

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *Stricto sensu*
MESTRADO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

GABRIEL COELHO

**AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES QUÍMICAS, TÉRMICAS, TECNOLÓGICAS E
SENSORIAIS DE QUEIJOS AZUIS**

PONTA GROSSA
2019

GABRIEL COELHO

**AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES QUÍMICAS, TÉRMICAS, TECNOLÓGICAS E
SENSORIAIS DE QUEIJOS AZUIS**

Dissertação apresentada como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Estadual de Ponta Grossa.

Orientador: Prof. Dr. Alessandro Nogueira (UEPG)

PONTA GROSSA

2019

C672 Coelho, Gabriel
Avaliação das propriedades químicas, térmicas, tecnológicas e sensoriais de queijos azuis / Gabriel Coelho. . Ponta Grossa, 2019. 68 f.

Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos - Área de Concentração: Ciências e Tecnologia de Alimentos), Universidade Estadual de Ponta Grossa.

Orientador: Prof. Dr. Alessandro Nogueira.

1. Penicillium roqueforti. 2. Qualidade de queijos. 3. Maturação. I. Nogueira, Alessandro. II. Universidade Estadual de Ponta Grossa. Ciências e Tecnologia de Alimentos. III.T.

CDD: 637.3

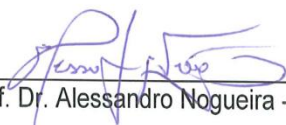
TERMO DE APROVAÇÃO

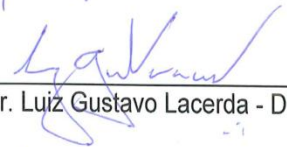
GABRIEL COELHO

Avaliação das propriedades químicas, térmicas, tecnológicas e sensoriais de queijos azuis

Dissertação aprovada como requisito para obtenção do grau de Mestre no Curso de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, da Universidade Estadual de Ponta Grossa, pela seguinte banca examinadora:

Orientador:


Prof. Dr. Alessandro Nogueira - DEA/UEPG - PR


Prof. Dr. Luiz Gustavo Lacerda - DEA/UEPG - PR


Prof.ª Dr.ª Aline Alberti - DEA/UEPG - PR


Prof. Dr. Acácio Antonio Ferreira Zielinski - DEQA/UFSC - SC

Ponta Grossa, 28 de fevereiro de 2019.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus.

- Aos meus pais William Coelho e Silvana do Rocio Buss, por sempre acreditam e mim e sempre me apoiarem.

- A minha esposa Athina Stephanie Pinto pelo incentivo, paciência e apoio incondicionais para a realização deste trabalho.

- Ao meu orientador Professor Dr. Alessandro Nogueira pelos anos de orientação durante a graduação e agora durante o mestrado, e por tornar possível a realização desse trabalho.

- Ao grupo de pesquisa em Ciência e Tecnologia de Queijos e a Equipe Sensorial, ambos pertencentes à Escola Tecnológica de Leite e Queijos dos Campos Gerais (ETLQueijos), em especial os Professores Aline Alberti, Luiz Gustavo Lacerda e aos colegas Priscila Judacewski, Paulo Ricardo Los, Amanda Fitztum, Larissa Lima e Charles Schimite.

- Ao apoio do Grupo de Trabalho sobre a Ciência e Tecnologia da Maçã (GTM).

- A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro.

- A todos que de alguma forma colaboraram para a concretização deste trabalho!

RESUMO

A produção de queijos azuis nacionais vem aumentando a cada ano devido ao interesse e potencial uso na gastronomia. A legislação vigente de padrão de identidade e qualidade de queijos azuis é limitada, uma vez que é uma classe de queijos ainda considerada recente no país. Portanto, informações sobre aspectos tecnológicos, composição química e qualidade sensorial são escassos. O objetivo desta pesquisa foi *avaliar* e *discutir* as características químicas, térmicas, tecnológicas e sensoriais de queijos azuis nacionais (n = 20) e internacionais (n = 10). As amostras foram avaliadas em relação ao tipo de embalagem, informações de rótulo, validade, preço por quilo, defeitos e dimensões. As análises compreenderam umidade, pH, acidez, gordura, proteína, tirosina, cloreto de sódio, sódio, cinzas, calorimetria exploratória diferencial (DSC) e parâmetros de cor e perfil de textura. Os atributos sensoriais aparência, odor, sabor, textura, mofo, gosto salgado, residual amargo e aceitabilidade global foram avaliados por escala hedônica com avaliadores selecionados. Os queijos azuis foram adquiridos em 4 tipos de embalagens, sendo o papel alumínio (56,6%), filme plástico de PVC (13,3%), plástico rígido (16,6%) e papel alumínio e filme plástico de PVC (13,3%). O Antimicótico natamicina está descrito em 70% e o corante de clorofila esta discriminado em 45% das amostras nacionais. O prazo de validade indicado nos queijos internacionais foi o triplo (365 dias) dos queijos nacionais. Apenas 13 amostras não apresentaram defeitos na aparência, sendo 54% das amostras internacionais. As amostras nacionais e internacionais apresentaram diferenças significativas ($p < 0,01$) na maioria dos parâmetros avaliados, salvo os teores de pH, acidez, gordura e proteína. Os queijos nacionais apresentaram maior amplitude dos resultados nos parâmetros avaliados. A média de dureza foi maior nos queijos nacionais, os demais parâmetros de textura apresentaram valores inferiores aos queijos internacionais. No geral, os queijos internacionais possuem um maior índice de maturação e intensidade de micélio. Na avaliação sensorial o parâmetro de aceitabilidade das amostras foi influenciada principalmente pela aparência dos queijos, gosto residual, sabor, textura e odor. Na análise de DSC foi observado que quanto mais maturado o queijo maior é a resistência da sua gordura a oxidação. Quando aplicado à análise de componentes principais pode ser observado um agrupamento da maioria das amostras tanto nacionais quanto internacionais. As amostras que não foram bem avaliadas sensorialmente apresentavam algum tipo de defeito, na maioria dos casos alteração pro micro-organismos e/ou apresentavam valores extremos na composição físico-química, na cor e no perfil de textura. Os resultados obtidos serão úteis para o setor de produção, acadêmico e de pesquisa, uma vez que fornecem dados e discussão detalhada sobre os aspectos tecnológicos e de qualidade sensorial de queijos azuis.

Palavras chave: *Penicillium roqueforti*, qualidade de queijos, maturação.

ABSTRACT

The production of blue cheese is increasing every year due to the interest and potential use in the gastronomy. The current legislation on the standard of identity and quality of blue cheese is limited, since it is a class of cheeses still considered recent in the country. Therefore, information on technological aspects, chemical composition and sensorial quality are scarce. The objective of this research was to evaluate, compare and discuss the chemical, thermal, technological and sensorial characteristics of national (n = 20) and international (n = 10) blue cheeses. The samples were evaluated in relation to the type of packaging, label information, validity, price per pound, defects and dimensions. The analyzes included moisture, pH, acidity, fat, protein, tyrosine, sodium chloride, sodium, ash, differential scanning calorimetry (DSC), color parameters and texture profile. The sensory attributes appearance, odor, taste, texture, mold, salty taste, residual bitter and overall acceptability were evaluated by hedonic scale by selected evaluators. Blue cheeses were purchased in 4 types of packaging: aluminum foil (56.6%), PVC plastic film (13.3%), rigid plastic (16.6%) and aluminum foil and PVC plastic film (13.3%). Natamycin and chlorophyll dye were discriminated on the national cheeses label, 46.6 and 30.0%, respectively. The validity of the international cheeses was three times (365 days) of the national cheeses. Only 13 samples showed no defects in appearance, 54% of which were international samples. National and international samples presented significant differences ($p < 0.01$) in most of the evaluated parameters, except for pH, acidity, fat and protein contents. The national cheeses presented greater amplitude of the results in the evaluated parameters. The mean hardness was higher in the national cheeses and all other texture parameters were lower than the international cheeses. The international cheeses showed a higher maturation index and mycelial intensity. However, some national samples showed a high maturation index. In the sensorial evaluation the parameter acceptability of the samples was influenced mainly by the cheese appearance, residual taste, taste, texture and odor. In the DSC analysis it was observed that the more matured the cheese the greater the resistance of the lipids to oxidation. In the PCA a grouping of the majority of the samples, both national (70%) and international (90%), can be observed, being influenced by these attributes. Samples that were not well evaluated had some type of defect, in most cases contamination and / or presented minimum values and in some cases maximum values, observed in the physicochemical composition, color and texture profile. These results will be useful for the production, academic and research sector as they provide detailed data and discussion on the technological and sensory aspects of blue cheeses.

Keyword: *Penicillium roqueforti*, quality of cheeses, maturation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Fluxograma geral do processamento de queijos azuis.....	21
Figura 2. Exemplos de defeitos avaliados nas amostras de queijos azuis.	41
Figura 3. Escala hedônica média por atributo sensorial avaliado nos queijos azuis. 54	
Figura 4. Perfil de plotagem dos dados sensoriais entre as amostras de queijos azuis.	55
Figura 5. Análise de componentes principais em 2D dos dados de sensorial: (A) <i>PCA scores plot</i> , (B) <i>scatterloadingplots</i>	56
Figura 6. Análise de componentes principais em 3D das análises físico-químicas, instrumentais e sensoriais de queijos azuis.....	57

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Caracterização das amostras codificadas de queijo azuis.	39
Tabela 2. Parâmetros físicos e químicos médios \pm DP e seus valores mínimos e máximos para as amostras de queijos azuis.	43
Tabela 3. Parâmetros médios \pm DP de cor e seus valores mínimos e máximos para as amostras de queijos azuis.	48
Tabela 4. Parâmetros médios \pm DP de textura e seus valores mínimos e máximos para as amostras de queijos azuis.	49
Tabela 6. Medidas Hedônicas médias \pm DP por atributo e seus valores mínimos e máximos para as amostras de queijos azuis.	52

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ACP	Análise de Componentes Principais
ANOVA	Análise de Variância
CEU	Amostra de Queijo Azul Internacional
CSA	Amostra de Queijo Azul Nacional
DEA	Departamento de Engenharia de Alimentos
DTA	Análise Térmica Diferencial
DSC	Análise de Calorimetria Diferencial de Varredura
ETLQueijos	Escola Tecnológica de Leite e Queijos dos Campos Gerais
IN	Instrução Normativa
IGP	Indicação Geográfica Protegida
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
PDO	Produto com Denominação de Origem
SIF	Serviço de Inspeção Federal
UEPG	Universidade Estadual de Ponta Grossa

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2 OBJETIVOS	13
2.1 Objetivo geral	13
2.2 Objetivos específicos.....	13
3 REVISÃO DE LITERATURA	14
3.1 O mercado nacional de queijos	14
3.2 Composição do leite para fabricação de queijos.....	15
3.3 Origem e definições dos queijos azuis.....	17
3.4 Fabricação de queijos azuis	19
3.4.1 Preparo e ponto da massa	19
3.4.2 Processo de salga.....	20
3.4.3 Processo de maturação.....	21
3.5 Branqueamento e a cor em queijos azuis	24
3.6 Tratamento com natamicina (anti-fúngico).....	26
3.7 Embalagens para queijos azuis	27
3.8 Principais defeitos de queijos azuis	27
3.9 Análise sensorial	30
3.10 Técnicas termoanalíticas	31
3.11 Análise estatística.....	32
4. MATERIAL E MÉTODOS	33
4.1 Materiais.....	33
4.2 Métodos	33
4.2.1 Caracterização da amostra.....	33
4.2.2 Perfil de textura	34
4.2.3 Análise de cor.....	34
4.2.4 Análises físico-químicas	35
4.2.5 Indicadores de maturação	35
4.2.6 Calorimetria exploratória diferencial	35
4.2.7 Análise sensorial	36
4.2.8 Análise estatística.....	36
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
5.1 Origem e características dos queijos azuis.....	38
5.2 Parâmetros físicos, químicos, validade e preço dos queijos azuis.....	42
5.3 Parâmetros de cor dos queijos azuis	47
5.4 Perfil de textura dos queijos azuis	49
5.5 Análise de Calorimetria Exploratória Diferencial	50

5.6 Avaliação sensorial dos queijos azuis.....	52
6. CONCLUSÃO	58
7. REFERÊNCIAS.....	60
ANEXO A: FICHAS PARA SELEÇÃO DE AVALIADORES.....	67
ANEXO B: FICHA PARA AVALIAÇÃO SENSORIAL	68

1. INTRODUÇÃO

No início do século XXI os queijos azuis começaram a ser conhecidos e apreciados pelos brasileiros. Esta classe de queijo, representada majoritariamente pelo queijo Tipo Gorgonzola, expandiu rapidamente e representa 0,5% do mercado nacional de queijos com aproximadamente 5,25 mil toneladas produzidas em 2017, podendo ser encontrada na maior parte do território nacional, uma vez que existe produção inspecionada (SIF/MAPA) desde o estado do Rio Grande do Sul até o estado de Goiás.

Os queijos azuis *Roquefort* (França), *Gorgonzola* (Itália) e *Danablu* (Dinamarca), são alguns exemplos de queijos dessa classe aos quais foi concedido o *status* de Denominação de Origem Protegida (DOP) ou Indicação Geográfica Protegida (IGP). O termo que designa a coloração “azul” nestes produtos é devido ao processo de maturação pelo fungo *Penicillium roqueforti*, o qual tem como característica o crescimento de micélio de coloração verde na parte interna do queijo que após o contato com oxigênio torna-se azulado.

Estes queijos apresentam características sensoriais distintas e marcantes, sendo consumido não apenas como queijo de mesa, mas também na formulação de produtos e em inúmeras preparações culinárias. Entretanto, as diferentes marcas de queijos azuis nacionais apresentam variações, principalmente em relação ao teor de sal, textura e aspectos sensoriais relacionados à maturação, além de defeitos específicos a esta classe de queijos, que afetam diretamente a aceitação pelo consumidor.

Estas oscilações de qualidade ocorrem devido a poucas informações a nível tecnológico e analítico sobre a fabricação e a qualidade de queijos azuis. A Instrução

Normativa nº 45, 23/10/07 (“Legislação: Instrução Normativa MAPA - 45, de 23/10/2007- Defesa Agropecuária do Estado de São Paulo”) específica para queijos azuis é muito limitada em relação aos parâmetros de qualidade, e abre diversas brechas para a utilização de diferentes protocolos de fabricação, os quais sem o conhecimento técnico necessário podem gerar um produto sem um padrão de qualidade esperado. Além disso, a importação de queijos azuis de países da Europa e do Mercosul vem aumentando de forma significativa. Isto pode estar ocorrendo devido à falta de qualidade dos produtos nacionais, deixando o produto final sem as características esperadas para um queijo azul.

Portanto, o objetivo desta pesquisa foi avaliar e comparar os aspectos químicos, térmicos, tecnológicos e sensoriais de queijos azuis nacionais e internacionais.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

- *Avaliar, comparar e discutir* as características químicas, térmicas, tecnológicas e sensoriais de queijos azuis nacionais e internacionais.

2.2 Objetivos específicos

- *Determinar e verificar* a variabilidade de composição físico-química de queijos azuis comerciais nacionais e internacionais;

- *Avaliar* a qualidade sensorial de queijos azuis nacionais e internacionais;

- *Analisar* os lipídeos de queijos azuis com diferentes níveis de maturação através da calorimetria exploratória diferencial;

- *Analisar e classificar* as amostras de queijos azuis a partir de ferramentas quimiométricas.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 O mercado nacional de queijos

O consumo de queijos no Brasil vem crescendo significativamente, seja ele industrial ou artesanal. Em 2014, esse mercado movimentou cerca de 14 bilhões de reais, valores que atraem indústrias de fora do país (ABIQ, 2014). Com esse aumento no consumo, existe um conseqüente aumento na procura por queijos finos, abrindo o mercado para queijos como o Gorgonzola e Roquefort. Em 2017 foram produzidos 5.247.012 Kg de queijo gorgonzola inspecionados no Brasil, segundo relatório do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) referente a produção de queijos mofados por Unidade da Federação (UF), representando assim, cerca de 0,5% do total de 1,105 milhões de toneladas de queijos produzidos (MAPA, 2018).

