

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

OTÁVIA LUIZA BEDNARSKI ANTUNES

**ELABORAÇÃO DE QUEIJO COLONIAL MATURADO COM MOFO BRANCO
(*Penicillium candidum*)**

PATO BRANCO

2023

OTÁVIA LUIZA BEDNARSKI ANTUNES

**ELABORAÇÃO DE QUEIJO COLONIAL MATURADO COM MOFO BRANCO
(*Penicillium candidum*)**

**Elaboration of Colonial cheese matured with white mold (*Penicillium
candidum*)**

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentada como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Química da Universidade Tecnológica
Federal do Paraná (UTFPR).
Orientador(a): Dra. Simone Beux

PATO BRANCO

2023



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

Esta licença permite download e compartilhamento do trabalho desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es), sem a possibilidade de alterá-lo ou utilizá-lo para fins comerciais. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Pato Branco
DAQUI
Química



TERMO DE APROVAÇÃO

ELABORAÇÃO DE QUEIJO COLONIAL MATURADO POR MOFO BRANCO
(*Penicillium candidum*)

por

OTÁVIA LUIZA BEDNARSKI ANTUNES

Este(a) Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado(a) em 29 de Novembro de 2023 como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Química. A candidata foi arguida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Dra. Simone Beux
Prof^a. Orientadora

Dra. Marina Leite Mitterer Daltoé
Membro titular

Dr. Mário Antônio Alves da Cunha
Membro titular

Nota: O Documento original e assinado pela Banca Examinadora encontra-se no SEI processo 23064.057565/2023-14 e documento 3871613.

Dedico este trabalho à minha família,
por tudo a que a mim proporcionaram.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à meus pais, Janete Bednarski e George L. Antunes, por me darem a vida e me apoiarem em cada decisão que tomo.

À minha avó Eunice T. Antunes, por ser sempre uma segunda mãe pra mim e me ajudar em tudo que preciso sem nem pensar duas vezes.

À meu namorado Nivon I. dos Santos por não desistir de mim, mesmo nos momentos mais difíceis.

À minha madrastra Rosana E. de Oliveira, por sempre me ouvir quando preciso de um ombro.

Às minhas amigas M. Eduarda B. Fronza e Ananda Cavalcante por aguentarem meus momentos de surto.

Um agradecimento especial a minha orientadora Profa. Dra. Simone Beux, por me auxiliar em cada etapa e aguentar meus momentos de desespero.

Aos estagiários do N002 e do LAQUA, por sempre serem solícitos aos meus pedidos.

Ao técnico de laboratório Everton, por ajudar no processo de transporte dos queijos para realizar as análises de textura.

À empresa Fermentech pelo fornecimento do fermento e do fungo liofilizado.

À minha psicóloga Juliane Fontana, por ouvir cada surto meu e me ajudar.

Por fim, a todos que não foram especificados nesse agradecimento mas que fizeram parte do meu crescimento como estudante, profissional e como pessoa.

Talvez não tenha conseguido fazer o melhor,
mas lutei para que o melhor fosse feito.
Não sou o que deveria ser,
mas Graças a Deus,
não sou o que era antes

(KING; MARTIN LUTHER, 1969).

RESUMO

O Brasil é um grande produtor de queijos e entre eles está o queijo Colonial, produzido e consumido principalmente no sul do país. Este queijo caracteriza-se pela casca amarelada, interior claro e sabor forte. Há diversos queijos trazidos por imigrantes, entre eles os denominados queijos de mofo branco, como o Brie e Camembert que, possuem aparência aveludada por fora e textura macia em seu interior. O objetivo deste trabalho foi elaborar um queijo Colonial com mofo branco (*Penicillium candidum*) e cultura acidificante mesófila. A composição físico-química dos queijos apresentaram valores de lipídios entre 31,33 e 32,17 g/100 g, umidade entre 37,20 e 44,36 g/100 g, cinzas entre 3,48 e 4,35 g/100 g, proteína entre 22,85 e 26,65 g/100 g, extrato seco desengordurado (ESD) entre 24,31 e 31,07 g/100 g, extrato seco total (EST) entre 55,64 e 62,80 g/100 g e pH entre 4,85 e 5,27. A média do Índice de Brancura (WI) para o interior foi entre 62,53 e 84,01 e para o exterior valores entre 63,30 e 88,20. O perfil de textura apresentou valores 126,88 N e 214,88 N para dureza, entre -10,60 e -0,65 N.s para adesividade, entre 0,22 e 0,50 para coesividade, entre 25,46 e 77,99 para mastigabilidade, entre 7,95 e 18,77 para resiliência, entre 70,24% e 105,15% para gomosidade e entre 72,10% e 87,21% para elasticidade.

