callaghan & Guinee, 2004). Alterações durante a maturação, como a diminuição da atividade de água que ocorre em consequência da proteólise, a concentração do teor de sólidos totais, proteína e lipídios, também apresentam correlação com a textura do queijo (Beuvier & Buchin, 2004; McSweeney, 2004).

Inspirado na valorização das características tradicionais dos produtos agroindustriais da região Sudoeste do Paraná um queijo regional foi desenvolvido usando fermento autóctone selecionado a partir bactérias lácticas do leite produzido naquela região (Attorni et al., 2014). Queijos regionais possuem uma ampla

variedade de texturas e sabores cujos parâmetros de qualidade definidos no processo de maturação tornam estes queijos únicos (Broome, Powell, & Limsowtin, 2011). Assim, o desafio da cadeia produtiva da região Sudoeste do Paraná é a garantia da qualidade deste queijo regional e assim, faz-se necessária a caracterização dos queijos, incluindo estudos que avaliem as mudanças durante a maturação e suas interações (Lebecque, Laguet, Devaux, & Dufour, 2001).

O queijo regional do Sudoeste do Paraná pode ser produzido com leite cru ou com leite pasteurizado, e foi caracterizado inicialmente como queijo de casca lisa, massa compacta, com olhaduras distribuídas uniformemente, cor ocre-amarelo palha (Attorni et al., 2014). Posteriormente, estudos complementares demonstraram que no início da maturação os queijos possuem odor de leite cozido e sabor lático como atributos mais marcantes e, no decorrer da maturação o queijo foi mais bem representado pelo aumento da cor amarela e mastigabilidade (Lima & Becker, 2015).

São poucos os conhecimentos sobre como as características químicas do queijo regional influenciam na textura e cor. Com isso, objetivou-se através do estudo avaliar a textura e cor do queijo regional durante a maturação e correlacionar com as características químicas.

2. Materiais e Métodos

2.1 Fabricação e maturação do queijo regional do Sudoeste do Paraná

Foram fabricados dois lotes do queijo regional do Sudoeste do Paraná, com distinção do tipo do fermento empregado. O lote QA foi produzido com o fermento autóctone liofilizado A (*Streptococcus thermophilus* ST28 e ST128 e *Lactobacillus delbrueckii* sp. *bulgaricus* LB134) e o lote QB produzido com o fermento autóctone liofilizado B (*Streptococcus thermophilus* ST98 e ST104, e *Lactobacillus delbrueckii* sp. *bulgaricus* LB134). A fabricação do queijo seguiu método descrito para o produto (Attorni et al., 2014).

Após a fabricação os queijos foram acondicionados em câmara de maturação à temperatura de 6 a 8 °C e umidade relativa do ar de 85%. Após 30 dias de

maturação a temperatura foi elevada entre 10 a 12 °C e umidade relativa do ar de 82 a 85% até o final da maturação. Os queijos aos 37 dias de maturação foram revestidos com polímero de acetato de polivinila (GlobalSystem Coat Incolor). Os períodos de análise compreenderam 0, 60 e 120 dias de maturação a partir da data de entrada na câmara de maturação.

2.2 Análise de cor

Para avaliação da cor foi utilizado colorímetro Chroma Meter CR400/410 (Konica Minolta, Osaka, Japão), em iluminante D65 e ângulo do observador de 2°. As medições de cor foram determinadas de acordo com as coordenadas $L^*a^*b^*$ (Commission Internationale de l'Éclairage – CIE, 1996).

2.3 Análise de Textura

2.3.1 Perfil de Textura

Na análise de perfil de textura (TPA) foi utilizado o texturômetro TA.XT Plus (Stable Micro Systems, Godalming, UK) e probe P/40 seguindo o protocolo sugerido para amostras de queijo pelo fabricante do equipamento. 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 seu tamanho sob pressão de 0,1 N em velocidade de compressão de 2 mm s⁻¹. A distância da amostra para o probe foi de 10 mm e o tempo de repouso entre os ciclos de compressão foi de 5 segundos. Todas as operações foram controladas pelo analisador de textura e o instrumento automaticamente gerou a curva de força de compressão pelo tempo. Foram avaliados os parâmetros de dureza, coesividade, elasticidade e mastigabilidade (Chen et al., 1979).

2.3.2 Resistência à mordida

A resistência à mordida foi avaliada utilizando o texturômetro TA.XT Plus (Stable Micro Systems, Godalming, UK) e probe HDP/VB segundo protocolo sugerido para amostras de queijo pelo fabricante do equipamento. Os parâmetros empregados foram velocidade de pré-teste de $1,0 \text{ mm seg}^{-1}$; velocidade de teste de $2,0 \text{ mmseg}^{-1}$; velocidade de pós-teste de $10,0 \text{ mm seg}^{-1}$; distância da amostra de 30 mm; distância de penetração na amostra de 15 mm; força aplicada de 5 g.