Esse aumento na procura por um produto diferenciado estimula a fabricação, fazendo com que se torne necessário um maior controle de qualidade na produção e distribuição desse produtos. O consumo médio do brasileiro é cerca de 5,0 kg *per capita*, valores baixos quando comparados a países Europeus como a França que chega a 23 Kg *per capita*. Essa diferença indica um elevado potencial de crescimento no consumo no Brasil, tornando a produção de queijos finos um empreendimento com um ótimo retorno de investimento (ABIQ, 2017).

O consumo de produtos lacteos representa uma ingestão de 5% em nutrientes totais consumidos diariamente pelos brasileiros. Essa porcentagem é pequena quando comparada com países Europeus, que em média alcançam 30% na ingestão necessária por dia.

A partir de 2014 o crescimento na produção de derivados do leite diminui

pela metade, fato este influenciado por uma crise econômica que afetou o poder de compra da população. Portanto, havendo uma melhora na economia, diretamente influenciará um aumento no consumo de queijos. Com base, nessa expectativa de mercado futuro, várias empresas internacionais e grandes empresas nacionais estão investindo no mercado de queijos no Brasil (ABIQ, 2017).

3.2 Composição do leite para fabricação de queijos

Na elaboração de queijos azuis são utilizados comumente leite de vaca, ovelha e leite de cabra. Esses leites podem ser utilizados isoladamente ou em misturas, segundo a Instrução Normativa nº 45 de 23/10/2007, devem ser descritos no rótulo "leite" para a espécie bovina, "leite de ovelha" e/ou "leite de cabra" quando correspondente. No Brasil, mais de 90% dos queijos azuis são produzidos com leite bovino, sendo o Tipo Gorgonzola, o principal representante.

A legislação vigente, ("Instrução normativa nº 76, de 26 de novembro de 2018 - Diário Oficial da União - Imprensa Nacional") estabelece os requisitos físico-químicos do leite para o processamento de queijos. O teor de lipídeos deve ser de no mínimo de 3%, a densidade 1,028 a 1,034 g/mL a 15°C, a acidez titulável em gramas em ácido láctico por 100 mL de 0,14 a 0,18, o extrato seco desengordurado mínimo 8,4 g/100g, o índice crioscópico entre -0,530 a -0,555°H (grau Hortvet) ou equivalentes de -0,512°C a -0,536°C e o mínimo de 2,9 g/100g para proteínas. Os limites na contagem para célula somática (CCS) de no máximo 500.000 CCS/mL e contagem padrão em placas (CPP) de no máximo 300.000 UFC/mL de leite.

Vários parâmetros físico-químicos e sensoriais dos queijos estão ligados diretamente à composição e qualidade do leite. O leite de vaca é composto basicamente por 87% de água, 4% de gordura, 3,1%, de proteínas, 4,6% de lactose

e 0,9% de minerais e vitaminas (HARDING, 1995). Diversos fatores influenciam essa composição, dentre eles a raça do animal, idade, período de lactação, alimentação e estação do ano (TIEZZI et al., 2015). O teor de gordura é o composto que possui a maior variância na composição do leite, e influencia diretamente o rendimento da produção de queijos e derivados (SINGH et al., 2003).

O leite de ovelha segundo a FAO (2009) possui maior teor de sólidos totais (16%) e de gordura (5%) apresentando um maior rendimento (v/v) em comparação ao leite de vaca. O índice crioscópico deve ser de $-0,581^{\circ}\text{H}$.

O leite de cabra segundo a Instrução Normativa de nº 37 de 2000 (BRASIL, 2000) deve apresentar o teor de gordura original contido na matéria-prima, porém deve conter um mínimo de 8,2% de sólidos não gordurosos, mínimo de 2,8% para proteína e mínimo de 4,3% para lactose. Além disso, a acidez titulável de 0,14 a 0,18% de ácido láctico, densidade a 15°C deve estar entre 1,0280 a 1,0340 g/L e o índice crioscópico variando de $-0,550$ a $-0,585^{\circ}\text{H}$ (ABREU et al., 2015). Queijos produzidos com leite contendo menor teor de gordura apresentam uma maior dureza, por outro lado, queijos produzidos com um leite contendo maior teor de gordura apresentam uma textura macia. Além da importância tecnológica os ácidos graxos, como o ácido linoleico conjugado (CLA) presente no leite, podem prevenir doenças como o câncer (SHAH, 2000).

Com relação ao nitrogênio total, 95% correspondem às proteínas do leite e 5% ao nitrogênio não proteico. O teor de proteína é cerca de 2,9 g/100mL, consiste em 80% de caseína dissociadas de acordo com sua solubilidade em pH 4,6 (ponto isoelétrico das caseínas) e 20% de proteínas do soro hidrossolúveis (VERRUCK, 2019). A caseína impacta diretamente, assim como os lipídeos, no rendimento em queijo e em aspectos sensoriais de produtos lácteos e derivados, é a fração mais

importante do ponto de vista industrial (propriedades industriais) e nutricional do leite (KRUIF et al., 2012). Segundo Rao et al. (2018) as proteínas presentes no leite e no soro se mostraram eficientes na inibição do câncer de mama e na cabeça.

No leite, cerca de 95% das caseínas estão agregadas sob forma de dispersão coloidal, conhecidas como micelas de caseína (RUETTIMANN; LADISCH, 1987). A caseína consiste em uma fosfoproteína caracterizada por grupamentos ácidos e estabilizada por íons cálcio e fosfato, formada por quatro proteínas distintas: alfa S1 (α S1-CN), alfa S2 (α S2-CN), beta-caseína (β -CN) e kappa-caseína (κ -CN) (DALGLEISH, 2011; GIANNINO et al., 2009; LUCEY et al., 1997). As proteínas presentes no soro compreendem em especial α -lactoalbumina (α -La) e β -lactoglobulina (β -Lg), na proporção aproximada de 1:3, juntamente com soroalbuminas e imunoglobulinas como constituintes menores. O nitrogênio não proteico, que corresponde a 5 g/100mL da composição do leite, é composto por 30 a 50% de ureia e o restante formado pela creatinina, ácido úrico, aminoácidos e amônia (BRODERICK; CLAYTON, 1997).

Os carboidratos do leite apresentam as menores alterações em relação aos fatores intrínsecos e extrínsecos (OLIVEIRA et al., 2010), o principal carboidrato encontrado no leite é a lactose representando um total 5% da composição do leite (NERO et al., 2009).

3.3 Origem e definições dos queijos azuis

Queijos azuis provavelmente foram produzidos por um longo período de tempo de forma deliberada ou por acidente, antes de serem descritos. O Gorgonzola foi o primeiro queijo azul ou de veia azulada a ser mencionado na literatura, isto ocorreu no ano 879, enquanto o queijo Roquefort foi descrito em documentos

alfandegários em 1070. O Gorgonzola é de origem italiana, inicialmente produzido de forma rústica nas cavernas calcárias naturais onde à temperatura média fica entre 6 a 12°C e a umidade relativa maior que 85%, condições ideais para a maturação. Sua origem pode estar relacionada com a produção de centeio, devido ao *Penicillium roqueforti* ser um contaminante natural e presente nessa região (CANTOR et al., 2017).

Os queijos azuis foram propagados de forma mais lenta em relação a outros queijos finos, porém sua propagação ocorreu de forma contínua e atualmente está disponível em todo o mundo (CANTOR et al., 2017; LAURINDO et al., 2017).

Segundo de denominação de proteção de origem Europeia:

“O queijo Gorgonzola inicialmente chamado de “stracchino di Gorgonzola” devido ao sinônimo “stracchino verde” que remete a ordenha na época de outono, na qual ocorre a mudança de pastagens alpinas. O queijo Gorgonzola protegido pelo decreto n.º 1269 de 1955, modificado em 1977 e acordada pelo DPR n.º 1099 de 10/11/1996. O decreto regulamenta e protege a região de fabricação do queijo bem como: o método de fabricação, salga, maturação e características do produto. O queijo Gorgonzola deve ser produzido nas regiões de Bergamo, Brescia, Casal Monferrato, Cremona, Como, Milano, Pavia, Novara, Vecelli e Cuneo, todas no norte da Itália (CPGC, 2015)”.

Segundo a legislação nacional vigente, publicada no Diário Oficial de nº 125 quinta- feira, 3 de Julho de 1997, entende se por queijos azuis:

Entende-se por queijo azul, o produto obtido da coagulação do leite através de coalho e/ou outras enzimas coagulantes apropriadas, complementado ou não pela ação de bactérias lácticas específicas, e mediante um processo de fabricação que utiliza fungos específicos (*Penicillium roqueforti*), complementados ou não pela ação de fungos e/ou leveduras subsidiárias, encarregadas de conferir ao produto características típicas durante os processos de elaboração e maturação. Será denominado queijo azul opcionalmente poderá denominar-se Queijo tipo Gorgonzola ou Queijo tipo Roquefort. O produto deverá ter massa de consistência mole, com untura manteigosa. A textura deverá ser fechada ou com poucos buracos mecânicos ou alguns em cabeça de alfinete, e a crosta fina, úmida, meio pegajosa. O formato do queijo, de preferência, deverá ser cilíndrico com faces planas e ângulos vivos. Características organolépticas: aspecto - massa mole, esfarelante. Cor - branco-creme, apresentando as características formações verde azuladas, cheiro próprio, sabor levemente salgado e picante. Características

físicas e químicas umidade, máximo 42% p/p, lipídeos do leite (calculados sobre a matéria seca) mínimo 45% p/p.

3.4 Fabricação de queijos azuis

3.4.1 Preparo e ponto da massa

O tipo de leite (bovino, ovino, cabra ou misturas) utilizado dependerá do tipo de queijo que será processado. No processo do queijo Gorgonzola o leite é integral e pode ser cru, ou tratado termicamente (termização 62°C por 15s ou pasteurização 72-75°C por 15s) (CANTOR et al., 2017).

Na Figura 1, pode ser observado um fluxograma geral para queijos azuis. Após o tratamento térmico o leite é resfriado e mantido na temperatura de 32-34°C. Neste momento é feito a adição de cloreto de cálcio 50% m/m, uma vez que o cálcio solúvel do leite se tornou insolúvel com o tratamento térmico. Nessa etapa pode ser inoculado ao leite as culturas primárias (*starter*) caso o leite tenha sido pasteurizado, e pode ser inoculado esporos do fungo *Penicillium roqueforti* (cultura secundária). A cultura primária tem como função principal acidificar o leite e o queijo até o início da maturação, além de conferir textura e aroma aos queijos. O coagulante adicionado pode ser enzima quimosina em pó ou líquida, coagula o leite após um período de 30 a 40 min. Atingido o ponto ideal é realizado o corte de massa com liras de 2,0-2,5 cm³. A próxima etapa é agitação lenta durante 15 min. Em seguida a agitação é feita de forma lenta por 5 min seguido de uma pausa de 5 min, repete-se este processo até completar o período de 40 a 60 min, até ser atingido o ponto ideal da massa. Nesse ponto a massa é decantada no tanque e o soro é retirado. A massa depositada e compactada no fundo do tanque é quebrada e adicionado cloreto de sódio (0,4 Kg/100L). O pH neste momento deve estar entre 4,6 a 4,9. Antes da enformagem é realizado o inóculo de *P. roqueforti* (0,1 g de esporos liofilizados para

100L de leite, re-hidratados 24h antes da aplicação). A massa é homogeneizada e adicionada em fôrmas redondas com dimensões ao redor de 25-30 cm de diâmetro e 16-20 cm de altura, possibilitando queijos cilíndricos de 1,5 a 3,0 kg, porém estes queijos podem chegar a 12 kg (FERNÁNDEZ-SALGUERO, 2004; CANTOR et al., 2017; FURTADO, 2013).

Após a enformagem são realizadas três viragens dentro da fôrma no intervalo regular de duas horas a cada viragem. O queijo completa a fermentação dentro da fôrma até atingir o pH 4,7 durante um período de 12 h. Os queijos são retirados das fôrmas e salgados a seco uma vez por dia durante três dias consecutivos. A maturação ocorre em temperatura de 12°C e UR 85-90%. Após 20 dias de maturação o queijo é perfurado com cerca de 90-150 furos (3 mm de diâmetro) que não ultrapassam a fôrma (Figura 1) (CANTOR et al., 2017; FURTADO, 2013; MOREIRA et al., 2018).

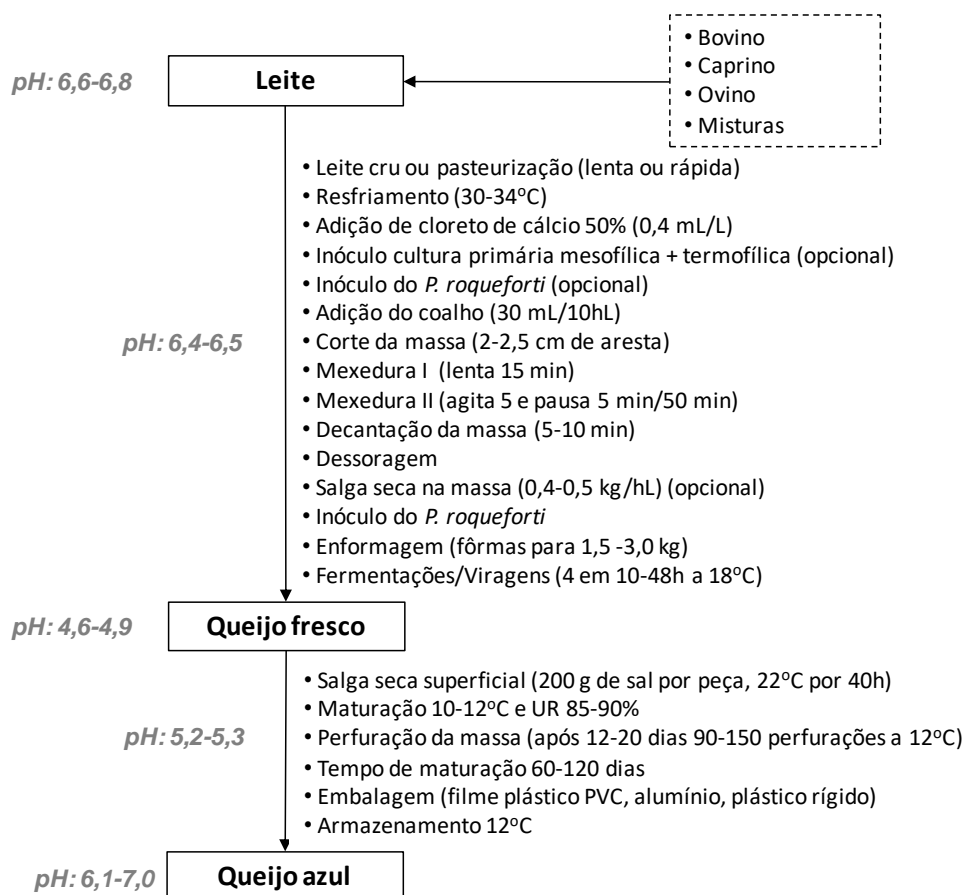
3.4.2 Processo de salga

Após a dessoragem a salga em queijos azuis pode ser realizada diretamente na massa ou sobre o queijo após a sua retirada da fôrma. Em queijos maturados por mofo azul o cloreto de sódio desempenha papel fundamental na seletividade dos microrganismos que irão se desenvolver, para isso, é necessário uma concentração maior na superfície, para evitar o crescimento de microrganismos indesejáveis. A salga realizada a seco é a comumente realizada, consiste espalhar uma quantidade pré-determinada de sal na superfície dos queijos de forma que essa camada fique uniforme (LAW; TAMIME, 2010).

Tecnologicamente quantidades inferiores a 5% de cloreto de sódio no queijo provou aumentar o desenvolvimento de diversos tipos de leveduras, quando

utilizados valores maiores de 5% em relação a massa de queijo os níveis de contaminação são reduzidos drasticamente (SHRESTHA et al., 2011). Entretanto, quando adicionado teores superiores a 6% o sal pode interferir na ação de enzimas desejáveis (FOX et al., 2017).

Figura 1. Fluxograma geral do processamento de queijos azuis.



Fonte: (CANTOR et al., 2017; FURTADO, 2013)

3.4.3 Processo de maturação

O *Penicillium roqueforti* ou *P. glaucum* é um fungo aeróbio, porém cresce bem em baixas concentrações de oxigênio (em menos de 5% de oxigênio), mesófilo com faixa ótima de pH entre 5,5 e 7,5.