Palavras-chave: produtos lácteos; físico-química; textura; cor.

ABSTRACT

Brazil is a large producer of cheeses and among them is the Colonial cheese, produced and consumed mainly in the south of the country. This cheese is characterized by its yellowish skin, light interior and strong flavor. There are several kinds of cheeses brought by immigrants, including the so-called white mold cheese, like Brie and Camembert, which have velvety appearance on the outside and a soft texture on the inside. The subject of this project was to elaborate a Colonial cheese with white mold (*Penicillium candidum*) and mesophilic acidifying culture. The physicochemical composition of the cheeses presented lipid values between 31,33 and 32,17 g/100 g, humidity between 37,20 and 44,36 g/100 g, ashes between 3,48 and 4,35 g/100 g, protein between 22,85 and 26,65 g/100 g, defatted dry extract (DDE) between 24,31 and 31,07 g/100 g, total dry extract (TDE) between 55,64 and 62,80 g/100 g and pH between 4,85 and 5,27. The average of the whiteness index (WI) of the center was between 62,53 and 84,01 and for the surface the values between 63,30 and 88,20. The texture profile presented values 126,88 N and 214,88 N for hardness, between -10,60 and -0,65 N.s for adhesiveness, between 0,22 and 0,50 for cohesion, between 25,46 and 77,99 for chewiness, between 7,95 and 18,77 for resilience, between 70,24% and 105,15% for gumminess and between 72,10% and 87,21% for springiness.

Keywords: dairy products; physicochemical; texture; color.

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|-----------|
| Tabela 1 - Características físico-químicas do queijo Camembert | 23 |
| Tabela 2 - Caracterização físico-química dos queijos..... | 34 |
| Tabela 3 - pH dos queijos..... | 36 |
| Tabela 4 - Análise de cor dos queijos..... | 37 |
| Tabela 5 - Perfil de textura dos queijos..... | 39 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|-------|---|
| ABIQ | Associação Brasileira das Industrias de Queijo |
| AOP | <i>Appellation d'Origine Protégée</i> / Denominação de Origem Protegida |
| FAO | Food and Agriculture Organization of the United Nations |
| IBGE | Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística |
| IDF | International Dairy Federation |
| MAPA | Ministério da Agricultura e Pecuária |
| UTFPR | Universidade Tecnológica Federal do Paraná |

LISTA DE SÍMBOLOS

| | |
|----------------------------------|--------------------------|
| MC | Micelas de caseína |
| Phe | Fenilalanina |
| Met | Metionina |
| Ca | Cálcio |
| pH | Potencial Hidrogeniônico |
| NaCl | Cloreto de sódio |
| GES | Gordura no extrato seco |
| N | Nitrogênio |
| H ₂ SO ₄ | Ácido sulfúrico |
| C ₅ H ₁₂ O | Álcool isoamílico |

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO..... | 13 |
| 2 OBJETIVOS..... | 15 |
| 2.1 Geral..... | 15 |
| 2.2 Específicos..... | 15 |
| 3 REFERENCIAL TEÓRICO..... | 16 |
| 3.1 Leite..... | 16 |
| 3.2 Queijo..... | 17 |
| 3.2.1 Coagulação..... | 18 |
| 3.2.2 Acidificação..... | 19 |
| 3.2.3 Sinérese..... | 19 |
| 3.2.4 Enformagem..... | 20 |
| 3.2.5 Salga..... | 20 |
| 3.2.6 Maturação..... | 20 |
| 3.2.7 Queijos artesanais brasileiros..... | 21 |
| <u>3.2.7.1 Queijo colonial.....</u> | <u>21</u> |
| 3.3 Queijos de mofo branco..... | 22 |
| 3.4 <i>Penicillium</i>..... | 24 |
| 3.5 Classificação de queijos..... | 25 |
| 3.6 Análise de gordura..... | 26 |
| 4 MATERIAL E MÉTODOS..... | 27 |
| 4.1 Material..... | 27 |
| 4.2 Elaboração do queijo..... | 27 |
| 4.3 Análises físico-químicas..... | 29 |
| 4.3.1 Umidade e cinzas..... | 29 |
| 4.3.2 Gordura..... | 29 |
| 4.3.3 Extrato seco total (EST) e extrato seco desengordurado (ESD)..... | 30 |
| 4.3.4 pH..... | 30 |
| 4.3.5 Proteína..... | 31 |
| 4.4 Cor..... | 32 |
| 4.5 Textura..... | 32 |
| 4.6 Metodologia de tratamento de resíduos..... | 34 |