2.4 Análises químicas

A atividade de água foi determinada em equipamento Labmaster (Novasina AG, Lachen, Suíça) a $25 \text{ }^\circ\text{C}$ de temperatura e o potencial hidrogeniônico (pH) em potenciômetro digital TEC-5 (Tecnal, Piracicaba, Brasil) (Pereira, Silva, Oliveira, & Costa Júnior, 2001).

Para umidade e cinzas foram empregados o método gravimétrico, segundo AOAC (2005) em estufa (Deleo, Porto Alegre, Brasil) e mufla (GP Científica, Belo Horizonte, Brasil), respectivamente. O teor de sólidos totais (ST) foi obtido indiretamente pelo cálculo: $\text{ST } 100 - \text{umidade}$ (Brasil, 2006).

Para análise de lipídios foi utilizado extrator Soxhlet (Nova ética, Vargem Grande Paulista, Brasil), sendo as amostras tratadas previamente pelo método de hidrólise ácida (AOAC, 1984).

O nitrogênio total foi determinado pelo método de Kjeldahl, conforme adaptações descritas por Tedesco, Gianello, Bissani, Bohen & Volkweiss (1995). O valor de proteína total foi obtido pela multiplicação do nitrogênio total pelo fator de conversão para queijos de 6,38 (IAL, 2008). Foi realizada análise de Nitrogênio Solúvel em pH 4,6 ou Nitrogênio Não Caseico (NS pH 4,6), e do Nitrogênio Solúvel em ácido tricloroacético 12% ou Nitrogênio Não Proteico (NS TCA 12%). As amostras foram tratadas com citrato de sódio $0,5 \text{ mol mL}^{-1}$ e as quantificações de NS pH 4,6 e NS TCA 12% foram realizadas pelo método de Kjeldahl utilizando o destilador de nitrogênio (Solab, Piracicaba, Brasil) (Perreira et al., 2001).

2.5 Análise estatística

O *software* STATISTICA 7 (Statsoft Inc., 2005) foi utilizado para a análise estatística dos resultados. A avaliação estatística entre os queijos (QA e QB) considerando o mesmo período de maturação foi realizada através de Teste t para amostras independentes. Para análise de cada queijo durante a maturação, aplicou-se teste de Tukey para comparação entre as médias. Foi aplicado teste de correlação linear de Pearson para avaliar a relação entre as propriedades químicas do queijo e os atributos de textura e cor, utilizado *software* XLSTAT 2016 (Addinsoft, 2016).

3. Resultados e discussão

3.1 Cor

Os resultados de cor do queijo regional do Sudoeste do Paraná estão apresentados na Tabela 8.

Tabela 8:

Avaliação da cor do queijo regional do Sudoeste do Paraná pelas coordenadas L* a* b* durante a maturação.^a

Parâmetros	Amostra	Período de maturação ^{b,c}		
		0 dias	60 dias	120 dias
L*	QA	84,54 ± 0,13 ^{aA}	80,19 ± 0,81 ^{aB}	78,73 ± 1,10 ^{aB}
	QB	83,49 ± 0,50 ^{bA}	80,61 ± 0,58 ^{aB}	79,99 ± 0,60 ^{aB}
a*	QA	-2,18 ± 0,04 ^{aB}	-3,11 ± 0,20 ^{aA}	-3,33 ± 0,05 ^{aA}
	QB	-2,08 ± 0,06 ^{aB}	-3,38 ± 0,06 ^{aA}	-3,48 ± 0,03 ^{bA}
b*	QA	20,26 ± 0,30 ^{aA}	22,58 ± 1,82 ^{aA}	23,71 ± 0,44 ^{aA}
	QB	16,99 ± 0,37 ^{bB}	19,92 ± 0,15 ^{aA}	19,68 ± 0,34 ^{bA}

^aResultado expresso como média ± desvio padrão das análises realizadas com 6 replicatas, em quatro pontos diferentes de cada replica (n=72). ^bLetras minúsculas diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa entre os queijos no mesmo período de maturação (Teste t, p<0,05). ^cLetras maiúsculas diferentes na mesma linha indicam diferença significativa para o queijo individualmente nos diferentes períodos de maturação (Teste de Tukey, p<0,05).

A coordenada L^* , apresentou diferença significativa entre os queijos QA e QB ao 0 dia de maturação. O queijo QA apresentou valores maiores para luminosidade, sendo então avaliado como queijo mais claro no início da maturação. Durante a maturação os dois tipos de queijos apresentaram diminuição dos valores da coordenada L^* a partir dos 60 dias, ou seja, perderam luminosidade ao longo da maturação. A diminuição da luminosidade ocorre pela perda de água durante a maturação e em consequência há concentração dos sólidos do queijo, principalmente gordura e proteína, resultando em uma menor reflexão de luz no produto (García-Pérez et al., 2005).