Entretanto, a germinação dos conídios e o crescimento inicial do micélio são facilitados em presença de níveis mais elevados de oxigênio. A composição aproximada de oxigênio no interior de um queijo azul varia de 2,5 a 7,0%, enquanto que o teor de gás carbônico estaria entre 21 e 41%. Assim, é necessário que os queijos sejam perfurados logo após a salga e o tratamento eventual com anti-fúngicos, o que permitirá a saída de gás carbônico resultante de fermentações futuras, a renovação do oxigênio no interior do queijo logo no início da maturação e diminuir o risco de contaminação. São usados perfuradores pneumáticos, de grande eficiência ou processo manual. Recomenda-se 150 furos de cada lado do queijo para as peças tradicionais de cerca de 3 kg (1cm de distância de cada furo), usando-se varetas de aço inox que não atravessam inteiramente a fôrma. Esta operação deve ser realizada na temperatura inferior a 12°C (queijo frio) a fim de evitar que a massa se feche novamente sobre os furos recém feitos (CANTOR et al., 2017; FERNÁNDEZ-SALGUERO, 2004).

Se a perfuração for feita tardiamente, a casca do queijo poderá estar contaminada com leveduras e outros micro-organismos que serão então levados para o interior do queijo, com prejuízo de sua qualidade. Se o queijo apresentar trincas no momento da perfuração provavelmente estará muito ácido, desmineralizado e com umidade muito baixa (FURTADO, 2013).

A temperatura ótima de crescimento é de 6 a 12°C (CUPPERS; BRUL, 1997). A maturação deve ocorrer em ambiente com umidade relativa superior a 90%, temperatura de 10°C durante um período de 60 até 120 dias. Após 20 dias de sua fabricação os queijos são perfurados para promover maior presença de oxigênio permitindo assim que o mofo tenha um ambiente interno favorável para seu crescimento. Nestas perfurações o fungo cresce desenvolvendo assim as

características de “veias azuis” no queijo.

A maturação de queijos por mofo azul é influenciada por vários parâmetros como pH inicial do queijo, quantidade de mofo adicionada, umidade do queijo, temperatura da câmara de maturação e quantidade disponível de oxigênio dentro do queijo (BERESFORD et al., 2001).

No processo de maturação de queijos azuis ocorre o desenvolvimento do *Penicillium roqueforti* que cresce internamente nas olhaduras mecânicas e nas veias formadas manualmente. Nesta fase de crescimento do fungo e do processo de maturação ocorre o consumo de ácido láctico e produção de metabólitos, através da intensa ação proteolítica e lipolítica, o que resultará em intenso sabor e aroma, textura macia e características próprias (MARTÍNEZ et al., 2013). Ainda ocorrem em menor intensidade ações de glicólise e catabolismo do citrato, essas combinações de fenômenos são responsáveis pelas características de cada queijo.

As ações proteolíticas e lipolíticas são fundamentais para o desenvolvimento das características dos queijos azuis. Na lipólise as enzimas exógenas ou endógenas, são capazes de liberar ácidos graxos de cadeia curta, que contribuem significativamente para o desenvolvimento do sabor final do queijo e são precursores de compostos voláteis (FOX et al., 2017). Esse processo de hidrólise de triglicérido é a principal mudança em queijos azuis, pois, intensifica os aromas e modifica a textura dos queijos. Ácidos graxos livres contribuem para o aroma do queijo, e sua intensidade depende não somente da concentração, mas da distribuição entre as fases aquosa e gordurosa, o pH do meio, a presença de certos cátions e a degradação protéica (SINGH; DRAKE; CADWALLADER, 2003). Os agentes lipolíticos presentes no queijo têm origem no leite e na microbiota natural (FOX et al., 2017). A cultura de *P. roquefort* possui lipases intracelulares importantes para a

produção de compostos aromáticos como cetonas e ainda podem oxidar formando lactonas, que participam de maneira efetiva na composição final do aroma.

A proteólise acontece durante a maturação e notada pela modificação da textura devido à hidrólise da caseína. Influencia no sabor através da produção de aminoácidos, que também servem como substrato para outras vias metabólicas geradoras de aroma e sabor. Durante a maturação a proteólise é catalisada por uma série de enzimas oriundas do coagulante, leite, culturas *starter* e culturas secundárias. Nos queijos maturados azuis, a hidrólise das proteínas ocorre pela ação da cultura primária e do mofo presente no queijo (DIEZHANDINO et al., 2015; VARMING et al., 2013).

A formação de aromas em queijos azuis está ligada a compostos gerados principalmente pela lipólise. Quando maior for a ação de enzimas maior será a formação de compostos voláteis conferindo aos queijos suas características próprias durante esse período (CHAMBA; IRLINGER, 2004).

Concluída a maturação, os queijos azuis devem apresentar de 48 a 52% de umidade (alta umidade), 28 a 30% de gordura no extrato seco (semi-gordo), 3,7 a 4% de sal e de 20 a 22% de proteínas, esses valores podem variar de acordo com as tecnologias de produção e matéria prima e tempo de maturação (LAURINDO et al., 2017).

3.5 Branqueamento e a cor em queijos azuis

A cor consiste no primeiro atributo sensorial no qual o consumidor tem contato com o queijo, por esse motivo pode estar diretamente ligado a intenção de compra final do consumidor (VARMING et al., 2013). O crescimento durante a maturação do *P. roqueforti* em queijos confere uma mudança na cor original do queijo fresco,

inicialmente branco ou levemente amarelado (no leite de vaca devido aos carotenóides), que ao longo do desenvolvimento interno do fungo em perfurações denominadas de veias (mecânicas) e olhaduras (biológicas e mecânicas) ficam com coloração azul-esverdeada (DIEZHANDINO et al., 2016). A intensidade e distribuição do micélio na parte interna do queijo são características de qualidade. No corte do queijo azul a sua aparência deve lembrar um aspecto de “mármore”. Esta característica torna os queijos azuis facilmente identificáveis (LAWLOR et al., 2003).

O Roquefort original é elaborado com leite de ovelha, que não possui β -caroteno (precursor da vitamina A), substância que confere tom ligeiramente amarelado à gordura do leite de vaca. Para imitar a cor clara da massa do Roquefort, que forma um atraente contraste com as veias verde-azuladas do *P. roqueforti*, é comum realizar o branqueamento (ou descolorimento) da gordura do leite de vaca na elaboração dos queijos azuis. O componente mais usado é a clorofila, que pode ser adicionada 10 minutos antes da coagulação, à base de 5 a 10 mL/100L de leite (depende da origem do leite e de seu teor de gordura). O uso excessivo de clorofila pode provocar formação de cor esverdeada no queijo. Nos EUA também é permitido o uso do peróxido de benzoílo no leite (0,002%) ou no creme (7,0 gramas por 45 kg de gordura pura, seguido de aquecimento a 60°C por 2 hs para destruir o peróxido). Também pode ser usado o dióxido de titânio (10 a 15 g/100L de leite) (CANTOR et al., 2017; FURTADO, 2013).

O sistema CIELAB indica cor pelos parâmetros de L^* , a^* e b^* , nos quais L^* indica a Luminosidade (indo de 0 – preto, a 100 – branco), e a^* e b^* indicam a cromaticidade, sendo que $+a^*$ é direcionado ao vermelho e $-a^*$ ao verde, e $+b^*$ direciona ao amarelo enquanto $-b^*$ ao azul, os valores permitiram calcular o ângulo

Hue tonalidade ou matiz, Croma ou saturação da cor e Índice de brancura. Em queijos azuis a cor é dividida de forma desuniforme, geralmente um queijo azul apresenta regiões brancas (massa) e regiões azuis esverdeadas pela presença do fungo e regiões amareladas devido a presença de carotenoides ou oxidação lipídica (ABRAHAM et al., 2007; GILLOT et al., 2015).

3.6 Tratamento com natamicina (anti-fúngico)

Os queijos azuis são muito susceptíveis ao crescimento de uma flora indesejável (fungos e leveduras contaminantes) na sua casca. No período de maturação, além do crescimento do *P. roqueforti* responsável pela proteólise e elevação do pH, podem se instalar bactérias corineformes, como *Brevibacterium linens*, que tornam a casca “melosa/viscosa” e avermelhada. Para evitar este problema, recomenda-se o tratamento da casca do queijo com natamicina.

A natamicina um agente antifúngico natural produzido pela fermentação da bactéria *Streptomyces natalensis*. Comercializada na forma de pó é praticamente insolúvel em água, pouco solúvel em metanol, e mais solúvel em ácido acético glacial e dimetilformamida Food Chemicals Codex, 2010-2011(Food Chemicals Codex (FCC)). A baixa solubilidade em água (aproximadamente 30 - 50 mg/L) garante que esta permaneça na superfície e não migre para a matriz alimentar. A solução aquosa pode conter 3 a 5 g do anti-fúngico por litro e ser aplicada por aspersão ou por imersão de dois segundos (solução de 5 L contendo 100 g de cloreto de sódio e 8 g de natamicina pura, suficiente para 240 - 300 Kg de queijos). A natamicina ou pimarina apresenta uma potente ação anti-fúngica que é suficiente para evitar o problema de contaminações indesejadas e manter a casca do queijo limpa e bem branca (DAVIDSON; SOFOS; BRANEN, 2005; MARTÍNEZ et al., 2013).

Os bolores são suscetíveis a concentrações mínimas inibitórias de 0,1 a 10 µg/mL de natamicina, já as leveduras são inibidas de 1 a 5 µg/mL de concentração. Este antibiótico realiza ligação irreversível ao ergosterol celular do fungo levando à formação de canais iônicos e conseqüentemente aumentando a permeabilidade celular e resultando em morte microbiológica. A ineficácia contra bactérias é útil à indústria alimentícia, pois não interfere na fermentação ou em processos de maturação (DAVIDSON et al., 2005). Após este tratamento os queijos podem ser perfurados (CANTOR et al., 2017).

3.7 Embalagens para queijos azuis

Queijos azuis são comercializados em diversos tamanhos e embalagens. O uso de embalagem de polietileno de baixa densidade é comumente encontrado em centro de distribuição é um material que oferece baixa resistência mecânica, nenhuma resistência à luz e não fecha hermeticamente o queijo (COUTINHO et al., 2003). Tradicionalmente os queijos azuis são comercializados em embalagem de alumínio, a qual oferece uma melhor resistência à luz preservando melhor as características do queijo por um período de tempo maior. Embalagens de plástico rígido são utilizadas quando existe a necessidade de uma resistência mecânica maior, são os casos dos queijos importados, os quais passam por longos períodos de transportes (ALVES et al., 1994).

3.8 Principais defeitos de queijos azuis

Muitos dos defeitos apresentados em queijos maturados não estão relacionados diretamente a qualidade do leite. Os queijos azuis por se tratarem de um tipo de queijo onde são empregados diversas etapas e processos tecnológicos

podem apresentar vários problemas tecnológicos (FURTADO, 2013).

Queijos Gorgonzola com pouco mofo pode ser considerado por diversos autores o problema mais comum. Esses queijos apresentam poucas veias e pouco crescimento de mofo azul no queijo, ou seja, o *Penicillium roqueforti*, pode estar sem ou com baixa atividade. Essa cepa é geralmente comercializada na forma liofilizada e deve ser mantida em temperatura de 4°C (FURTADO, 2013).

Um defeito é a massa compactada e sem olhaduras mecânicas, o qual provoca o fechamento da massa e conseqüentemente a falta de oxigênio para o desenvolvimento do *P. roqueforti*. Essa compactação pode ser efeito de uma massa com pouca firmeza, tamanho dos cubos da coalhada muito grandes ou muito pequenos, enformagem com muito soro ou com pouco soro ou enformagem com a massa ainda quente. A consequência de uma massa muito fechada é a falta de circulação de oxigênio na massa e expulsão de gás carbônico principalmente nos primeiros 20 dias, dificultando o crescimento do mofo nesse período.

Quando utilizado leite pasteurizado em altas temperaturas pode ocorrer regiões sem crescimento do mofo devido a eliminação térmica de nutrientes essenciais ao seu crescimento. O teor de cloreto de sódio em concentração maior ou igual a 13% inibe completamente o crescimento de *Penicillium roqueforti*. Outros fatores seriam a temperatura de maturação abaixo de 5°C e a presença de antibióticos no leite que não permitem a redução do pH e acidificação necessária (FURTADO, 2013).

Quando ocorre o efeito contrário, ou seja, um queijo excessivamente mofado também é um defeito que causa sabor desagradável e pode estar relacionado à adição exagerada de mofo ou a massa muito aberta, nesse caso é necessário lembrar que não se deve adicionar mofo em quantidade superiores as indicadas

pelos fabricantes. O cloreto de sódio também pode influenciar na ausência de mofo na região periférica, onde *Penicillium roqueforti* cresce apenas no centro do queijo, em virtude da concentração de cloreto de sódio (sal) ser maior e a umidade menor quanto mais próximo à casca. Quando o sal não migra suficientemente para a região interna do queijo, ocorre maior proteólise no centro, ficando o queijo com mancha de coloração creme na região central. Durante a maturação, caso o queijo azul ou tipo Gorgonzola não seja virado constantemente, pode ocorrer o crescimento de mofo em apenas metade da massa (FURTADO, 2013).

Algumas contaminações podem interferir no aspecto de queijo azul e tipo Gorgonzola, como a formação de limo resultante do crescimento de alguns bolores, leveduras e principalmente da bactéria *Brevibacterium linens* que se manifesta com a elevação do pH.

O crescimento de mofos contaminantes na casca do queijo, em função das condições de maturação para *Penicillium roqueforti* também facilita a proliferação de mofos contaminantes como *Aspergillus* sp., *Mucor* sp. e outras espécies de *Penicillium*, e manchas de coloração creme e rosada no interior do queijo, por contaminação durante a perfuração ou posteriormente, geralmente causada pelo mofo *Geotrichum penicillatum*, por *Micrococcus* e leveduras do gênero *Candida*.

Em alguns casos, a ausência de crescimento de *Penicillium roqueforti* no queijo pode ocorrer pela competição com *Geotrichum candidum*, que tem características de fungo e levedura e utiliza das mesmas fontes de energéticas para o seu crescimento (FURTADO, 2013).

Queijo azul excessivamente ressecado é um dos problemas mais graves e rotineiros da indústria e geralmente está relacionado a baixo teor de umidade da câmara de maturação ou ao baixo teor de gordura no extrato seco. Porém, este

defeito pode acontecer quando a coalhada é cortada em grãos muito pequenos, demora excessiva na enformagem, ou quando a câmara é muito grande em relação a quantidade de queijos ou há correntes de ar muito fortes (FURTADO, 2013).

Em massas que não foram suficientemente dessoradas ou com muita lactose, o pH não se eleva rapidamente para a condição ótima de proteólise e lipólise (em torno de pH 6,0) e o queijo fica sem sabor, mesmo que mofado. Já em queijos excessivamente maturados, pode ocorrer saponificação, pois os ácidos graxos livres reagem com o cálcio ou potássio, interferindo no sabor. Por outro lado, queijos pouco mofados tendem a ter sabor amargo, pois o pH baixo dos primeiros dias de maturação favorece a ação de aspartil-proteases do *Penicillium roqueforti* que forma peptídeos amargos, característica que tende a desaparecer após longos períodos de maturação (DAVIDSON et al., 2005).

3.9 Análise sensorial

A análise sensorial tem papel fundamental em projetos de pesquisa que envolvam qualidade de alimentos. Ela oferece uma enorme gama de possibilidades para se analisar as características presentes nos alimentos, mudanças durante processos e formulações de novos produtos (FERREIRA et al., 2008).

A utilização da análise sensorial visa preencher uma lacuna entre as análises físico-químicas e a percepção final do consumidor. Com sua utilização é possível afirmar ou rejeitar um produto com base em características que não podem ser definidas com análises de laboratório (MUÑOZ, 2002).