| | |
|--|-----------|
| 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 34 |
| 5.1 Análises físico-químicas..... | 34 |
| 5.1.1 Lipídios..... | 34 |
| 5.1.2 Umidade..... | 34 |
| 5.1.3 Cinzas..... | 35 |
| 5.1.4 Proteína..... | 35 |
| 5.1.5 ESD e EST..... | 35 |
| 5.1.6 pH..... | 36 |
| 5.2 Análise de cor dos queijos..... | 37 |
| 5.3 Perfil de textura..... | 39 |
| 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 41 |
| REFERÊNCIAS..... | 42 |
| ANEXOS..... | 47 |

1 INTRODUÇÃO

O consumo de queijo no Brasil é baixo, segundo estimativa da Associação Brasileira das Indústrias de Queijo (ABIQ), o brasileiro consumiu uma média de 5,6 kg/ano no ano de 2022, quando comparado, por exemplo, com a Argentina, que é o país de maior consumo de queijos da América Latina, com 12 quilos anuais *per capita*. Entretanto, os queijos são os principais responsáveis pela absorção de leite (matéria-prima) no país, aproximadamente 36% da produção total de leite (ABIQ, 2022).

Diversos tipos de queijos são fabricados no Brasil, entre eles os tipicamente brasileiros e outros inspirados nos conhecimentos trazidos ao país por imigrantes, como os italianos por exemplo. Entre os tipos de queijos produzidos, os artesanais que são aqueles que, de acordo com a Lei nº. 13.860/2019 (BRASII, 2019), são os elaborados por métodos tradicionais, com vinculação e valorização territorial, regional ou cultural, conforme protocolo de elaboração específico estabelecido para cada tipo e variedade, com emprego de boas práticas agropecuárias e boas práticas de fabricação, foram catalogados e de acordo com a Embrapa (2021) o Brasil possui 36 tipos diferentes.

Entre esses o queijo Colonial produzido no sul do país representa uma importante fonte de renda para diversas famílias praticantes da agricultura familiar. Não há um padrão em sua fabricação, podendo haver pequenas modificações nas etapas de elaboração, porém, há características em comum, como uma casca amarelada e mais dura e o interior com coloração mais clara e macio e obtido a partir de leite cru ou pasteurizado.

Os queijos se diferenciam por diversas características como: obtenção a partir de leite cru ou pasteurizado, teor de umidade, textura, tempo de maturação, ou também por fatores microbiológicos, tipo de fermento, entre outros.

Os queijos de mofo branco, por sua vez, caracterizam-se pela adição de fungos como *Penicillium candidum* ou *Penicillium camemberti*. Sua produção é um tanto recente no Brasil, ganhando visibilidade no início do século XXI, se comparada com a de outros países que já possuem uma cultura milenar de consumo e produção (PEREIRA, 2014). Para ser possível o crescimento do fungo na superfície do queijo, são necessárias condições específicas, como temperatura de cerca de 12 °C e umidade relativa entre 90 e 95%. Ao final, o queijo com mofo branco, apresenta aparência branca e aveludada e massa macia a semi-dura (JUDACEWSKI, 2020).

Esse trabalho teve como objetivo desenvolver um queijo similar ao Colonial com mofo branco (*Penicillium candidum*) e avaliar os parâmetros físico-químicos como pH, acidez, cor, gordura e proteína no produto.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

Desenvolver uma formulação de queijo Colonial com mofo branco (*Penicillium candidum*) (Choozit® PC12) e adição de uma cultura acidificante mesófila.

2.2 Específicos

- ✓ Elaborar queijo colonial com mofo branco e cultura mesófila;
- ✓ Avaliar o tempo de fechamento do micélio superficial em queijo colonial;
- ✓ Caracterizar os queijos quanto aos parâmetros pH, umidade e cinzas, gordura, extratos secos total e desengordurado, proteína, cor e textura.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Leite

“Entende-se por leite, sem outra especificação, o produto oriundo da ordenha completa, ininterrupta, em condições de higiene de vacas sadias, bem alimentadas e descansadas.” (BRASIL, 2011, IN 62).