A coordenada a^* do queijo QB foi significativamente maior aos 120 dias de maturação. Ao longo da maturação, os queijos (QA e QB) apresentaram aumento dos valores da coordenada a^* , o que representa um aumento da cor verde.

A coordenada b^* apresentou valores significativamente maiores para o queijo QA nos períodos de 0 e 120 dias de maturação, sendo nesses períodos avaliado o queijo QA com coloração mais amarela. Quando avaliado durante a maturação o queijo QA não apresentou diferença significativa no decorrer da maturação, mas ocorreu um aumento nos valores, já o queijo QB apresentou aumento significativo dos valores de b^* .

A cor dos produtos lácteos tem sua principal origem na gordura do leite, onde estão presentes pigmentos lipossolúveis, os carotenoides, que são obtidos a partir da dieta do animal, podendo ocorrer variações sazonais (Furquay, Fox & McSweeney, 2011). Queijos com maior teor de gordura apresentam cor mais amarela do que queijos com menores teores de gordura (Drake, Chen, Gerard & Gurkin, 1998), relação também observada para o queijo regional do Sudoeste do Paraná, sendo que o QA com maior teor de lipídios ($26,51 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$) que o QB ($25,47 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$), apresentou valores maiores de b^* (0, 60 e 120 dias).

A cor do queijo regional foi avaliada em estudos anteriores realizados por Roncatti (2016) e Todescatto (2014) com leite cru e pasteurizado, respectivamente. Os resultados de Roncatti (2016) ($L^* 80,62$, $a^* -7,37$ e $b^* 35,55$) e Todescatto (2014) ($L^* 80,86$, $a^* -7,24$ e $b^* 35,20$) aos 60 dias de maturação apresentaram queijos com luminosidade semelhante, coloração mais verde e mais amarela. A diferença entre os estudos para as coordenadas a^* e b^* pode ser atribuído à concentração dos lipídeos terem sido maiores para Roncatti (2016) ($28,80 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$) e Todescatto (2014) ($28,39 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$).

Resultados da avaliação sensorial da cor pela análise descritiva quantitativa (ADQ) corroboram com os resultados da análise instrumental de cor deste trabalho (Lima & Becker, 2016). Lima & Becker, (2016) relatam um aumento da cor amarela para os queijos fabricados com o fermento A durante a maturação superior ao QB na ADQ.

3.2 Textura

Os resultados de TPA dos queijos QA e QB diferem estatisticamente entre si apenas no parâmetro elasticidade no início da maturação ($p < 0,05$) (Tabela 9).

Tabela 9:

Textura do queijo regional do Sudoeste do Paraná durante o período de maturação.^a

Parâmetros	Amostra	Período de maturação ^{b,c}		
		0 dias	60 dias	120 dias
Dureza (N)	QA	163,86 ± 8,59 ^{aA}	144,65 ± 33,93 ^{aA}	190,45 ± 8,02 ^{aA}
	QB	166,46 ± 35,91 ^{aA}	140,85 ± 5,47 ^{aA}	180,60 ± 12,01 ^{aA}
Coesão*	QA	0,74 ± 0,01 ^{aA}	0,61 ± 0,07 ^{aB}	0,34 ± 0,06 ^{aC}
	QB	0,74 ± 0,01 ^{aA}	0,50 ± 0,03 ^{aB}	0,33 ± 0,02 ^{aC}
Elasticidade*	QA	0,82 ± 0,02 ^{bA}	0,77 ± 0,03 ^{aAB}	0,71 ± 0,04 ^{aB}
	QB	0,88 ± 0,02 ^{aA}	0,73 ± 0,03 ^{aB}	0,70 ± 0,01 ^{aB}
Mastigabilidade (N)	QA	99,37 ± 5,85 ^{aA}	67,37 ± 18,07 ^{aB}	46,13 ± 10,55 ^{aB}
	QB	108,44 ± 20,57 ^{aA}	51,89 ± 5,64 ^{aB}	40,91 ± 4,46 ^{aB}
Resistência à mordida (N)	QA	5,14 ± 0,32 ^{aA}	3,15 ± 0,21 ^{aB}	4,42 ± 0,82 ^{aAB}
	QB	4,72 ± 0,39 ^{aA}	2,80 ± 0,13 ^{aB}	4,82 ± 0,06 ^{aA}

*Parâmetro adimensional. ^aResultado expresso como média ± desvio padrão das análises realizadas com 6 replicatas (n=18). ^bLetras minúsculas diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa entre os queijos no mesmo período de maturação (Teste t, $p < 0,05$). ^cLetras maiúsculas diferentes na mesma linha indicam diferença significativa para o queijo individualmente nos diferentes períodos de maturação (Teste de Tukey, $p < 0,05$).