O resultado obtido na análise sensorial pode ser aplicado no controle de qualidade e na correlação entre medidas sensoriais e instrumentais. Possibilita gerar um perfil sensorial completo e permite análises estatísticas dos dados. A

representação gráfica do método é dada pelo gráfico de perfil, que considera a média dos avaliadores e cada vetor representa um atributo definido pela equipe (ABNT, 1993)

A utilização da análise sensorial para verificar a qualidade de produtos nacionais e importados e estabelecer comparações entre os mesmos, relacionando com análises físico-químicas resulta em um trabalho com grande embasamento teórico e prático que visa analisar diretamente o consumidor (MUÑOZ, 2002). A utilização dessas ferramentas se torna cada vez mais presente em trabalhos que utilizam alimentos (GALLI et al., 2016). A utilização da escala hedônica oferece uma grande variedade de escolhas para o provador, permitindo que o mesmo preencha uma escala de 1 (desgostei extremamente) a 9 (gostei extremamente), possibilitando que sejam avaliados em uma mesma amostra diversos aspectos como cor, aparência, sabor, textura e odor (WADHWANI; MCMAHON, 2012).

3.10 Técnicas termoanalíticas

A definição de análise térmica implica na união de um grupo de técnicas nas quais uma propriedade física de uma substância ou seus produtos da reação são medidas em função da temperatura, enquanto a substância está sendo exposta a temperatura e tempo controlados (MA; HARWALKAR, 1991).

Pela análise de Calorimetria Diferencial Explorativa (DSC) é possível estimar a temperatura inicial de oxidação do material analisado (LOPEZ et al., 2006). Na análise de DSC são verificadas as variações de entalpia que ocorrem entre as amostras e a referência durante o aquecimento, sendo verificados comportamentos de liberação e absorção de energia relacionadas com a variação da massa da amostra (CHALAMIAH et al., 2017; PRADO CORDOBA et al., 2016).

A fração lipídica dos queijos foi analisada pelo DSC para estimar a sua temperatura inicial e final de oxidação. Os lipídeos naturalmente exibem auto-oxidação, a qual está ligada diretamente a vida de prateleira de queijos (MARINHO et al., 2015).

3.11 Análise estatística

Os dados obtidos nas análises físico-químicas e sensoriais foram avaliadas utilizando Análise de Variância (ANOVA) e Análise de Componentes Principais (ACP).

Análise de variância é uma ferramenta estatística paramétrica que gera um teste estatístico para saber se as médias de grupos são distintas entre si. Essa abordagem retrata a variância global entre um grupo de amostras analisados, porém não verifica qual parâmetro analisado responsável por essa variação (ZIELINSKI et al., 2014).

A análise de Componentes Principais, é muito utilizada devido suas características atrativas no desenvolvimento de gráficos 2D ou 3D que permitem e facilitam a visualização e comportamento das amostras em relação aos parâmetros verificados (ZIELINSKI et al., 2014).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Materiais

Amostras de queijos maturados pelo *Penicillium roqueforti* foram adquiridas do Brasil (N = 20), Argentina, França, Alemanha, Itália e Dinamarca (N = 10).

Todos os reagentes químicos utilizados foram de grau analítico.

4.2 Métodos

4.2.1 Caracterização da amostra

Os queijos foram divididos em dois grupos, os Nacionais (CSA) e os Internacionais (CEU). As amostras foram avaliadas visualmente a fim de verificar a integridade da embalagem, temperatura de armazenamento/transporte e validade. As amostras foram mantidas refrigeradas (7 - 10°C) até o momento das análises. As amostras foram avaliadas em relação às informações contidas no rótulo, material de embalagem, dimensões de peso (Kg), diâmetro (cm) e altura (cm); preço por quilo expresso em U\$ (Dollar Americano) e presença visual de defeitos tecnológicos e microbiológicos.

Em sequência, foi realizada análise do perfil de textura, as amostras foram trituradas em um processador de alimentos (Philips Walita, modelo RI 7620, Brasil) por 60 segundos a fim de serem analisadas quanto aos parâmetros físico-químicos.

4.2.2 Perfil de textura

O perfil de textura foi realizado utilizando o equipamento TA.XTplus (Stable Micro Systems, Godalming, UK) equipado com uma sonda cilíndrica de alumínio de 3,6 cm de diâmetro com uma célula com carga de 4500 g a 25°C. A velocidade do teste foi de 0,8 mm/s, com compressão dupla, que foi de 30% da altura inicial da amostra (MARINHO et al., 2015). As amostras foram cortadas em cilindros de 20 mm de diâmetro por 20 mm de altura a 25°C (JASTER et al., 2018) e foram realizados oito (8) ensaios por amostra para obtenção dos parâmetros de dureza, fraturabilidade, elasticidade, coesividade, mastigabilidade e resiliência.

4.2.3 Análise de cor

A cor foi obtida no colorímetro (Minolta CM-5, MinoltaCo. Ltd., Osaka, Japão). As amostras foram homogeneizadas em mixer (Philips-Walitta, RI1364, 400W) por 60 segundos, em seguida colocadas em placas de Petri de vidro. Foram realizadas três medidas de cada amostra para a obtenção dos valores de CIE L*, a*, b* com o software SpectraMagic NX CM-S100w (WADHWANI; MCMAHON, 2012). Através dos parâmetros Cie L*, a* e b*, foi calculado o croma (C*), que estima a saturação da cor (equação I); o ângulo de Hue (h), que dá a tonalidade da cor (equação II); e o índice de brancura (IB) entre as amostras de queijos azuis (equação III). Para a realização dos cálculos foram utilizadas as equações:

$$C^* = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2} \quad (I)$$

$$arch^\circ = \tan \frac{b^*}{a^*} \quad (II)$$

$$IB = 100 - \sqrt{(100 - L^*)^2 + a^{*2} + b^{*2}} \quad (III)$$

4.2.4 Análises físico-químicas

O valor de pH (pH 21, Hanna, Cotia, Brasil); acidez total; teor de lipídios e o nitrogênio total medido pelo método de micro-Kjeldahl foram determinados de acordo com as normas da AOAC, 2016. A determinação da umidade foi medida gravimetricamente após a secagem das amostras em estufa de laboratório a 105°C até peso constante. O teor de cinzas foi determinado por incineração em forno mufla (2310, Fornos Jung, Blumenau, Brasil) a 550°C por 6 h (IAL, 2016). O sódio e cloreto de sódio foram determinados pelo método de Volhard modificado por (MARGOLIES; BARBANO, 2018).

4.2.5 Indicadores de maturação

O índice de maturação foi obtido pelo conteúdo de tirosina determinado pelo método descrito pela norma (WASHAM 1982). O nitrogênio solúvel foi analisado em pH 4,6 de acordo com a norma (MARGOLIES; BARBANO, 2018) após a obtenção do filtrado, 10 mL da alíquota foram retirados seguindo a metodologia de micro Kjeldahl (AOAC, 2016).

4.2.6 Calorimetria exploratória diferencial

A análise Calorimetria Diferencial de Varredura (DSC) foi realizada no equipamento DSC equipamento foi previamente calibrado com índio 99,99% de pureza, $p.f. = 156,6^{\circ}\text{C}$, $\Delta H = 28,56 \text{ J/g}$. As amostras foram aquecidas de 30°C a 600°C usando um cadinho de alumínio e aproximadamente 4 mg de cada amostra sob um fluxo de ar de 150 mL/min a uma razão de aquecimento de 10°C/min. (MARINHO et al., 2015).

4.2.7 Análise sensorial

O recrutamento e seleção da equipe sensorial foram realizados segundo as normas estabelecidas na ISO 8586-1 (2012) e ISO 22935-1 (2009). Foram recrutados 35 provadores voluntários com hábito de consumir queijos azuis. Cada provador respondeu uma ficha de pré-seleção, onde foram questionados sobre hábitos alimentares e frequência no consumo de queijos azuis. Além disso, os 35 provadores realizaram uma primeira análise sensorial, onde analisaram queijos azuis mais maturados. Com base nos resultados obtidos, foram aprovados 25 provadores na seleção. Na avaliação dos queijos foi aplicado o Teste de Escala Hedônica o qual atribui uma escala de 1 a 9 (desgostei extremamente a gostei extremamente, respectivamente) para os parâmetros pré-estabelecidos de aparência, odor, sabor, textura, mofo, gosto salgado, residual amargo e aceitabilidade global (GALLI et al., 2016; LAWLOR et al., 2003).

4.2.8 Análise estatística

Os dados estão apresentados com média \pm desvio padrão (DP) e valores mínimos e máximos. As amostras ($n = 30$) estão divididas entre nacionais ($n = 20$) e internacionais ($n = 10$). Os resultados das análises tiveram sua normalidade verificada por teste de Shapiro-Wilk, e as diferenças entre os queijos azuis foram avaliadas pelo teste de Student para cada variável dependente. O teste T de Student foi usado para avaliar a força entre duas variáveis contínuas e entre a variável avaliada. Um p-valor abaixo de 0,05 foi considerado significativo.

Análise de Componentes Principais (PCA) foi aplicada utilizando o software STATISTICA v.7.0 (Stat-Soft Inc., Tulsa, OK, USA). O modelo que identifica padrões

nos dados e os expressa de maneira a destacar as semelhanças e as diferenças em um gráfico de vetores ortogonais. A PCA foi aplicada na composição físico-química, cor, textura e sensorial das amostras (ZIELINSKI et al., 2014).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Origem e características dos queijos azuis

As amostras de queijos foram divididas em dois grupos com base na origem geográfica, sendo as amostras provenientes do Brasil denominadas de Nacionais e o grupo das Internacionais (importadas) composta por amostras da Argentina, França, Itália, Dinamarca e Alemanha (Tabela 1).

As amostras de queijos azuis nacionais (CSA) foram provenientes de 5 (cinco) estados brasileiros (Minas Gerais, Rio Grande do Sul, Paraná, Santa Catarina e São Paulo), os queijos selecionados representam todos os estados produtores de queijo gorgonzola nacionais, demonstrando uma elevada representatividade (Tabela 1). A amostra proveniente da Argentina (Buenos Aires) consiste na marca com maior produção nesse país. As amostras de queijos azuis da Europa correspondem a 4 (quatro) países tradicionais na produção queijos azuis (França, Itália, Dinamarca e Alemanha) (Tabela 1), sendo queijos de elevada qualidade e aceitação pelos consumidores brasileiros que possuem hábito de consumo desta classe de queijos.

Os queijos azuis foram adquiridos em três tipos de embalagens, sendo o papel alumínio (56,6%), filme plástico de PVC (13,3%) e plástico rígido (16,6%). Alguns queijos estavam embalados com papel alumínio e filme plástico de PVC (13,3%). Os queijos azuis são comercializados em embalagem de alumínio, a qual oferece uma melhor resistência à luz preservando melhor as características do queijo por um período de tempo maior. Embalagens de plástico rígido são utilizadas quando existe a necessidade de uma resistência mecânica maior, são os casos dos

queijos importados, os quais passam por longos períodos de transporte (FAVA; MUSETTI, 2011; PHADUNGATH, 2005).

Tabela 1. Caracterização das amostras codificadas de queijo azuis.

Código	Origem	Material da embalagem	Ingredientes específicos*	Defeito observado
CSA1	Minas Gerais (Br)	PR	LP; Natamicina	pouco mofo***
CSA2	Rio Grande do Sul (Br)	PA	LP; CDC; Natamicina	massa amarelada
CSA3	São Paulo (Br)	PA e FP	LP; Natamicina	SD
CSA4	Minas Gerais (Br)	PR	LP; Natamicina	SD
CSA5	São Paulo (Br)	FP	LP	SD
CSA6	São Paulo (Br)	PA	LP; Natamicina; CDC	SD
CSA7	Minas Gerais (Br)	PA	LP; Natamicina	limo na casca
CSA8	Minas Gerais (Br)	PA	LP; Natamicina; CDC	limo na casca, excesso de mofo***
CSA9	Minas Gerais (Br)	PA	LP; Natamicina	pouco mofo, limo
CSA10	Paraná (Br)	PA	LP; CDC	pouco mofo, massa amarelada***
CSA11	Paraná (Br)	PA e FP	LP; CDC; Natamicina	limo, excesso de mofo***
CSA12	Minas Gerais (Br)	PA	LP; CDC.	massa amarelada
CSA13	Minas Gerais (Br)	FP	LP; CDC	pouco mofo
CSA14	São Paulo (Br)	PA	LP; Natamicina	SD
CSA15	São Paulo (Br)	FP	LP	SD
CSA16	Minas Gerais (Br)	PA	LP; Natamicina; CDC	excesso de mofo
CSA17	Minas Gerais (Br)	PA	LP; Natamicina; CDC	Limo
CSA18	Minas Gerais (Br)	PR	LP; Natamicina	SD
CSA19	Minas Gerais (Br)	FP	LP	defeito micro., limo***
CSA20	São Paulo (Br)	PA e FP	LP; Natamicina	pouco mofo***
CEU21	Buenos Aires (Ar)	PA e FP	LP	SD
CEU22	Aveyron (Fr)	PA	LP	SD
CEU23	Hadersle (Dk)	PA	LP	limo, excesso de mofo
CEU24	Aveyron (Fr)**	PR	Leite cru	SD
CEU25	Piemonte (It)	PR	Leite cru	SD
CEU26	Piemonte (It)	PA	LP	SD
CEU27	Aveyron (Fr)	PA	LP	excesso de mofo
CEU28	Piemonte (It)	PA	LP	limo, defeito micro.
CEU29	Piemonte (It)	PA	LP	pouco mofo
CEU30	Waging A. See (Al)	PA	LP	SD

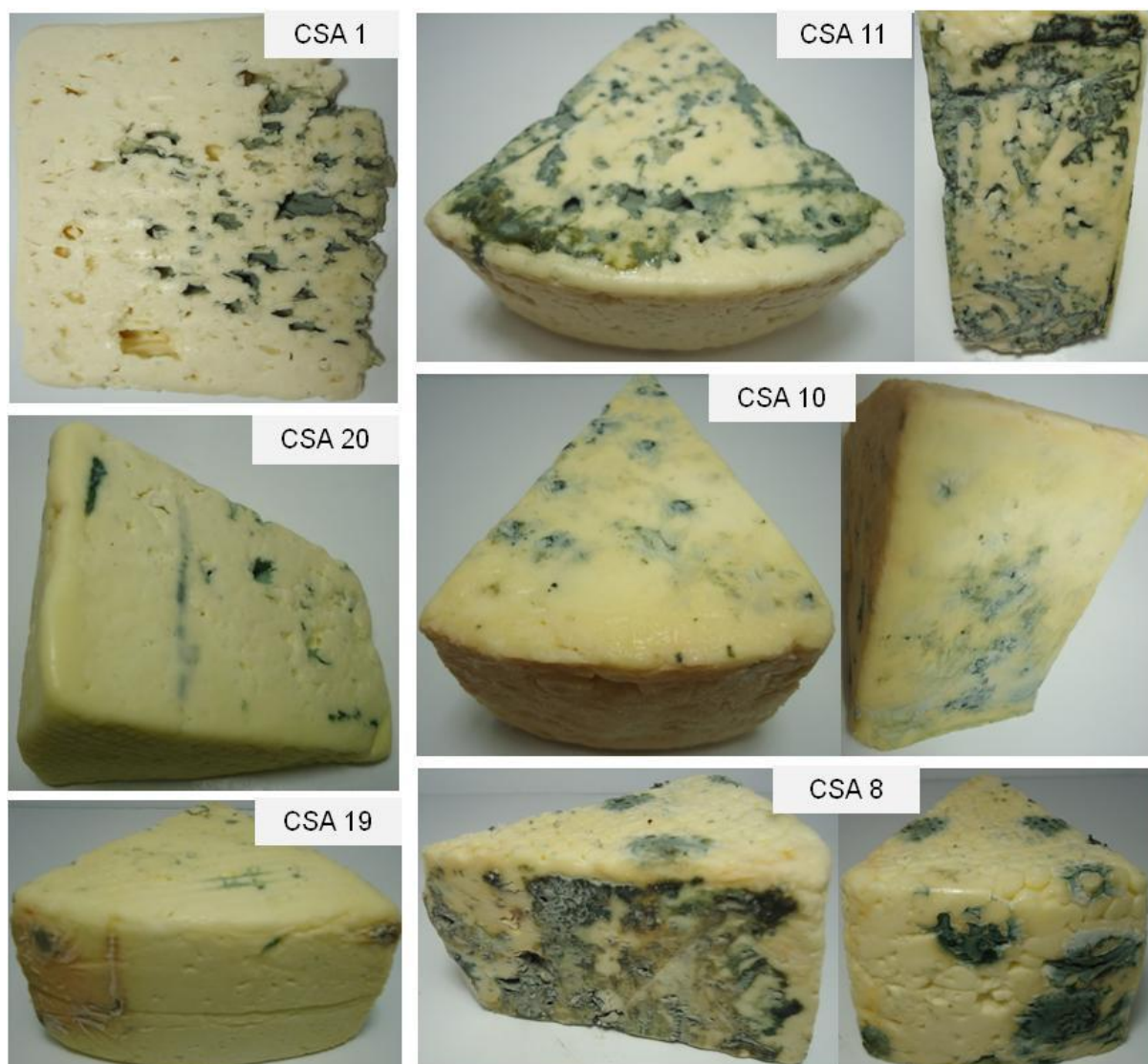
Nota: CSA (queijo nacional); CEU (queijo internacional). PR: plástico rígido; PA: papel alumínio; FP: filme plástico de PVC (policloreto de vinila). LP: leite pasteurizado. CDC: Corante de clorofila. SD sem defeito aparente. *os fabricantes de todas as amostras declaram a presença de cloreto de cálcio, fermento láctico, coalho ou coagulante, cloreto de sódio e cultura secundária (*Penicillium roqueforti*). **leite de ovelha. *** Figura 2.