O leite é considerado um dos alimentos mais completos nutricionalmente, pois possui grande quantidade de nutrientes essenciais para o desenvolvimento humano, sendo inclusive, o único alimento para recém nascidos e bebês em seus primeiros meses de vida, por possuir carboidratos, proteínas, gorduras e nutrientes essenciais para o desenvolvimento, além de trazer benefícios afetivos e imunológicos para o bebê (RAMOS, et al. 2010).

Sua composição conta com proteínas, lipídeos, carboidratos, minerais e vitaminas, entre outros, como demonstrado na Figura 1. A quantidade de cada composto depende de fatores como raça da vaca, sendo a mais utilizada para o devido fim a raça Holandês (FREITAS, MIRANDA, 2009), condições ambientais e alimentação dos animais leiteiros.

Figura 1 - Composição aproximada de leite bovino



Fonte: Leite (2008) adaptado por Faria, et al (2008)

É possível produzir diversos sub-produtos a partir da matéria-prima leite, como doce de leite, leite condensado, nata, leites fermentados, queijos, entre outros. Aos queijos podem ser adicionados diversos fatores, como bactérias, fungos e corantes para diversificá-los.

Com relação a produção de leite, a Índia lidera como maior produtora mundial, entre os anos de 2018 e 2020 a produção foi de 198.779 mil toneladas. O Brasil encontra-se como quarto maior produtor de leite, atrás somente da Índia, Estados Unidos e Paquistão (FAO, 2022). Em 2021, a produção de leite brasileira foi de 35.305 mil toneladas (IBGE, 2021). No Brasil, segundo a Secretaria de Agricultura e Abastecimento (SEAB), o Paraná é o segundo estado com maior índice de produção leite no país, no ano de 2021 produziu 4,3 bilhões de litros.

3.2 Queijos

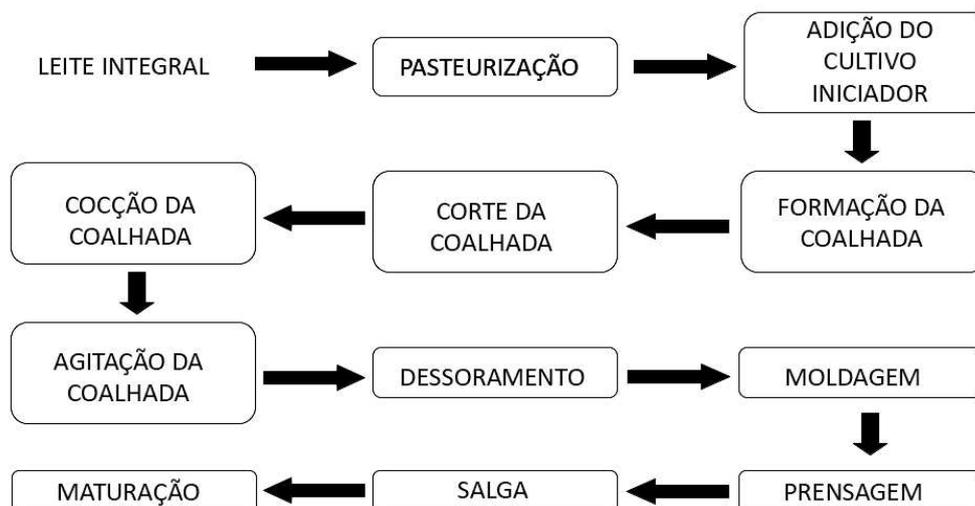
O consumo de queijo é uma prática antiga. Existem relatos históricos de consumo de leite solidificado que datam de 7.000 a.C. e achados arqueológicos de queijos em 6.000 a.C., apesar de especialistas considerarem o início de sua produção apenas na Idade Média. Na filosofia, existem escritos de Aristóteles sobre queijos produzidos de leite de jumenta e égua (PERRY, 2004).

Há uma lenda sobre a descoberta do queijo, em que um mercador árabe estava em uma longa viagem no agreste da Ásia e sentiu fome, então, parou para se alimentar. Ele trazia consigo tâmaras secas e um cantil, feito de estômago de carneiro, com leite de cabra. Assim que foi beber o leite, percebeu apenas um líquido fino e raso. Decidiu então cortar o cantil para entender o que tinha ocorrido e percebeu que o leite havia se transformado em um sólido, uma coalhada fresca, com gosto agradável, um queijo (ALBUQUERQUE, 2002).

Atualmente, o princípio continua o mesmo, segundo a legislação brasileira: “Entende-se por queijo o produto fresco ou maturado que se obtém por separação parcial do soro do leite ou leite reconstituído [...], ou de soros lácteos.” (BRASIL, 1996).