Durante a maturação os queijos QA e QB não apresentaram alteração significativa para o parâmetro de dureza, sendo que este fato é contrário à literatura, que relata aumento da dureza durante a maturação do queijo em consequência da diminuição da umidade e aumento do teor de proteína (Alvarenga, 2000; Machado,

2003). Neste trabalho, durante a maturação os queijos apresentaram diminuição da umidade com média de 45,12 g 100g⁻¹ no início da maturação e 37,85 g 100g⁻¹ aos 120 dias para o queijo A e 46,44 g 100g⁻¹ no início da maturação e 39,32 g 100g⁻¹ aos 120 dias para o queijo B. Ocorreu também a concentração de proteína, sendo os valores de proteína do QA de 21,15 g 100g⁻¹ ao 0 dia e 23,55 g 100g⁻¹ aos 120 dias, já o QB apresentou 21,75 g 100g⁻¹ ao 0 dia e 24,09 g 100g⁻¹ aos 120 dias de maturação.

Em pesquisas anteriores houve aumento da dureza para o queijo regional de leite pasteurizado avaliado até os 180 dias de maturação, entretanto para o queijo de leite cru, os valores de dureza não apresentaram um comportamento linear no decorrer da maturação. Os resultados anteriores demonstraram que a dureza, aos 60 dias de maturação foram maiores do que os obtidos neste trabalho (valor médio de 162 N e 224 N, do queijo fabricado com leite pasteurizado e cru, respectivamente) (Todescato, 2015; Roncatti, 2016).

Os demais parâmetros de TPA, coesão, elasticidade e mastigabilidade, apresentaram diminuição dos queijos QA e QB durante a maturação.

A mastigabilidade, que é a força necessária para mastigar um alimento sólido até estar pronto para engolir, aumenta em decorrência do aumento da dureza (Tunick, 2000). Entretanto, comportamento contrário foi encontrado para o queijo regional do Sudoeste do Paraná, já que houve diminuição da mastigabilidade ao longo da maturação. Por ser um parâmetro secundário produto da dureza, coesão e elasticidade (Tunick, 2000), possivelmente a mastigabilidade foi influenciada pela coesão e elasticidade que também diminuíram ao longo da maturação.

As pesquisas anteriores do queijo regional do Sudoeste do Paraná também apresentaram diminuição da coesão (Todescato, 2015; Roncatti, 2016), que ocorre por influência direta da proteólise, pelo rompimento das ligações entre as proteínas, reduzindo desta forma as interações da matriz do queijo (Fox, 1989; Tunick, 2000). Aos 60 dias de maturação os valores de coesão entre as pesquisas do queijo regional foram semelhantes (Todescato, 2015; Roncatti, 2016). Já elasticidade, que também sofre influência da proteólise, e mastigabilidade não apresentaram uma tendência definida de comportamento durante a maturação nas pesquisas realizadas por Todescato (2015) e Roncatti (2016), com valores maiores de elasticidade e mastigabilidade aos 60 dias de maturação em comparação com a presente pesquisa.

Em análise sensorial com julgadores treinados o queijo regional do Sudoeste do Paraná apresentou aumento significativo da dureza, para o queijo regional, somente aos 120 dias de maturação. A mastigabilidade também foi avaliada e apresentou diminuição aos 60 dias, sendo que aos 120 dias de maturação os valores foram maiores. Tanto dureza como mastigabilidade não apresentaram diferenças entre os queijos fabricados com o fermento A e com o fermento B (Lima & Becker, 2016).

A avaliação da textura instrumental e sensorial possuem correlações significativas. No entanto, a utilização de analisadores de textura não é um substituto para avaliação sensorial, pela complexidade da mastigação, as diferentes percepções de textura de cada indivíduo, entre outros. Os métodos instrumentais quantificam de forma consistente as alterações nas características físicas (Halmos, 2000; O'Callaghan & Guinee, 2004), sendo que as diferença dos resultados de textura instrumental e sensorial do queijo regional, pode ter ocorrido pela complexidade dos dois testes.

A análise de resistência à mordida, também denominada de valor de força máxima (Olivera & Salvadori, 2011), não apresentou diferença entre QA e QB. Durante a maturação ocorreu diminuição significativa dos valores aos 60 dias. Fazendo uma analogia em termos sensoriais, apresentou menor força requerida para morder a amostra pelos dentes incisivos, fato este que pode ter ocorrido pela hidrólise das proteínas no início da maturação (McSweeney, 2004). Já aos 120 dias ocorreu aumento significativo da resistência à mordida em comparação aos 60 dias de maturação, resultado que pode estar correlacionado com a diminuição do teor de umidade e concentração dos sólidos (Beuving & Buchin, 2004; Machado, 2003).