Nesta pesquisa foi observado que as amostras do estado de Minas Gerais são comercializadas em plástico duro no estado Paraná (aproximadamente 1000 km de distância). O uso de embalagem de polietileno de baixa densidade é comumente encontrado em centro de distribuição. Consiste em um material de baixa resistência mecânica, nenhuma proteção à luz e não fecha hermeticamente o queijo (COUTINHO; MELLO; SANTA MARIA, 2003). Entretanto, o filme plástico possibilita que o consumidor tenha uma ideia da qualidade do queijo (cor da massa e da intensidade e distribuição do micélio). Além disso, apresenta um baixo custo, facilitando a comercialização do queijo fracionado (cunhas).

Somente duas amostras internacionais foram produzidas com leite cru. Nas outras 28 amostras a matéria-prima foi tratada térmicamente. 46,6% das amostras divulgaram a presença de natamicina, um antibiótico aplicado na superfície do queijo a fim de evitar o crescimento do *P. roqueforti* e de fungos contaminantes. Nas amostras importadas não havia a informação no rótulo da adição de natamicina. Em 30% das amostras, em especial as nacionais, foi indicado à adição de corante de clorofila (Tabela 1), o corante clorofila é permitido apenas na legislação Brasileira. Este corante é adicionado na massa a fim de destacar a tonalidade branca e verde dos queijos (DAVIDSON; SOFOS; BRANEN, 2005; FURTADO, 2013).

Na Tabela 1, estão os principais defeitos encontrados em amostras de queijos azuis. Um total de 13 amostras (7 nacionais e 6 internacionais) não apresentaram defeito tecnológico ou microbiológico. Na Figura 2, foram escolhidas algumas amostras para exemplificar os defeitos encontrados. Estes defeitos têm impacto na qualidade sensorial do queijo e dependendo do defeito microbiológico pode gerar prejuízos visuais e organolépticos.

Figura 2. Exemplos de defeitos avaliados nas amostras de queijos azuis.



Nota: CSA1 (má distribuição de mofo na massa, com concentração de mofo na parte central); CSA20 (massa compactada sem olhaduras mecânicas ou biológicas, com áreas internas sem crescimento do mofo); CSA19 (contaminação bacteriana e fúngica na casca); CSA11 (excesso de fungo e exsudação da gordura ou separação de água); CSA10 (casca escura (limo ou contaminação bacteriana) zonas descoloridas); CSA 8 (excesso de crescimento superficial de mofo após o fracionamento).

Na maioria das vezes, os próprios produtores, comerciantes e os consumidores desconhecem os defeitos de queijos azuis e por isso estes produtos podem ser encontrados no comércio. Nos queijos nacionais a falta de uma distribuição do fungo na massa, cor amarelada e presença de limo foram os defeitos mais frequentes. Nos internacionais o excesso de mofo observado é característico

dos queijos, porém os produzidos nacionalmente apresentam uma característica de pouco mofo na superfície.

5.2 Parâmetros físicos, químicos, validade e preço dos queijos azuis

As médias de peso, diâmetro e altura para as amostras CSA e CEU foram semelhantes (Tabela 2). Entretanto, a variação foi maior nas amostras CSA para peso e altura (214 e 154%, respectivamente) e nos queijos CEU para o diâmetro (166%). Esta variação é em função das dimensões das fôrmas utilizadas e das várias classes de queijos azuis disponíveis no mercado. No Brasil não há uma regra que estabelece as dimensões da fôrma e de peso para o queijo tipo Roquefort e tipo Gorgonzola, resultando na elevada variabilidade de pesos, que podem resultar principalmente em uma grande diferença na textura dos queijos e comportamento do queijo durante a maturação.

O prazo de validade dos queijos CEU foi em geral o dobro dos queijos CSA (Tabela 2). Esta diferença está relacionada com os limites preconizados pelas legislações vigentes em cada país, na Convenção Internacional de Stresa, no ano de 1951, um dos acordos firmados resultou na proteção dos nomes e personalidade dos queijos, queijo tipo Gorgonzola (BORD; GUERINON; LEBECQUE, 2017; SCOTT; KENNEDY, 1976). No Brasil o prazo máximo permitido para queijos azuis é de 120 dias segundo Regulamento Técnico de Queijo Azul (BRASIL, 2007) onde ainda é classificado que o queijo deve ser maturado para atingir suas características específicas (pelo menos 35 dias a uma temperatura inferior a 15°C).

Os queijos azuis são produtos que agregam muito valor a matéria-prima. O preço médio dos queijos demonstra isso. Porém, o custo das amostras importadas (CEU) foi em média 173% superior aos queijos nacionais (CSA) (Tabela 2). Existe

uma demanda nacional, observada principalmente nos grandes centros urbanos, por queijos azuis de países com tradição e cultura na sua produção. Isto indica que os produtos brasileiros (CSA) necessitam de melhoria na sua qualidade, a fim de atender satisfatoriamente a demanda interna.

Tabela 2. Parâmetros físicos e químicos médios \pm DP e seus valores mínimos e máximos para as amostras de queijos azuis.

Parâmetros Analíticos (g/100g)	Origem geográfica		valor p*
	Nacional (n = 20)	Internacional (n = 10)	
Peso da peça (kg)	2,62 \pm 0,51 (1,63 - 3,49)	2,35 \pm 0,45 (1,91 - 3,00)	ns
Diâmetro (cm)	18,06 \pm 1,11 (15,98 - 20,12)	16,30 \pm 2,43 (12,08 - 20,06)	ns
Altura (cm)	9,71 \pm 1,17 (8,08 - 12,80)	9,77 \pm 1,05 (8,31 - 11,30)	ns
Validade**** (dias)	106 \pm 15 (90 - 120)	207 \pm 62 (150 - 365)	< 0,01
Preço US \$/Kg***	19,18 \pm 5,07 (11,86 - 30,01)	33,28 \pm 13,02 (17,46 - 65,40)	< 0,01
Umidade	35,80 \pm 5,00 (29,5 - 45,50)	38,60 \pm 5,01 (31,80 - 46,10)	< 0,01
pH*	5,75 \pm 0,42 (4,86 - 6,67)	5,72 \pm 0,33 (5,15 - 6,46)	ns
Acidez	1,41 \pm 0,42 (0,75 - 2,89)	1,58 \pm 0,46 (0,94 - 2,44)	ns
Cinzas	5,39 \pm 1,47 (3,82 - 7,97)	5,98 \pm 1,29 (4,03 - 7,61)	< 0,01
Gordura	33,52 \pm 3,10 (24,00 - 39,00)	35,51 \pm 2,65 (30,50 - 40,00)	ns
Proteína	23,19 \pm 3,42 (18,11 - 31,01)	23,21 \pm 2,83 (19,16 - 28,73)	ns
Nitrogênio**	1,49 \pm 0,41 (0,86 - 2,07)	1,96 \pm 0,49 (1,90 - 2,60)	< 0,01
Tirosina mg/100g	226,23 \pm 108,21 (57,68 - 480,75)	270,68 \pm 69,14 (195,42 - 510,75)	< 0,01
Cloreto de sódio	2,39 \pm 0,47 (1,12 - 2,97)	2,98 \pm 0,29 (2,03 - 3,41)	< 0,01
Sódio	1,20 \pm 0,11 (0,88 - 1,39)	1,33 \pm 0,07 (1,10 - 1,43)	< 0,01

Nota: * adimensional. ** nitrogênio solúvel pH 4,6. *** Valor de 1 (um) dólar R\$ 3,68. ns: não significativo. Validade**** validade segundo fabricante.

O teor de umidade entre CSA e CEU apresentou diferença significativa. A maioria das amostras apresentou teor médio de umidade (36,0 - 45,9%) coerente com observado na literatura (CANTOR et al., 2017). Entretanto, amostras de ambos os grupos apresentaram baixa umidade (até 35,9%). Esta baixa umidade foi observada em queijos fracionados embalados com filme plástico (PVC) o qual não mantém a umidade do produto. Além disso, esta variação pode estar ligada ao protocolo utilizado e as condições e tempo de maturação, uma vez que durante esse período a umidade relativa, na maioria dos casos, deve ficar $\geq 90\%$ (BOURDICHON et al., 2012).

Os valores de pH e acidez não apresentaram diferença significativas entre as amostras. Entretanto, é possível observar que os valores mínimos de pH, tanto para os queijos nacionais quanto para os internacionais apresentaram valores relativamente na faixa do ideal quando comparados com queijos gorgonzola (Tabela 2), uma vez que o pH mínimo para queijos Gorgonzola é de 5,15 - 5,30 (GOBBETTI et al., 1997), para o queijo Stilton o pH pode variar de 4 para o queijos fresco até 6 com 70 dias de maturação (MADKOR et al., 1987). Durante o crescimento do *P. roqueforti* o ácido láctico é consumido como substrato para a produção de energia (CANTOR et al., 2017; EVERT-ARRIAGADA et al., 2014; MCSWEENEY, 2004).

O teor de cinzas entre os dois grupos de amostras (CSA e CEU) apresentaram diferença significativa ($p < 0,01$) (Tabela 2). As elevadas amplitudes observadas estão diretamente relacionadas com a aplicação ou não de cloreto de cálcio ao leite e das quantidades de cloreto de sódio adicionadas nas amostras. Os teores de cloreto de sódio apresentaram diferenças significativas ($p < 0,01$) entre os dois grupos de queijos (Tabela 2). Os queijos internacionais (CEU) apresentaram em média 24% a mais de sal. Os queijos azuis nacionais (CSA) apresentaram uma

maior amplitude dos resultados de cloreto de sódio (Tabela 2). Entretanto, Cantor et al. (2017) encontraram uma faixa semelhante de cloreto de sódio em queijos Gorgonzolas (1,6 - 2,9%). Esta variação do teor de cloreto de sódio pode estar relacionada ao método de produção utilizado, uma vez que em menores teores o *P. roqueforti* se desenvolve mais rápido. Por outro lado, pode ser uma falha no cálculo do preparo ou da quantidade de cloreto de sódio no preparo da salmoura ou da aplicação a seco na massa e/ou na superfície do queijo, respectivamente. Além disso, no caso de salmoura, o teor de cloreto de sódio deve ser monitorado e corrigido após cada batelada.

Nos queijos azuis, o maior percentual de minerais é representado pelo cálcio (cloreto de cálcio) e pelo sal (cloreto de sódio) presentes naturalmente na matéria prima e/ou adicionados ao queijo durante o processamento (FURTADO, 2013). Nesse caso foi verificado que são adicionados teores de cloreto de sódio em diferentes proporções quando analisadas os grupos nacionais e internacionais. Segundo Laurindo et al. (2017) os valores de 2,00 a 5,60% estão próximos aos ideais para essa classe de queijos.

Os teores de proteína e gordura não apresentaram diferenças significativas ($p > 0,01$) entre os grupos de amostras nacionais e internacionais. Neste trabalho os valores de gordura e proteína ficaram superiores aos 29,6 - 31,0% e 19,0 - 22,9 %, relatados por Cakmakci et al. (2013) e Cantor et al. (2017), respectivamente. As diferenças de mínimo e máximo observadas, tanto para gordura quanto proteína, podem estar relacionadas principalmente com a adição de creme na massa e na diferença da composição do leite, sendo influenciada pela raça do animal, idade do animal, período de lactação, alimentação e temperatura externa (OLIVEIRA et al., 2010).

O teor de gordura é o parâmetro que possui a maior variância na composição do leite, com influência direta no rendimento da produção de queijos (SINGH et al., 2003). Além disso, o teor de gordura pode ser padronizado o que pode afetar a sua concentração nos queijos. As amostras CSA apresentaram valores inferiores de 24,0 e superiores de 39,0 g/100g, enquanto as CEU valores inferiores de 30,5 e superiores 40,0 g/100g, os lipídeos estão ligados diretamente à textura dos queijos e a sensorial (FURTADO, 2013). Valores muito altos para o teor de lipídeos pode ser resultado de uma massa muito seca ou ainda ser resultado da adição de creme na produção do queijo. Os autores Contarini e Toppino (1995) encontraram uma média de 27,90% de gordura entre as amostras de Gorgonzola Italiano, enquanto que Diezhandino et al. (2016) relataram o valor de 57,29% de lipídeos em queijo azul Valdeón. O teor de lipídeos em queijos azuis esta diretamente ligado a textura, sabor e formação de aromas (VAKALERIS; PRICE, 1959). Os valores de proteínas variaram de 18,11 a 31,01 para os queijos nacionais e de 19,16 a 28,73 para os queijos internacionais, o teor de proteína juntamente com o teor de umidade determinam a textura dos queijos azuis (LAWLOR et al., 2003)

Os indicadores de maturação nitrogênio solúvel à pH 4,6 e tirosina apresentam diferença significativas ($p < 0,01$), entre os dois grupos de queijos (Tabela 2). Os resultados indicam que os queijos azuis nacionais são menos maturados que os queijos azuis de outros países. A amostra internacional com menor teor de tirosina foi 4 vezes mais maturada que a amostra nacional com menor teor (Tabela 2).

No Brasil, não apenas os queijos azuis, mas os queijos com mofo branco na superfície e maturados pela levedura *Geotrichum candidum* são maturados por um curto período de tempo, uma vez que a maioria dos consumidores nacionais prefere

estes produtos com pouca maturação (JASTER et al., 2018; JUDACEWSKI et al., 2016). Os europeus possuem uma cultura e hábito de consumo milenar em relação aos queijos azuis (CANTOR et al., 2017) o que justifica o consumo por produtos mais maturados.

Além disso, a maturação de queijos por mofo azul pode ser influenciada por vários parâmetros como pH inicial do queijo, quantidade de mofo adicionada, umidade do queijo, temperatura da câmara de maturação e quantidade disponível de oxigênio no interior do queijo (BERESFORD et al., 2001). As ações proteolíticas e lipolíticas são fundamentais para o desenvolvimento das características dos queijos azuis. As enzimas presentes no coalho, no leite e pela ação das enzimas presentes no mofo adicionado, em proporções adequadas formam compostos de sabor levemente amargo os quais juntamente com outros compostos presentes nos queijos e compostos adicionados formam um sabor agradável e característico dos queijos azuis (FOX et al., 2004). Um queijo azul com excesso de sabor amargo pode estar relacionado com um período de maturação muito curto. No início da maturação o *P. roqueforti* e as bactérias lácticas produzem proteases que geram sabor amargo. Com o avanço da maturação são produzidos peptídeos e aminoácidos que não apresentam sabor amargo (DUVAL et al., 2018; FOX, MCSWEENEY; SINGH, 1995)

5.3 Parâmetros de cor dos queijos azuis

Na Tabela 3, observa-se que houve diferença significativa ($p < 0,001$) para os parâmetros de cor Hue Angle e Chroma, entre as amostras nacionais e internacionais.

Tabela 3. Parâmetros médios \pm DP de cor e seus valores mínimos e máximos para as amostras de queijos azuis.