Existe uma variedade de tipos de queijos, frescos ou maturados, obtidos a partir de leite cru ou pasteurizado, com ou sem adição de fermentos, com adição de mofo branco ou azul, macios os duros, entre outras diferenças. Assim existe um processo de fabricação específico para cada tipo de queijo, entretanto um processo geral para elaboração pode ser observado na Figura 2.

Figura 2 - Processo geral de elaboração de queijo



Fonte: ORDÓÑES, *et al.*, 2007

Cada queijo tem seu diferencial, mas todos seguem um princípio básico de formulação, podendo haver mudanças de uma formulação a outra, algumas etapas que podem estar presentes na formulação de queijos são:

1. A coagulação do leite, com adição de um agente coagulante;
2. A acidificação, produto da fermentação da lactose em ácido láctico por bactérias lácticas ou por adição direta de ácido láctico;
3. O dessoramento do grão, quando um corte na massa já formada é realizado, libera-se soro e isto chama-se sinérese;
4. A enformagem, para retirar o restante de soro desejado e dar forma a massa;
5. A salga, importante para evitar atividade microbiana, dar sabor e regular enzimas (DE CARVALHO; DE PAULA; FURTADO, 2009).
6. A maturação, para queijos maturados.

3.2.1 Coagulação

A coagulação do leite é decorrente de mudanças nas micelas de caseína do leite e podem ocorrer de duas formas, por acidificação ou por ação de enzimas (NETTO; VIDAL, 2018).

A caseína é a principal proteína do leite da vaca, totalizando cerca de 80% de todo seu conteúdo proteico. Encontram-se na forma de um complexo de fosfocaseinato de cálcio, onde há ligações entre grupos fosfatos e cálcio (NETTO;

VIDAL, 2018). No leite, elas estão dispostas em forma de micelas de caseína (MC), sendo partículas porosas e de alta hidratação. As MC são compostas de água, caseína e minerais (SILVA, 2019).

A coagulação ácida é realizada com adição direta de ácido láctico, ou outros ácidos orgânicos, reduzindo assim o pH e então, solubilizando os sais de cálcio encontrados nas MCs, fazendo com que os cálcio e fosfato migrem para a fase aquosa e desmineralizem a caseína. Esse processo acontece com o pH baixo, no valor de 4,6, pontoisoelétrico em que a caseína apresenta baixa solubilidade. (NETTO; VIDAL, 2018).

Os coalhos são enzimas formadas no abomaso, parte do estômago responsável pela digestão dos ruminantes, (NETTO; VIDAL, 2018) também denominado coagulador ou coalheira. Há também coalhos de origem vegetal, microbiano e genético. Na coagulação enzimática ocorre a quebra da ligação peptídica Phe₁₀₅-Met₁₀₆ provocada pela ação enzimática do coalho ou de coagulantes e em seguida ocorre a agregação das micelas induzidas pelo Ca (DE CARVALHO; DE PAULA; FURTADO, 2009).

O coagulante deve ser adicionado em temperaturas entre 32-35°C e o processo de coagulação leva em cerca de 40-50 minutos. A coalhada que se forma tem aparência e textura de um gel. (DE CARVALHO; DE PAULA; FURTADO, 2009) .

3.2.2 Acidificação

A acidificação ocorre devido ao processo de fermentação da lactose em ácido láctico pelas bactérias lácticas, denominadas cultura *starter*, quando ocorre coagulação enzimática ou pela adição direta de ácido láctico (DE CARVALHO; DE PAULA; FURTADO, 2009).

3.2.3 Sinérese

A saída do soro do gel da coalhada, quando ele é cortado, é denominada sinérese. Quanto maior o número de cortes, maior a saída do soro e isso faz com que o queijeiro tenha um controle da umidade presente na massa do queijo. E isso influenciará diretamente na maturação e estabilidade do queijo pois quanto maior a umidade, mais rápido ocorrerá a maturação, porém menos estável será (DE

CARVALHO; DE PAULA; FURTADO, 2009).

3.2.4 Enformagem

Cada tipo de queijo tem seu próprio método de enformagem e prensagem e isso decidirá o formato final, aparência e textura que o queijo terá. Um queijo mais baixo matura mais rapidamente em relação a um de altura maior, afetando diretamente na textura final do produto (PEREIRA, 2014). Esse processo é interessante também para retirar o excesso de soro que ainda resta presente na massa, passo importante para a conservação final do queijo (BENEVIDES, et al., 2009).