3.3 Correlação entre parâmetros químicos e físicos

A composição química, os elementos estruturais e a força das interações irão definir a cor e textura do queijo. Ainda, a composição do leite, o processo de fabricação e maturação irão determinar as condições da caseína no queijo, sua interação entre as moléculas e o índice de proteólise (Gunasekaran & Ak, 2003).

Assim, para avaliar se existe relação entre a composição química e a cor e textura do queijo regional foi realizado o teste de correlação linear. Os resultados médios (média dos valores de 0, 60 e 120 dias dos queijos QA e QB) das análises químicas do queijo regional do Sudoeste do Paraná utilizados para o teste de correlação linear estão apresentados na Tabela 10.

Tabela 10:

Parâmetros químicos do queijo regional do Sudoeste do Paraná utilizados para correlação linear.^a

Parâmetros	Valores médios
Atividade de Água	0,93 ± 0,02
Umidade (g 100g ⁻¹)	42,04 ± 3,29
Sólidos Totais (g 100g ⁻¹)	57,96 ± 3,29
Lipídios (g 100g ⁻¹)	25,99 ± 1,56
Proteína Total (g 100g ⁻¹)	22,46 ± 1,13
NS pH 4,6	0,52 ± 0,21
NS TCA 12%	0,22 ± 0,12

^aResultado expresso como média ± desvio padrão das análises realizadas dos queijos durante três períodos de maturação.

Os coeficientes de correlação das análises químicas e da cor são apresentados na Tabela 11. Para a coordenada L* as variáveis de aw e umidade apresentaram correlação positiva. Já as variáveis de lipídios, sólidos totais, NS pH 4,6 e NS TCA 12% apresentaram correlação negativa. A correlação positiva com aw e umidade são explicadas pela diminuição da luminosidade quando ocorre perda de água, ocorrendo também a concentração de sólidos no queijo influenciando em uma menor reflexão de luz (García-Pérez et al., 2005).

A coordenada a* apresentou correlação com as mesmas variáveis apresentadas para a coordenada L*. A coordenada b* apresentou apenas correlação positiva com lipídios, devido à cor amarela dos queijos terem origem na gordura do leite, sendo que com o aumento do teor de lipídios aumenta os valores da coordenada b*, ou seja, o queijo torna-se mais amarelo (Furquay et al., 2011).

Tabela 11:

Correlação de Pearson entre análises químicas e atributos de cor do queijo regional do Sudoeste do Paraná.

Variáveis	Aw	Umidade	Sólidos Totais	Proteína	Lipídios	NS pH 4,6	NS TCA 12%	L*	a*	b*
Aw	1									
Umidade	0,933	1								
Sólidos Totais	-0,933	-1,000	1							
Proteína	-0,930	-0,860	0,860	1						
Lipídios	-0,866	-0,978	0,978	0,791	1					
NS pH 4,6	-0,979	-0,955	0,955	0,889	0,879	1				
NS TCA 12%	-0,986	-0,969	0,969	0,915	0,930	0,973	1			
L*	0,893	0,934	-0,934	-0,794	-0,858	-0,948	-0,885	1		
a*	0,931	0,900	-0,900	-0,766	-0,816	-0,972	-0,919	0,925	1	
b*	-0,480	-0,733	0,733	0,316	0,818	0,548	0,580	-0,659	-0,552	1

Os valores em negrito possuem correlação linear ao nível de significância de 5%.

O teste de correlação linear entre a composição química e os atributos determinados pela análise instrumental de textura dos queijos são apresentados na Tabela 12.

Os atributos de coesão, elasticidade e mastigabilidade apresentaram correlação positiva para as variáveis de atividade de água e umidade, ou seja, com a diminuição da atividade de água e umidade ocorreu à diminuição dos atributos de textura citados. Os mesmos atributos de textura apresentaram correlação negativa para as variáveis de sólidos totais, proteína (exceto para elasticidade), lipídios, NS pH 4,6 e NS TCA 12%, ocorrendo durante a maturação concentração dos sólidos totais, proteína, lipídios e aumento dos índices de proteólise e em consequência diminuição dos atributos de textura. Desta forma, confirma-se que a proteólise, a diminuição da atividade de água e em consequência a concentração dos sólidos durante a maturação influenciam significativamente na textura do queijo regional (Beuvier & Buchin, 2004; McSweeney, 2004).

Dureza e resistência à mordida não apresentaram correlação com nenhum dos parâmetros avaliados. Sendo que a literatura demonstra aumento da dureza com a diminuição da umidade e concentração do teor de proteína (Alvarenga, 2000; Machado, 2003), não sendo confirmado para o queijo regional durante esta pesquisa. A análise de resistência à mordida pode ser correlacionada com a dureza do produto, sendo que os dois parâmetros medem a força (Olivera & Salvadori, 2011). No entanto, o queijo regional não apresentou correlação entre os parâmetros, sendo que as amostras para realização das análises são de dimensões diferentes. Resistência à mordida é avaliada com menor massa de queijo, obtendo resultados de força com escala menor que a dureza. Fato que pode ter atribuído o aumento significativo da resistência à mordida aos 120 dias, mas não apresentou estatisticamente o aumento da dureza.