Parâmetros Analíticos	Origem geográfica		Valor p*
	América do Sul (n = 20)	Europa (n = 10)	
Hue Angle (h*)	178,64 \pm 0,10 (178,45 - 178,83)	178,93 \pm 0,87 (178,43 - 181,56)	< 0,001
Chroma (C*)	50,86 \pm 25,16 (10,87 - 74,14)	68,76 \pm 4,44 (60,22 - 75,96)	< 0,001
L*	67,52 \pm 5,51 (55,99 - 77,87)	68,78 \pm 5,08 (59,83 - 76,62)	Ns
a*	-2,79 \pm 1,03 (-4,66 - -0,45)	-2,31 \pm 1,54 (-4,87 - 0,61)	Ns
b*	13,32 \pm 2,26 (8,30 - 17,33)	13,06 \pm 3,35 (7,72 - 20,11)	Ns
Índice de Brancura	64,59 \pm 4,74 (55,09 - 72,86)	65,87 \pm 3,37 (58,89 - 72,57)	Ns

A tonalidade verde (Diagrama CIELAB) da cor dos queijos (h*) ficou muito próxima entre os dois grupos de queijos avaliados (Tabela 3). Valores acima de 180° consistem na cor verde, observado apenas em amostras internacionais (CEU). Entretanto, a saturação média da cor (C*) foi menor para os queijos azuis nacionais (Tabela 3). Estes baixos valores podem estar relacionados a menor presença de micélio, o qual possui uma coloração naturalmente verde, (Tabela 2) e a presença de clorofila na massa do queijo (Tabela 1). A cor é um fator muito importante em queijos, sendo o primeiro atributo sensorial no qual o consumidor tem contato, por esse motivo pode estar diretamente ligado a intenção de compra final do consumidor (RIHA; WENDORFF, 1993). A Luminosidade (L*) das amostras diferiu significativamente entre os valores mínimos e máximos de 55,09 a 72,86, respectivamente. Para as amostras CEU o valor mínimo e máximo de L* foi 58,89 e 72,57, respectivamente, podem estar relacionados a quantidade e crescimento do *Penicillium roqueforti*.

5.4 Perfil de textura dos queijos azuis

Na Tabela 4, pode ser observado que o perfil de textura entre os queijos nacionais e internacionais apresentou diferenças significativas ($p < 0,001$) para todos os parâmetros avaliados. Os queijos nacionais apresentaram valores superiores de dureza e em todos os demais parâmetros, os valores foram menores que os queijos internacionais. Nos queijos internacionais o parâmetro dureza apresentou menor variação (min - máx) em comparação com os queijos nacionais.

Para o parâmetro de elasticidade, é possível observar que para as amostras nacionais quando comparado aos queijos internacionais há uma redução de 30%, isso é resultante da ação do fungo utilizado, que reduz a elasticidade da massa deixando-a com uma característica menos elástica.

Tabela 4. Parâmetros médios \pm DP de textura e seus valores mínimos e máximos para as amostras de queijos azuis.

Parâmetros analíticos	Origem geográfica		valor p^*
	Nacionais (n = 20)	Internacionais (n = 10)	
Dureza**	11,67 \pm 6,47 (1,81 - 23,13)	8,23 \pm 3,66 (3,99 - 14,36)	<0,001
Adesividade***	0,66 \pm 0,57 (-1,77 - 0,95)	-0,09 \pm 0,06 (-0,18 - 0,13)	<0,001
Elasticidade*	0,48 \pm 0,15 (0,19 - 0,82)	0,72 \pm 0,09 (0,59 - 0,83)	<0,001
Coesividade*	0,29 \pm 0,14 (0,12 - 0,71)	0,63 \pm 0,09 (0,43 - 0,72)	<0,001
Mastigabilidade**	1,73 \pm 1,37 (0,12 - 6,40)	3,93 \pm 2,00 (1,08 - 8,08)	<0,001

Nota: *adimensional. **unidade em Newton (N).***unidade em Newton/segundo (N/s).

A elasticidade foi definida por (EVERARD et al., 2006), como a amostra deformada capaz de voltar ao seu formato original, e de acordo com as médias

obtidas para a Tabela 4, pode-se dizer que os queijos nacionais possuem 72% a menos que a média obtida para os queijos internacionais.

Os valores das correlações de Pearson para os parâmetros físico-químicos e instrumentais acima de 70% correspondem a uma correlação “muito forte”. O teor de sal se mostrou uma correlação forte com o percentual de cinzas analisados nos queijos, esse comportamento mostra que em queijos azuis a quantidade de sal esta ligada diretamente com o teor de cinzas (SAINT-EVE et al., 2009).

Os parâmetros de pH e índice de brancura apresentam uma correlação muito forte de 70% e inversamente proporcional, assim como os parâmetros de pH e índice de brancura, a brancura e a luminosidade apresentadas pelos queijos pode causar mudanças de acordo com as matérias prima, tecnologia aplicada, tempo de maturação e armazenamento (CANTOR et al., 2017; WOLD et al., 2006).

5.5 Análise de Calorimetria Exploratória Diferencial

Tabela 6. Análise de DSC de lipídeos de queijos azuis com diferentes níveis de maturação.

Amostras	Índice de maturação	Tirosina (mg/g)	T ^o C _{on set}	T ^o C _{end set}
CSA12	Baixa	84,94 ± 41,47	185,3	480,4
CSA01	Baixa	118,66 ± 9,74	183,4	491,2
CSA17	Baixa	162,55 ± 12,83	160,0	481,2
CSA20	Média	198,63 ± 25,01	222,3	499,8
CEU28	Média	261,57 ± 5,57	174,2	455,9
CSA16	Média	289,29 ± 4,31	195,2	522,3
CEU30	Alta	301,99 ± 13,22	216,5	567,6
CEU24	Alta	352,55 ± 53,19	221,2	533,2
CEU21	Alta	469,92 ± 6,42	212,2	535,7

As amostras (n=30) foram classificadas em relação ao teor de Tirosina (mg/g) em diferentes níveis de maturação, com base nessa classificação foram selecionadas as amostras dos menores valores (n=3), valores intermediários (n=3) e dos maiores valores para o índice de maturação (n=3). A análise de tirosina é um parâmetro usual para estimar o período de maturação de queijos (MOREIRA *et al.*, 2018; RABIE *et al.*, 1988). Primeiramente foi realizado um teste para a mesma amostra com cadinho aberto e fechado, as curvas obtidas foram semelhantes, demonstrando que o O₂ aprisionado no cadinho fechado é suficiente para realizar a reação de oxidação. As amostras de 2,0 mg foram adicionadas em cadinho de alumínio fechado, a temperatura inicial da análise foi de 30°C a uma taxa de aquecimento 10°C por min., os parâmetros obtidos Calorimetria exploratória diferencial (DSC) de temperaturas de início da oxidação T_{on set} e final do evento T_{end set} estão apresentados na tabela 6. Ao comparar as amostras de queijo em diferentes estágios de maturação observase que há diferença significativa entre as temperaturas T_{on} e de T_{end} (P > 0,01), indicando um diferente comportamento térmico do queijo pouco maturado com os que possuem um período extenso de maturação. O grupo (n=3) formado pelas amostras com menor grau de maturação registaram uma temperatura média inicial de oxidação de 176,2 ± 14,1°C, o grupo com período de maturação intermediário demonstrou uma temperatura média de 197,2 ± 24,1°C e o grupo dos queijos mais maturados 216,6 ± 4,5°C, indicando uma diferença de cerca de 20% entre os queijos com alto e baixo níveis de maturação. As curvas do DSC mostraram um grande evento exotérmico registrado por um maior pico principal, o qual foi superior ao limite registrado pelo equipamento de 30 mW, a decomposição oxidativa de ácidos graxos insaturados e saturados são referidos a um evento extremamente exotérmico (POLAVKA *et al.*, 2005).

Os resultados obtidos com essa técnica podem ser usados conjuntamente com outras técnicas analíticas e instrumentais para interpretar comportamento temico da fração lipídica de queijos (CLAUSSE, 2010).

5.6 Avaliação sensorial dos queijos azuis

A análise sensorial de queijos especiais, principalmente os maturados com fungos, torna-se complexa uma vez que não existe uma cultura de consumo e muitas pessoas desconhecem ou nunca provaram estes produtos. Este fato pode comprometer uma avaliação sensorial realizada com pessoas ao acaso. Desta forma, foi feita uma pré-seleção dos avaliadores, levando em conta se conheciam e consumiam esta classe de queijos.

Foram pré-selecionados 35 provadores e apenas 24 foram aprovados e realizaram a análise das amostras de queijos azuis. Na Tabela 6, podem ser observados que em todos os atributos avaliados.

Tabela 5. Medidas Hedônicas médias \pm DP por atributo e seus valores mínimos e máximos para as amostras de queijos azuis.

Atributos Sensoriais	Origem geográfica		valor p*
	Nacional (n = 20)	Internacional (n = 10)	
Aceitabilidade	6,19 \pm 1,78 (1 - 9)	6,65 \pm 1,65 (2 - 9)	<0,001
Aparência	6,37 \pm 1,68 (1 - 9)	6,58 \pm 1,45 (2 - 9)	ns
Odor	5,88 \pm 1,85 (1 - 9)	6,33 \pm 1,77 (2 - 9)	<0,001
Sabor	5,97 \pm 2,04 (1 - 9)	6,28 \pm 1,84 (2 - 9)	ns
Textura	5,81 \pm 1,95 (1 - 9)	6,42 \pm 1,58 (3 - 9)	<0,001

Mofo	5,67 ± 1,82 (1 - 9)	6,07 ± 1,74 (2 - 9)	ns
Sal	6,04 ± 1,76 (1 - 9)	6,25 ± 1,57 (2 - 9)	ns
Residual	6,38 ± 1,82 (1 - 9)	6,55 ± 1,70 (2 - 9)	ns

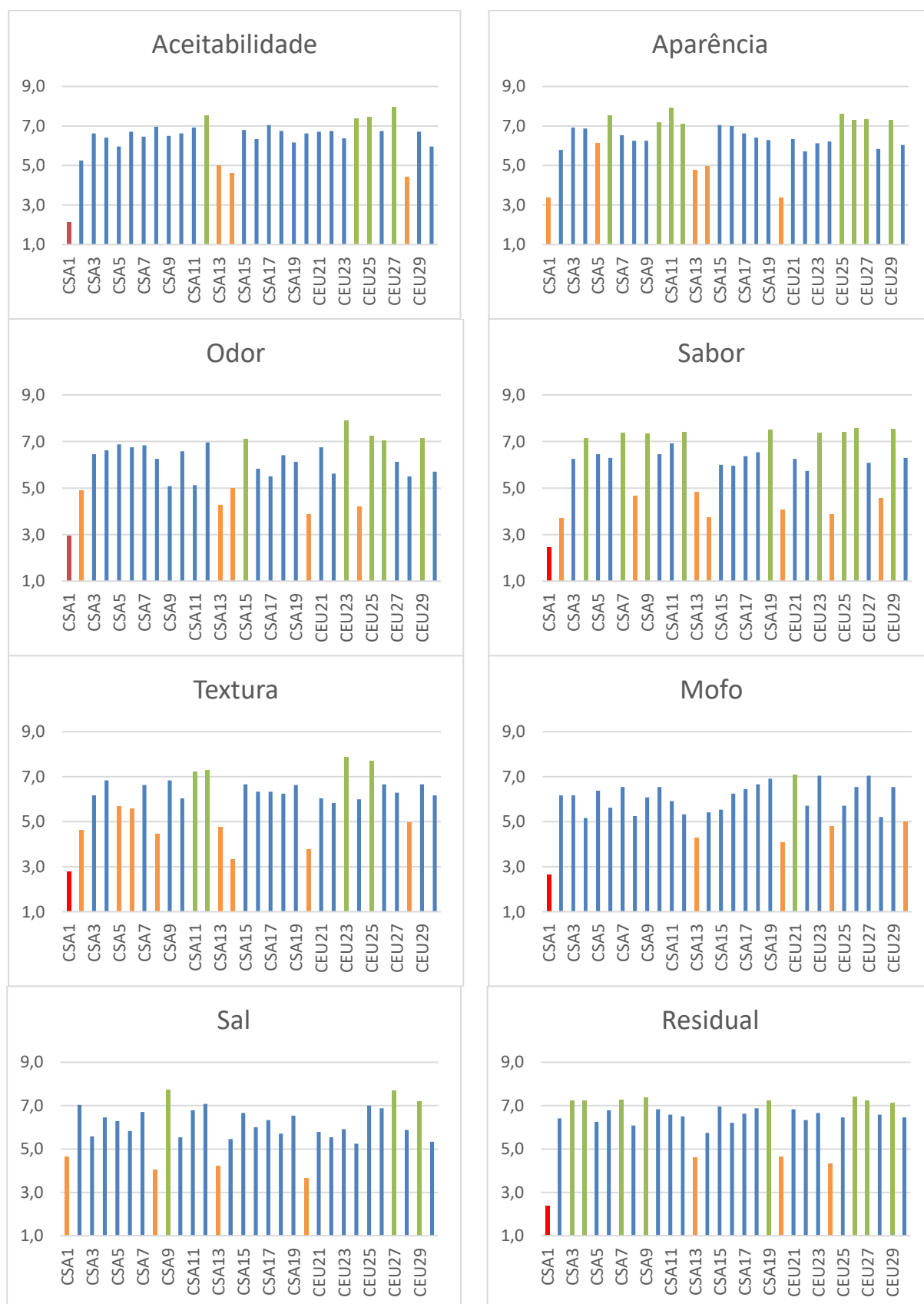
Nota: Atributos de 1 a 9 (desgostei extremamente a gostei extremamente).

Entretanto, na Figura 3 podem ser observadas as notas médias por queijo, e que alguns receberam notas médias baixas (colunas na cor vermelha e laranja). Amostras com a cor verde apresentaram as melhores notas, sendo que sabor, residual, textura e aparência dos queijos nacionais e internacionais tiveram a mesma quantidade de amostras com estas notas (Figura 3).

Os queijos internacionais poderiam apresentar notas superiores, uma vez que, nas análises de indicadores de maturação os queijos nacionais foram menos maturados (Tabela 2). Isso quer dizer, que mesmo selecionando pessoas que tenham habito de consumir estes produtos, o padrão de qualidade está estabelecido com base nos produtos nacionais. Além de mais caros, os queijos azuis internacionais são mais maturados (Tabela 1 e 2) e assim apresentam uma maior presença/distribuição de micélio no queijo com maior intensidade dos atributos avaliados, o que pode não agradar a maioria dos avaliadores.

As amostras que não foram bem avaliadas sensorialmente apresentavam algum tipo de defeito, na maioria dos casos defeitos por micro-organismos e/ou apresentavam valores extremos na composição físico-química, na cor e no perfil de textura (Tabelas 2, 3 e 4).

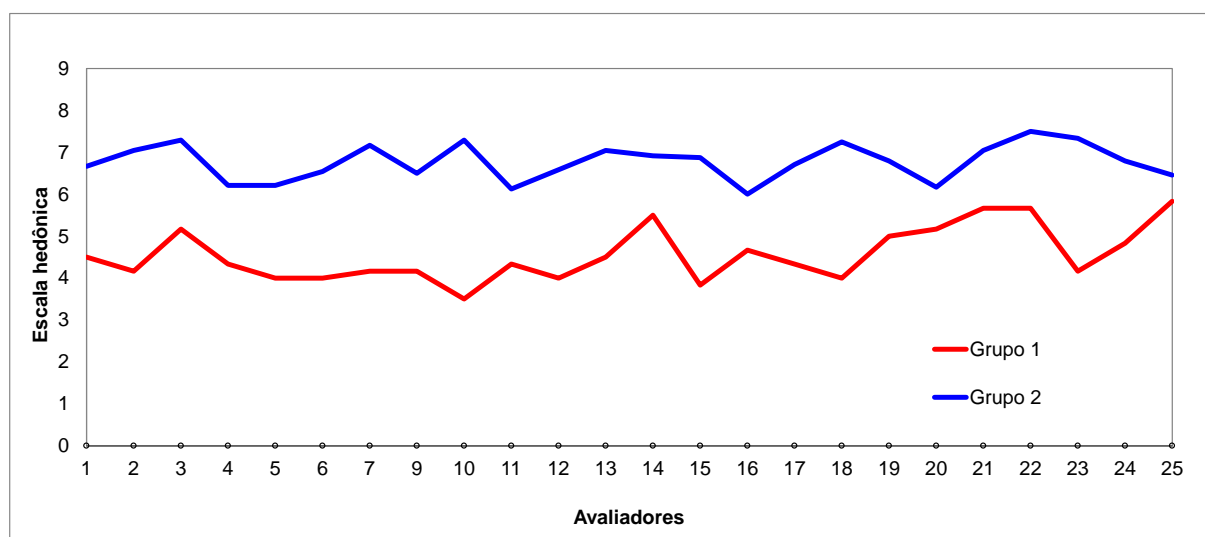
Figura 3. Escala hedônica média por atributo sensorial avaliado nos queijos azuis.



Nota: CSA: queijos nacionais. CEU: Queijos azuis. Vermelho: notas de 1,0 a 3,0; Laranja: notas de 3,1 a 5,0; Azul: notas de 5,1 a 7,0; Verde: notas de 7,1 a 9,0.

No gráfico de plotagem (Figura 4) pode ser observado que os queijos se dividem em dois grupos; o **grupo 1** com notas inferiores (linha vermelha), e o **grupo 2** com nota superiores (linha azul). O grupo 2 contem 90% das amostras internacionais, e 70% das amostras nacionais. Já o grupo um é composto pelas amostras que obtiveram as menores notas sendo 30% das nacionais e 10% internacionais (Figura 4). Esse resultado é interessante e mostra que nos queijos nacionais, alguns se enquadram nessa classificação de notas boas, similares sensorialmente aos europeus.

Figura 4. Perfil de plotagem dos dados sensoriais entre as amostras de queijos azuis.

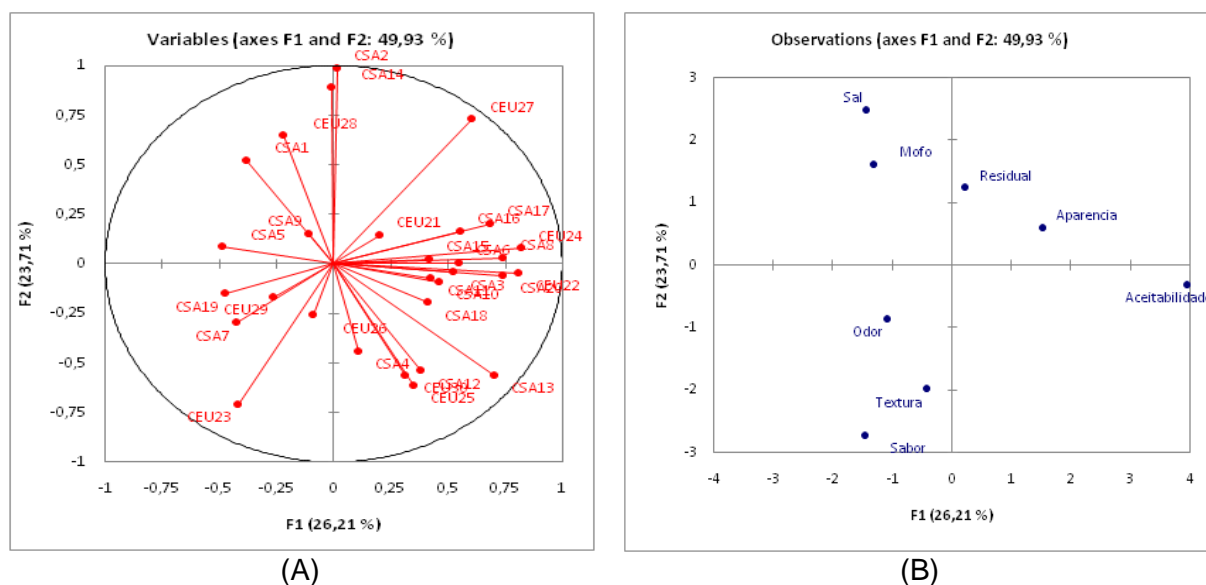


Uma Análise de Componentes Principais (PCA) foi aplicada a todas as amostras de queijo Azuis, a fim de obter uma visão geral mais simplificada da relação entre as propriedades sensoriais avaliadas (Figura 5). Dois componentes principais (F1 e F2) foram selecionados, juntos representaram 49% da variância total (26,21 e 23,71%, respectivamente).

A aceitabilidade das amostras foi influenciada principalmente pela aparência dos queijos, gosto residual, sabor, textura e odor (Figura 5). Na Figura 5A pode ser

observado um agrupamento da maioria (> 70%) das amostras tanto nacionais quanto internacionais, sendo influenciada por estes atributos. Na Figura 4, a plotagem referente ao Grupo 2 corresponde a este agrupamento das amostras.

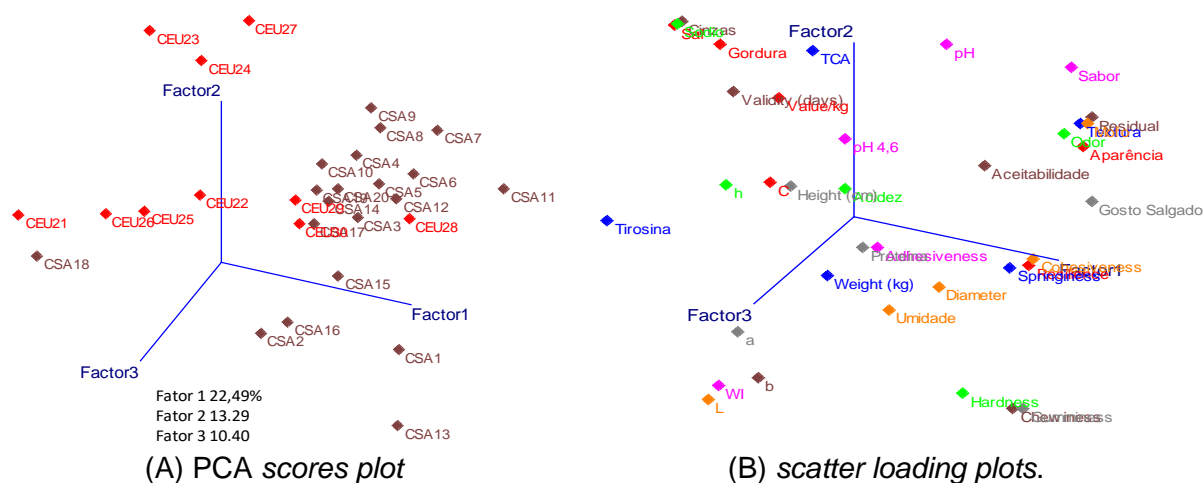
Figura 5. Análise de componentes principais em 2D dos dados de sensorial: (A) PCA scores plot, (B) scatterloadingplots.



Nota: CSA: nacionais e CEU: internacionais

Atributos como excesso de cloreto de sódio e/ou de mofo nas amostras CSA1; CEU28; CSA14 e CSA2 tiveram baixa aceitabilidade. Amostras com baixo teor de cloreto de sódio podem fazer com que o fungo cresça rápido e em excesso, além de tornar o queijo mais susceptível a contaminações. Além disso, em algumas amostras (CEU23; CEU29; CSA7 e CSA19) as características de sabor, textura e odor influenciaram negativamente na aceitabilidade dos queijos (Figura 5). Nestas quatro amostras foi detectado “limo” que corresponde à contaminação microbiana do queijo (Tabela 1), sendo esta a causa da baixa aceitabilidade. Além disso, a dureza dos queijos nacionais foi muito variável, com algumas amostras ora sendo muito tenras ou macias ora sendo duas vezes acima da média de dureza (Tabela 4).

Figura 6. Análise de componentes principais em 3D das análises físico-químicas, instrumentais e sensoriais de queijos azuis.



Nota: CSA: nacionais e CEU: internacionais.

Na Figura 6A pode ser observada a divisão das amostras em quatro grupos principais, no primeiro estão às amostras internacionais e somente uma amostra nacional, o segundo grupo a direita da Figura 6A pode ser observado a separação de um grupo de amostras, onde estão dispostas 3 amostras importadas (CEU) e 13 amostras nacionais (CSA), essa divisão foi influenciada pelos parâmetros sensoriais e de textura (Figura 6B). O terceiro grupo é composto pelas amostras que obtiveram as notas mais baixas na análise sensorial como as amostras CSA1 e CSA13 (Figura 6B). Na região superior (quarto grupo) da Figura 6A estão as amostras CEU23, CEU24 e CEU27 influenciadas pelo parâmetros de gordura, sal, validade e preço. A classificação das amostras CEU21, CEU26, CEU25 e CEU22, foi influenciada pelas análises de maturação pH 4,6, TCA 12%, índice de brancura, ângulo hue, medida de altura e acidez (Figura 6B). Na Figura 6A o agrupamento das amostras CSA1, CSA2, CSA13, CSA15, CSA16 foi influenciado pelos parâmetros de, peso, umidade, proteína, adesividade, coesividade e diâmetro.

6. CONCLUSÃO

Amostras representativas de queijos azuis nacionais e importadas foram avaliadas em relação à composição química, aspectos físicos, tecnológicos e sensoriais. No aspecto de composição, as amostras nacionais e internacionais apresentaram diferenças significativas na maioria dos parâmetros avaliados, salvo os teores de pH, acidez, gordura e proteína. Os queijos nacionais apresentaram maior amplitude dos resultados nos parâmetros avaliados. A textura dos queijos nacionais apresentou maior dureza e todos os demais parâmetros de textura os valores foram inferiores aos queijos internacionais. Os queijos internacionais apresentaram o dobro do prazo de validade, maior índice de maturação e intensidade de micélio. Entretanto, algumas amostras nacionais apresentaram elevado índice de maturação.

Na avaliação sensorial o parâmetro aceitabilidade das amostras foi influenciada principalmente pela aparência dos queijos, gosto residual, sabor, textura e odor. As amostras que não foram bem avaliadas sensorialmente apresentavam algum tipo de defeito, na maioria dos casos defeito microbiológico e/ou apresentavam valores extremos na composição físico-química, na cor e no perfil de textura.

A análise de componentes principais foi eficiente para separar as amostras em quatro grupos com base em suas características físico-químicas, cor, textura e sensorial.

Na análise de DSC foi possível observar que o estágio de maturação dos queijos azuis mostraram uma forte relação com comportamento da oxidação dos lipídeos.

Portanto, esta pesquisa permitiu estabelecer a composição dos queijos azuis nacionais e internacionais e apresentar uma abordagem tecnológica sobre aspectos relacionados ao seu processamento e qualidade.

7. REFERÊNCIAS

- ABNT** **Catálogo.** Disponível em: <<https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=3619>>. Acesso em: 30 jan. 2019.
- ABRAHAM, S.; CACHON, R.; COLAS, B.; FERON, G.; CONINCK, J. DE. Eh and pH gradients in Camembert cheese during ripening: Measurements using microelectrodes and correlations with texture. **International Dairy Journal**, v. 17, n. 8, p. 954–960, 2007.
- ABREU, E. DE; STEFFENS, J.; STEFFENS, C.; DAHMER, A. M. OBTENÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE IOGURTE EM PÓ DE LEITE DE OVELHA. Anais do Congresso Brasileiro de Engenharia Química em Iniciação Científica - Cobeq IC. São Paulo: Editora Edgard Blücher, jun. 2015
- BERESFORD, T. P.; FITZSIMONS, N. A.; BRENNAN, N. L.; COGAN, T. M. Recent advances in cheese microbiology. **International Dairy Journal**, v. 11, n. 4–7, p. 259–274, 11 jul. 2001.
- BORD, C.; GUERINON, D.; LEBECQUE, A. Heated or raw Blue cheeses: what are the drivers influencing consumer preferences? **International Journal of Food Science & Technology**, v. 52, n. 9, p. 1959–1970, 1 set. 2017.
- BOURDICHON, F. *et al.* International Journal of Food Microbiology Food fermentations: Microorganisms with technological beneficial use. **International Journal of Food Microbiology**, v. 154, n. 3, p. 87–97, 2012.
- BRODERICK, G. A.; CLAYTON, M. K. A statistical evaluation of animal and nutritional factors influencing concentrations of milk urea nitrogen. **Journal of dairy science**, v. 80, n. 11, p. 2964–71, 1 nov. 1997.
- CAKMAKCI, S.; DAGDEMIR, E.; HAYALOGLU, A. A.; GURSES, M.; CETIN, B.; TAHMAS-KAHYA OGLU, D. Effect of *Penicillium roqueforti* and incorporation of whey cheese on volatile profiles and sensory characteristics of mould-ripened Civil cheese. **International Journal of Dairy Technology**, v. 66, n. 4, p. 512–526, 2013.
- CANTOR, M. D.; TEMPEL, T. VAN DEN; HANSEN, T. K.; ARDÖ, Y. Blue Cheese. *In: Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology: Fourth Edition*. v. 11, n. 1, p. 46-53, 2017.
- CHALAMAIAH, M.; ESPARZA, Y.; TEMELLI, F.; WU, J. Physicochemical and functional properties of livetins fraction from hen egg yolk. **Food Bioscience**, v. 18, p. 38–45, 1 jun. 2017.
- CHAMBA, J. F.; IRLINGER, F. Secondary and Adjunct Cultures. **Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology**, v. 1, n. C, p. 191–206, 2004.
- CLAUSSE, D. Differential thermal analysis, differential scanning calorimetry, and emulsions. **Journal of Thermal Analysis and Calorimetry**, v. 101, n. 3, p. 1071–

1077, 27 set. 2010.

CONTARINI, G.; TOPPINO, P. M. Lipolysis in Gorgonzola cheese during ripening. **International Dairy Journal**, v. 5, n. 2, p. 141–155, 1995.

COUTINHO, F. M. B.; MELLO, I. L.; SANTA MARIA, L. C. DE. Polietileno: principais tipos, propriedades e aplicações. **Polímeros**, 2003.

CUPPERS, H. G.; OOMES, S.; BRUL, S. A model for the combined effects of temperature and salt concentration on growth rate of food spoilage molds. **Applied and environmental microbiology**, v. 63, n. 10, p. 3764–9, out. 1997.

DALGLEISH, D. G. On the structural models of bovine casein micelles—review and possible improvements. **Soft Matter**, v. 7, n. 6, p. 2265–2272, 7 mar. 2011.

DAVIDSON, P. M.; SOFOS, J. N.; BRANEN, A. L. **Antimicrobials in food**. [s.l.] Taylor & Francis, 2005.

DIEZHANDINO, I.; FERNÁNDEZ, D.; GONZÁLEZ, L.; MCSWEENEY, P. L. H.; FRESNO, J. M. Microbiological, physico-chemical and proteolytic changes in a Spanish blue cheese during ripening (Valdeón cheese). **Food Chemistry**, v. 168, p. 134–141, 2015.

DIEZHANDINO, I.; FERNÁNDEZ, D.; SACRISTÁN, N.; COMBARROS-FUERTES, P.; PRIETO, B.; FRESNO, J. M. Rheological, textural, colour and sensory characteristics of a Spanish blue cheese (Valdeón cheese). **LWT - Food Science and Technology**, v. 65, p. 1118–1125, 2016.

DUVAL, P.; CHATELARD-CHAUVIN, C.; GAYARD, C.; RIFA, E.; BOUCHARD, P.; HULIN, S.; DELILE, A.; POLLET, B.; MONTEL, M. C.; PICQUE, D. Changes in biochemical and sensory parameters in industrial blue-veined cheeses in different packaging. **International Dairy Journal**, v. 77, p. 89–99, 2018.

EVERARD, C. D.; O'CALLAGHAN, D. J.; HOWARD, T. V.; O'DONNELL, C. P.; SHEEHAN, E. M.; DELAHUNTY, C. M. Relationships between sensory and rheological measurements of texture in maturing commercial cheddar cheese over a range of moisture and pH at the point of manufacture. **Journal of Texture Studies**, v. 37, n. 4, p. 361–382, 1 ago. 2006.

EVERT-ARRIAGADA, K.; HERNÁNDEZ-HERRERO, M. M.; GUAMIS, B.; TRUJILLO, A. J. Commercial application of high-pressure processing for increasing starter-free fresh cheese shelf-life. **LWT - Food Science and Technology**, v. 55, n. 2, p. 498–505, 1 mar. 2014.

FAVA, P.; MUSETTI, A. Shelf-life of blue molded cheeses packaged in polylactic acid trays. **Italian Journal of Food Science**, v. 23, n. SUPPL., p. 166–169, 2011.

FERNÁNDEZ-SALGUERO, J. Internal mould - Ripened cheeses: Characteristics, composition and proteolysis of the main European blue vein varieties. **Italian Journal of Food Science**, v. 16, n. 4, p. 437–445, 2004.