A mastigabilidade é um parâmetro secundário produto da dureza, coesão e elasticidade (Tunick, 2000) e apresenta correlação com a dureza, sendo que queijos mais duros apresentam valores maiores de mastigabilidade (Silva, 2013). Essa correlação não foi observada para o queijo regional do Sudoeste do Paraná, fato que pode ter ocorrido pela influência dos parâmetros de coesão e elasticidade, que apresentaram correlação positiva com a mastigabilidade.

Tabela 12

Correlação de Pearson entre análises químicas e atributos de textura do queijo regional do Sudoeste do Paraná.

Variáveis	Aw	Umidade	Sólidos Totais	Proteína	Lipídios	NS pH 4,6	NS TCA 12%	D	C	E	M	RM
Aw	1											
Umidade	0,933	1										
Sólidos Totais	-0,933	-1,000	1									
Proteína	-0,930	-0,860	0,860	1								
Lipídios	-0,866	-0,978	0,978	0,791	1							
NS pH 4,6	-0,979	-0,955	0,955	0,889	0,879	1						
NS TCA 12%	-0,986	-0,969	0,969	0,915	0,930	0,973	1					
D	-0,356	-0,422	0,422	0,633	0,470	0,286	0,413	1				
C	0,960	0,941	-0,941	-0,950	-0,876	-0,967	-0,969	-0,490	1			
E	0,927	0,934	-0,934	-0,789	-0,895	-0,954	-0,955	-0,228	0,929	1		
M	0,955	0,936	-0,936	-0,827	-0,866	-0,987	-0,958	-0,198	0,946	0,984	1	
RM	0,192	0,199	-0,199	0,093	-0,097	-0,325	-0,141	0,748	0,105	0,305	0,379	1

Os valores em negrito possuem correlação linear ao nível de significância de 5%. D=Dureza, C=Coesão, E=Elasticidade, M=Mastigabilidade, RM=Resistência à Mordida.

O queijo tipo Parmesão obteve correlações negativas para análise de atividade de água em relação à dureza e proteína para o atributo de elasticidade, conforme obtido por Jaster et al. (2014). O queijo Majorero, fabricado com leite de cabra, apresentou correlação linear significativa do atributo de dureza com umidade e gordura e coesividade obteve correlação com umidade, proteína e gordura (Fresno & Álvarez, 2012).

4. Conclusões

O queijo regional do Sudoeste do Paraná apresentou durante o período de maturação diminuição da luminosidade e aumento da cor verde e amarela, sendo caracterizado principalmente como queijo de tonalidade clara e de cor amarela. Para as análises de textura, o parâmetro dureza não alterou no decorrer da maturação, sendo que os demais parâmetros de TPA estudados diminuiram. Os queijos maturados fabricados com o fermento A e B não apresentaram diferenças significativas entre si para as análises de textura. O teste de correlação linear mostrou que os parâmetros químicos de aw, umidade, sólidos totais, proteína, lipídios, NS pH 4,6 e NS TCA 12% influenciaram as características de cor e textura do queijo regional.

Referências

Addinsoft. (2016). *Data analysis and statistical application version 2016.2*. (Trial version). New York, USA: Addinsoft SARL. [internet document]
<https://www.xlstat.com/en/download.html>_Acessado 28.04.16

Alvarenga, N. B. (2000). *Estudos em textura de Queijo Serpa*. Dissertação de Mestrado, Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa.

AOAC. (1984). *Official methods of analyses* (14th ed.). Gaithersburg: Maryland: Association of Official Analytical Chemists International.

AOAC. (2005). *Official methods of analyses* (18th ed.). Gaithersburg: Maryland: Association of Official Analytical Chemists International.

Attorni, B., Beux, S., Mule, E. D., Lombardi, A., Marchi, J., Pellegrini, G., Tiezzi, F. (2014). *Santo Giorno – Un formaggio di alta qualità* (1nd ed.). Francisco Beltrão: Jornal de Beltrão: Chopin.

Brasil. (2006). *Instrução Normativa Nº 68: Métodos Analíticos Oficiais Físico-Químicos, para Controle de Leite e Produtos Lácteos*. Brasília: Diário Oficial da República Federativa do Brasil.

Beuviel, E., Buchin, S. (2004). Raw Milk Cheeses. In P. F. Fox, P. L. H. McSweeney, T. M. Cogan, & T. P. Guinee (Eds.), *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology* (3rd ed., Vol. 1, pp. 319-346). London, UK: Academic Press.

Broome, M. C., Powell, I. B., Limsowtin, G. K. Y. (2011). Cheese: Starter cultures: Specific Properties. In J. W. Fuquay, P. F. Fox, & P. L. H. McSweeney (Eds.), *Encyclopedia of Dairy Sciences* (2nd ed., pp. 559-566) Australia: Academic Press https://books.google.com.br/books?id=dXE0ZfUnCKwC&pg=PT1661&lpg=PT1661&dq=Starter+Cultures+POWELL&source=bl&ots=AnUiChFvPr&sig=P6bSf_n3ZJbl6xBx0yuqi3h-t0k&hl=pt-BR&sa=X&ved=0ahUKEwi3357Qn8rKAhWF9x4KHRy4DJIQ6AEILjAC#v=onepage&q=Starter%20Cultures%20POWELL&f=false Acessado 21.04.16.

Chen, A. H., Larkin, J. W., Clark, C. J., Irwin, W. E. (1979). Textural Analysis of Cheese. *Journal Dairy Science*, 62, 901-907.

CIE. (1996). *Colour Measurement*. Fontenayaux-Roses, France: Commission Internationale de l'Éclairage Doc. 15.

Drake, M. A., Chen, X. Q., Gerard, P. D., Gurkin, S. U. (1998). Composition and quality attributes of reduced-fat cheese as affected by lecithin type. *Journal of Food Science*, 63, 1018-1023.

Ercan, D.; Korel, F.; Karagül Yüceer, Y.; Kinik Ö. (2011). Physicochemical, textural, volatile, and sensory profiles of traditional Sepet cheese. *Journal of Dairy Science*, 94, 4300–4312.

Fresno, M., Álvarez, S. (2012). Cheminal, textura and sensorial changes during the ripening of Majorero goat cheese. *International Journal of Dairy Technology*, 65, 393-400.

Fox, P. F. (1989). Proteolysis during cheese manufacture and ripening. *Journal of Dairy Science*, 72, 1379–1400.

Furquay, J., Fox, P., McSweeney, P. *Encyclopedia of Dairy Sciences*. 2. ed. Academic Press, 2011

https://books.google.com.br/books?id=dXE0ZfUnCKwC&pg=PT489&hl=pt-BR&source=gbs_selected_pages&cad=2#v=onepage&q=COLOR&f=false Acessado 20.05.16

García-Pérez, F.J., Lario, y., Fernández-López, J., Sayas, E., Pérezal-Varez, J.A., Sendra, E. (2005). Effect of orange fiber addition on yogurt color during fermentation and cold storage. *Industrial Applications*, 30, 457-463.

Gunasekaran, S., Ak, M. (2003). *Cheese rheology and texture*. Washington, CRC Press.

Halmos, A. L. (2000). Relationship between instrumental texture measurements and sensory attributes. *Hydrocolloids*, 2, 431-444.

IAL (Instituto Adolfo Lutz). (2008). *Métodos físico-químicos para análise de alimentos*. (4. ed.). São Paulo: Instituto Adolfo Lutz.

Jaster, H., Campos, A. C. L. P., Auer, L.B., Los, F. G. B., Salem, R. D. S., Esmerino, L. A., Nogueira, A., Demiate, I. M. (2014). Quality evaluation of parmesan-type cheese: a chemometric approach. *Food Science and Technology*, 34, 181-188.

Lebecque, A., Laguet, A., Devaux, M., Dufour, E. (2001). Delineation of the texture of Salers cheese by sensory analysis and physical methods. *Le Lait*, 81, 609–623.

Lima, C. C. Q., Becker, J. A. B. (2015). *Influência dos tempos de maturação nas características e aceitação sensorial do Queijo Típico Regional do Sudoeste do Paraná*. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Francisco Beltrão, Paraná.

Machado, M. G. (2003). *Evolução da textura e composição do Queijo Serpa durante a sua maturação*. Dissertação de Mestrado, Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa.

McSweeney, P. L. H. (2004). Biochemistry of Cheese Ripening. *International Journal of Dairy Technology*, 57, 127-144.

O'Callaghan, D. J., Guinee, T. P. (2004). Rheology and Texture of Cheese. In P. F. Fox, P. L. H. McSweeney, T. M. Cogan, & T. P. Guinee (Eds.), *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology* (3rd ed., Vol. 1, pp. 319-346). London, UK: Academic Press.

Olivera, D. F., Salvadori, V. O. (2011). Instrumental and sensory evaluation of cooked pasta during frozen storage. *International Journal of Food Science and Technology*, 46, 1445–1454.

Pereira, D. B. C., Silva, P. H. F., Oliveira L. L., Costa Júnior, L.C.G. (2001). *Físico-química do leite e derivados – métodos analíticos* (1nd ed.). Minas Gerais: Oficina de Impressão Gráfica e Editora Ltda.