Food Chemicals Codex (FCC) | FCC | Online. Disponível em: <<https://www.foodchemicalscodex.org/>>. Acesso em: 30 jan. 2019.

FOX, P. F. **Cheese: chemistry, physics and microbiology.** Edição 3 Elsevier Academic, 2004.

FOX, P. F.; GUINEE, T. P.; COGAN, T. M.; MCSWEENEY, P. L. H. Salting of Cheese Curd. *In: Fundamentals of Cheese Science.* Boston, MA: Springer US, 2017a. p. 251–277.

FURTADO, M. M. **Principais problemas dos queijos: causas e prevenção.** Editora Aprovar 2017.

GALLI, B. D.; MARTIN, J. G. P.; SILVA, P. P. M. DA; PORTO, E.; SPOTO, M. H. F. Sensory quality of Camembert-type cheese: Relationship between starter cultures and ripening molds. **International Journal of Food Microbiology**, v. 234, p. 71–75, 3 out. 2016.

GIANNINO, M. L.; MARZOTTO, M.; DELLAGLIO, F.; FELIGINI, M. Study of microbial diversity in raw milk and fresh curd used for Fontina cheese production by culture-independent methods. **International Journal of Food Microbiology**, v. 130, n. 3, p. 188–195, 15 abr. 2009.

GILLOT, G.; JANY, J.-L.; COTON, M.; FLOCH, G. LE; DEBAETS, S.; ROPARS, J.; LÓPEZ-VILLAVICENCIO, M.; DUPONT, J.; BRANCA, A.; GIRAUD, T.; COTON, E. Insights into *Penicillium roqueforti* Morphological and Genetic Diversity. **PLOS ONE**, v. 10, n. 6, p. e0129849, 19 jun. 2015.

GOBBETTI, M.; BURZIGOTTI, R.; SMACCHI, E.; CORSETTI, A.; ANGELIS, M. DE. Microbiology and biochemistry of gorgonzola cheese during ripening. **International Dairy Journal**, v. 7, n. 8–9, p. 519–529, 1 ago. 1997.

HARDING, F. Compositional quality. *In: Milk Quality.* Boston, MA: Springer US, 1995. p. 75–96.

INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 76, DE 26 DE NOVEMBRO DE 2018 - Diário Oficial da União - Imprensa Nacional. Disponível em: <http://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/52750137>. Acesso em: 27 jan. 2019.

JASTER, H.; JUDACEWSKI, P.; CAROLINE, J.; RIBEIRO, B.; ANTONIO, A.; ZIELINSKI, F.; DEMIATE, I. M.; LOS, P. R.; ALBERTI, A.; NOGUEIRA, A. Quality assessment of the manufacture of new ripened soft cheese by *Geotrichum candidum*: physico-chemical and technological properties. v. 2061, p. 1–9, 2018.

JUDACEWSKI, P.; LOS, P. R.; BENVENUTTI, L.; ALBERTI, A.; SIMÕES, D. R.; NOGUEIRA, A. Quality assessment of white mold-ripened cheeses manufactured with different lactic cultures. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 96, n. 11, p. 3831–3837, ago. 2016.

KRUIF, C. G. DE; HUPPERTZ, T.; URBAN, V. S.; PETUKHOV, A. V. Casein micelles

and their internal structure. **Advances in Colloid and Interface Science**, v. 171–172, p. 36–52, 1 mar. 2012.

LAURINDO, J.; TONIAL, I. B.; PRADO, N. V. DO; MORÉS, S.; CISLAGHI, F. P. DE C. Composição Proximal, Cor E Qualidade Lipídica De Queijo Azul Fresco E Maturado. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 72, n. 3, p. 163–173, 2017.

LAWLOR, J. BEN; DELAHUNTY, C. M.; SHEEHAN, J.; WILKINSON, M. G. Relationships between sensory attributes and the volatile compounds, non-volatile and gross compositional constituents of six blue-type cheeses. **International Dairy Journal**, v. 13, n. 6, p. 481–494, 2003.

Legislação: Instrução Normativa MAPA - 45, de 23/10/2007 | Defesa Agropecuária do Estado de São Paulo. Disponível em: <<https://www.defesa.agricultura.sp.gov.br/legislacoes/instrucao-normativa-mapa-45-de-23-10-2007,1042.html>>. Acesso em: 27 jan. 2019.

LOPEZ, C.; BRIARD-BION, V.; CAMIER, B.; GASSI, J.-Y. Milk fat thermal properties and solid fat content in emmental cheese: a differential scanning calorimetry study. **Journal of Dairy Science**, v. 89, n. 8, p. 2894–2910, ago. 2006.

LUCEY, J. A.; VLIET, T. VAN; GROLLE, K.; GEURTS, T.; WALSTRA, P. Properties of acid casein gels made by acidification with glucono- δ -lactone. 2. Syneresis, permeability and microstructural properties. **International Dairy Journal**, v. 7, n. 6–7, p. 389–397, 1 jun. 1997.

MA, C.-Y.; HARWALKAR, V. R. Thermal Analysis of Food Proteins. **Advances in Food and Nutrition Research**, v. 35, p. 317–366, 1 jan. 1991.

MARIA, R.; ALVES, V.; BALAN, S.; JAIME, M.; ITO, D.; MOREIRA, C. Q. Influência das propriedades de barreira de embalagens flexíveis na estabilidade de leite em pó integral. **Brazilian Journal Food Technol.**, v. 11, n. 1, p. 46-53,. 2008.

MARGOLIES, B. J.; BARBANO, D. M. Determination of fat, protein, moisture, and salt content of Cheddar cheese using mid-infrared transmittance spectroscopy. **Journal of Dairy Science**, v. 101, n. 2, p. 924–933, fev. 2018.

MARINHO, M. T.; ZIELINSKI, A. A. F.; DEMIATE, I. M.; BERSOT, L. DOS S.; GRANATO, D.; NOGUEIRA, A. Ripened semihard cheese covered with lard and dehydrated rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) leaves: processing, characterization, and quality traits. **Journal of Food Science**, v. 80, n. 9, p. 2045–2054, 2015.

MARTÍNEZ, M. A.; MARTÍNEZ-LARRAÑAGA, M. R.; CASTELLANO, V.; MARTÍNEZ, M.; ARES, I.; ROMERO, A.; ANADÓN, A. Effect of natamycin on cytochrome P450 enzymes in rats. **Food and Chemical Toxicology**, v. 62, p. 281–284, dez. 2013.

MCSWEENEY, P. L. H. **Biochemistry of cheese ripening.** International Journal of Dairy Technology. **Anais...**2004.

Mercado de queijos tem alto potencial de crescimento no Brasil | Giro de Notícias | MilkPoint. Disponível em: <<https://www.milkpoint.com.br/noticias-e-mercado/giro-noticias/abiq-mercado-de-queijos-tem-alto-potencial-de-crescimento-no-brasil-105515n.aspx>>. Acesso em: 27 jan. 2019.

MOREIRA, G. M. M.; COSTA, R. G. B.; TEODORO, V. A. M.; PAULA, J. C. J.; SOBRAL, D.; FERNANDES, C.; GLORIA, M. B. A. Effect of ripening time on proteolysis, free amino acids, bioactive amines and texture profile of Gorgonzola-type cheese. **LWT - Food Science and Technology**, v. 98, p. 583–590, 1 dez. 2018.

MUÑOZ, A. M. Sensory evaluation in quality control: an overview, new developments and future opportunities. **Food Quality and Preference**, v. 13, n. 6, p. 329–339, 1 set. 2002.

NERO, L. A.; NOGUEIRA VIÇOSA, G.; EVANS, F.; PEREIRA, V. Qualidade microbiológica do leite determinada por características de produção Microbiological quality of milk determined by production characteristics **Ciência e Tecnologia. Alimentos** v. 29, n. 2 p. 386-390. 2009

NETO ALVES DE OLIVEIRA, E.; COSTA SANTOS, D. DA; SILVA OLIVEIRA, A. DA; CORDEIRO DE SOUSA, F.; SOUSA, F. C. DE. Composição físico-química de leites em diferentes fases de lactação. **Revista Acadêmica: Ciência Animal**, v. 8, n. 4, p. 409, 15 out. 2010.

O crescimento do mercado de queijos no Brasil - Portal do Queijo. Disponível em: <<https://portaldoqueijo.com.br/noticias/crescimento-do-mercado-de-queijos-no-brasil/2016/11/11/crescimento-do-mercado-de-queijos-no-brasil/>>. Acesso em: 27 jan. 2019.

PHADUNGATH, C. Cream cheese products: a review. **Songklanakarin Journal of Science and Technologi.**, v. 27, n. 1, p. 191–199, 2005.

POLAVKA, J.; PALIGOVÁ, J.; CVENGROŠ, J.; SIMON, P. Oxidation stability of methyl esters studied by differential thermal analysis and rancimat. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 82, n. 7, p. 519–524, 1 jul. 2005.

PRADO CORDOBA, L. DO; RIBEIRO, L. S.; ROSA, L. S.; LACERDA, L. G.; SCHNITZLER, E. Effect of enzymatic treatments on thermal, rheological and structural properties of pinhão starch. **Thermochimica Acta**, v. 642, p. 45–51, 20 out. 2016.

RAO, D. R.; PULUSANI, S. R.; CHAWAN, C. B.; PULUSANI, S. R.; CHAWAN, C. B. Natural Inhibitors of Carcinogenesis: Fermented Milk Products. *In: Diet, Nutrition, and Cancer: A Critical Evaluation.* CRC Press, 2018. p. 63–76.

RIHA, W. E.; WENDORFF, W. L. Evaluation of Color in Smoked Cheese by Sensory and Objective Methods. **Journal of Dairy Science**, v. 76, n. 6, p. 1491–1497, 1 jun. 1993.

RUETTIMANN, K. W.; LADISCH, M. R. Casein micelles: structure, properties and

enzymatic coagulation. **Enzyme and Microbial Technology**, v. 9, n. 10, p. 578–589, 1 out. 1987.

SAINT-EVE, A.; LAUVERJAT, C.; MAGNAN, C.; DÉLÉRIS, I.; SOUCHON, I. Reducing salt and fat content: Impact of composition, texture and cognitive interactions on the perception of flavoured model cheeses. **Food Chemistry**, 2009.

SCOTT, P. M.; KENNEDY, B. P. C. Analysis of Blue Cheese for Roquefortine and Other Alkaloids from *Penicillium roqueforti*. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 24, n. 4, p. 865–868, 1976.

SHAH, N. P. Effects of milk-derived bioactives: an overview. **British Journal of Nutrition**, v. 84, n. S1, 9 nov. 2000.

SHRESTHA, S.; GRIEDER, J. A.; MCMAHON, D. J.; NUMMER, B. A. Survival of *Listeria monocytogenes* introduced as a post-aging contaminant during storage of low-salt Cheddar cheese at 4, 10, and 21°C. **Journal of Dairy Science**, v. 94, n. 9, p. 4329–4335, 1 set. 2011.

SILVA, F. DA; SILVA, G. DA; TONIAL, I. B.; CASTRO-CISLAGHI, F. P. DE. QUALIDADE MICROBIOLÓGICA E FÍSICO-QUÍMICA DE QUEIJOS COLONIAIS COM E SEM INSPEÇÃO, COMERCIALIZADOS NO SUDOESTE DO PARANÁ. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 33, n. 2, 15 dez. 2016.

SINGH, H.; TAMEHANA, M.; HEMAR, Y.; MUNRO, P. A. Interfacial compositions, microstructure and stability of oil-in-water emulsions formed with mixtures of milk proteins and κ -carrageenan: 2. Whey protein isolate (WPI). **Food Hydrocolloids**, v. 17, n. 4, p. 549–561, 1 jul. 2003.

SINGH, T. K.; DRAKE, M. A.; CADWALLADER, K. R. Flavor of Cheddar Cheese: A Chemical and Sensory Perspective. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 2, n. 4, p. 166–189, 1 out. 2003.

THE STATE OF FOOD AND AGRICULTURE. 2009.

TIEZZI, F.; VALENTE, B. D.; CASSANDRO, M.; MALTECCA, C. Causal relationships between milk quality and coagulation properties in Italian Holstein-Friesian dairy cattle. **Genetics Selection Evolution**, v. 47, n. 1, p. 45, 13 dez. 2015.

VAKALERIS, D. G.; PRICE, W. V. A Rapid Spectrophotometric Method for Measuring Cheese Ripening. **Journal of Dairy Science**, v. 42, n. 2, p. 264–276, 1 fev. 1959.

VARMING, C.; ANDERSEN, L. T.; PETERSEN, M. A.; ARDÖ, Y. Flavour compounds and sensory characteristics of cheese powders made from matured cheeses. **International Dairy Journal**, v. 30, n. 1, p. 19–28, 1 maio 2013.

VERRUCK, S.; DANTAS, A.; PRUDENCIO, E. S. Functionality of the components from goat's milk, recent advances for functional dairy products development and its

implications on human health. **Journal of Functional Foods**, v. 52, p. 243–257, 1 jan. 2019.

WADHWANI, R.; MCMAHON, D. J. Color of low-fat cheese influences flavor perception and consumer liking. **Journal of dairy science**, v. 95, n. 5, p. 2336–46, 1 maio 2012.

WASHAM, C. J.; KERR, T. J.; HURST, V. J. Microstructure of Various Chemical Compounds Crystallized on Cheddar Cheese. **Journal of Food Protection**, v. 45, n. 7, p. 594–596, 1 maio 1982.

WOLD, J. P.; VEBERG, A.; LUNDBY, F.; NIKOLAI NILSEN, A.; MOAN, J. Influence of storage time and color of light on photooxidation in cheese: A study based on sensory analysis and fluorescence spectroscopy. **International Dairy Journal**, v. 5, n. 2, p. 94–99 2006.

ZIELINSKI, A. A. F.; HAMINIUK, C. W. I.; NUNES, C. A.; SCHNITZLER, E.; RUTH, S. M. VAN; GRANATO, D. Chemical Composition, Sensory Properties, Provenance, and Bioactivity of Fruit Juices as Assessed by Chemometrics: A Critical Review and Guideline. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 13, n. 3, p. 300–316, 2014.

ANEXO A: FICHAS PARA SELEÇÃO DE AVALIADORES.

<p style="text-align: center;">Universidade Estadual de Ponta Grossa Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos Avaliação Sensorial de Queijos Azuis</p> <p>Quadro 1. Ficha de seleção para análise sensorial de queijos azuis</p> <p>Nome: _____ Data: __/__/__</p> <p>Idade: _____ Celular: _____ E-mail: _____</p> <p>- Você já consumiu queijos azuis? () Sim () Não</p> <p>- Você gosta do produto? () Sim () Não</p> <p>- Com qual frequência você consome queijos azuis?</p> <p>() 1 vez por semana () 1 vez por mês () 1 vez por ano</p> <p>- Como você costuma consumir queijos azuis ?</p> <p>_____</p> <p>- Qual o valor por quilo que você considera justo em um queijo azul?</p> <p>() R\$ 45,00 () R\$ 60,00 () R\$ 75,00 () R\$ 100,00 () mais de R\$ 100,00</p> <p>- Quais características você mais gosta em queijos azuis? O que você procura quando degusta um queijo azul?</p> <p>_____</p> <p>- Quais as principais características/atributos você consegue identificar em queijos azuis?</p> <p>_____</p> <p>- Você fuma? Bebe excessivamente? Come alimentos muito apimentados ?</p> <p>_____</p> <p>- Tem alergias? Se sim, identifique quais:</p> <p>_____</p>
--

ANEXO B: FICHA PARA AVALIAÇÃO SENSORIAL

Universidade Estadual de Ponta Grossa
Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos
Avaliação Sensorial de Queijos Azuis

Quadro 2. Ficha para análise sensorial de queijos azuis

Nome: _____ Data: __/__/__

Avalie as amostras de acordo com a escala abaixo, dando notas aos atributos propostos:

Aparência:(____)	9 - Gostei extremamente
Odor:(____)	8 - Gostei muito
Sabor:(____)	7 - Gostei moderadamente
Textura:(____)	6 - Gostei ligeiramente
Mofo:(____)	5 - Não gostei nem desgostei
Gosto salgado:(____)	4 - Desgostei ligeiramente
Residual:(____)	3 - Desgostei moderadamente
Aceitabilidade global:(____)	2 - Desgostei muito
	1 - Desgostei extremamente

Observações: _____