Pinho, O., Mendes, E., Alves, M. M., Ferreira, I. (2004). Chemical, Physical, and Sensorial Characteristics of “Terrincho” Ewe Cheese: Changes During Ripening and Intravarietal Comparison. *Journal of Dairy Science*, 87, 249-257.

Roncatti, R. (2016). *Desenvolvimento e caracterização do queijo Santo Giorno, típico do Sudoeste do Paraná, produzido com leite cru e fermento endógeno*. Dissertação de Mestrado, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, Paraná.

Statsoft. Inc. (2005). *Statistica data analysis system version 7.0*. Tulsa: Statsoft Inc.

Silva, W. S (2013). *Comportamento mecânico do queijo de coalho tradicional, com carne seca, tomate seco e orégano armazenados sob refrigeração*. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual do Sudoeste do Bahia. Itapetinga, Bahia.

Tedesco, M. J., Gianello, C., Bissani, C. B., Bohnen, H., Volkweiss, S. J. (1995). *Análise de solo, plantas e outros materiais*. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Todescato, C. (2014). *Obtenção de fermento láctico endógeno para produção de queijo típico da mesorregião Sudoeste do Paraná*. Dissertação de Mestrado, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, Paraná.

Tunick, M.H., Cooke, P.H., Malin, E.L., Smith, P.W., Holsinger, V.H. (1997). Reorganization of casein submicelles in Mozzarella cheese during storage. *International Dairy Journal*, 7, 149-155.

Tunick, M. H. (2000). Symposium: Dairy products rheology: Rheology of dairy foods that gel, stretch and fracture. *Journal Dairy Science*, 83, 1892-1898.

Valle, J. L. E., Campos, S. D. S., Yotsuyanagi, K., Souza, G. (2004). Influência do teor de gordura nas propriedades funcionais do queijo tipo mozzarella. *Ciência e Tecnologia dos Alimentos*, 24, 669-673.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados das avaliações químicas, físicas e microbiológicas da maturação do queijo regional do Sudoeste do Paraná sinalizaram para a necessidade de ações corretivas que visem aprimorar a qualidade e identidade do produto.

Desta maneira, sugere-se a adição de cloreto de cálcio na fabricação do queijo com leite pasteurizado, pois o cálcio é insolubilizado no tratamento térmico, mas é essencial na formação da rede de proteína e em consequência na textura do queijo.

As bactérias ácido-láticas presentes no fermento lácteo autóctone são microrganismos homofermentativos que tem como principal produto final da fermentação o ácido lático, e não são bactérias que promovem aroma e sabor diferenciados durante a maturação. Assim, recomenda-se a adição de novos microrganismos no fermento que possam conferir outras características sensoriais a aquelas já descritas.

Os queijos apresentaram teores maiores de sódio em comparação a outros queijos, sendo também relatado por julgadores treinados em pesquisa de Lima & Becker (2015), como queijo com sabor salgado. O controle desse parâmetro é muito importante, visto que o teor de sal tem influência no processo de maturação do queijo. No processo de fabricação do queijo para a pesquisa o tempo de salga foi maior do que o determinado para o queijo regional do Sudoeste do Paraná, com isso são necessárias auditorias das fábricas que irão produzir o queijo para que todas realizem o processo de produção corretamente.

No processo de maturação deve-se buscar adequar as câmaras de maturação, principalmente em relação à umidade relativa e o fluxo do ar dentro da câmara. Isso se faz necessário, pois se observou durante a maturação a formação de uma casca mais espessa no exterior do queijo, o que pode ter prejudicado as reações bioquímicas internas e em consequência a sua textura, sendo que a textura do queijo durante a maturação não apresentou aumento da dureza conforme era esperado. Sugere-se também realizar avaliações de textura nos queijos com período de maturação maior que 180 dias para melhor avaliar o processo de maturação, já

que existe um interesse de comercialização do produto com tempos iguais ou superiores a 360 dias.

As perspectivas científicas futuras deste trabalho estão relacionadas a pesquisas que avaliem a presença e a quantificação de Ácido Linoleico Conjugado (CLA) no queijo regional, pois este é um ácido graxo encontrado principalmente em derivados de leite, com efeitos benéficos diversos, como redução da carcinogênese, aterosclerose, massa lipídica corporal, entre outros. Ainda, existe espaço para uma avaliação minuciosa dos compostos voláteis, peptídeos e aminoácidos que são marcadores químicos importantes para as características de aroma e sabor dos queijos.

Em suma, é necessária a padronização da matéria-prima em relação a sua composição química e qualidade microbiológica, padronização do processo de fabricação e maturação por todas as indústrias locais fabricantes, para que as características do queijo sejam invariáveis entre as indústrias, garantindo desta forma a padronização, qualidade e identidade do produto.