3.2.5 Salga

Pode ser realizada antes da enformagem, adicionando cloreto de sódio (NaCl) misturado no leite ou na massa ou após, com um método de salmora ou salga a seco, para queijos mais úmidos (NETTO; VIDAL, 2018). Além de atribuir gosto ao queijo, também é um fator importante na conservação do produto final, pois reduz a água presente no queijo, melhorando assim, sua estabilidade (HOFMEISTER, et al., 2005).

3.2.6 Maturação

No processo de maturação ocorre a degradação da proteína, denominada de proteólise. Também ocorre a lipólise das gorduras, formando ácidos graxos com baixo peso molecular (PERRY, 2004). As características organolépticas e de textura se alteram nessa etapa. Para isso, é necessário um controle de temperatura e de umidade do ambiente em que o queijo é depositado. (NETTO; VIDAL, 2018).

O tempo de maturação varia de queijo para queijo, podendo levar de dias, meses ou até mesmo anos, como por exemplo o Parmegiano Reggiano que matura por um período de 2 (dois) anos. Segundo Perry (2004), o índice de maturação é medido tradicionalmente pela degradação de caseína, avaliando-se a proporção entre nitrogênio total e nitrogênio solúvel.

3.2.7 Queijos artesanais brasileiros

Há indícios que a produção de queijo artesanal no Brasil tenha iniciado juntamente com a colonização do país, pois os luso-brasileiros trouxeram consigo as vacas e o conhecimento na retirada do leite e a produção de queijos (CINTRÃO, 2016).

Considera-se queijo artesanal aquele elaborado por métodos tradicionais, com vinculação e valorização territorial, regional ou cultural, conforme protocolo de elaboração específico estabelecido para cada tipo e variedade, e com emprego de boas práticas agropecuárias e de fabricação. (BRASIL, 2019, Lei Nº13.860, Art. 1º)

O Brasil produz diversos tipos de queijos artesanais, alguns bem conhecidos como os queijo Coalho, Minas, da Serra da canastra e Colonial. Em 2021, houve um levantamento de pelo menos trinta e seis (36) tipos diferentes de queijo artesanal produzidos no Brasil (EMBRAPA, 2021), como pode se observar no anexo 1.

Os queijos artesanais brasileiros são reconhecidos mundialmente, em 2022 15 queijos brasileiros foram premiados no maior concurso de queijo mundial, o *World Cheese Awards*, ocorrido no País de Gales, sendo que dois deles receberam a medalha de *Super Gold*, em português Super Ouro.

3.2.7.1 Queijo Colonial

A região sudoeste do Paraná é uma grande produtora de queijos Coloniais, tendo cerca de 60 agroindústrias familiares produzindo-o, até o ano de 2017 (CASARIL, et al., 2017). É um produto de fácil fabricação, utiliza produtos simples e de baixo custo se comparado com queijos mais elaborados.

Segundo Souza, et al. (2003), o queijo Colonial, possui casca fina e uniforme, como também lisa, uma coloração amarelo-palha, é produzido com leite cru, e traz um sabor forte. A estrutura interna é esbranquiçada e possui pequenas olhaduras com distribuição desuniforme. E eles são consumidos após um curto período de maturação. É um produto de origem brasileira, portanto, existe uma grande variedade de queijos coloniais no país, como os da região sudoeste do Paraná, ou o denominado queijo Serrano, produzido em Lages, no estado de Santa Catarina.

Há uma variedade enorme de queijos Coloniais, por haver falta de uma padronização em sua produção (STEINBACH, 2017). Dois exemplos de formulações

fungos *P. camemberti* ou *P. candidum* (PERRY, 2004), que dá a característica aveludada branca ao queijo.

É um queijo que utiliza cultura mesofílica, usualmente utilizada para queijos frescos, de massa crua ou massa semi-cozida. Possui dimensões entre 10,5 a 11cm de diâmetro, teor de gordura de no mínimo 45% no extrato seco e 250g de peso médio (CABRAL, 2018). Os queijos tem uma pequena variação entre eles, desde que mantenham-se dentro dos parâmetros da legislação. Dias (2007) exemplifica uma composição físico-química, demonstrada na Tabela 1.

Tabela 1 - Características físico-químicas do queijo Camembert

| Parâmetros | Valor |
|-------------------|--------------|
| Gordura (%) | 23,0 |
| Umidade (%) | 50,0 - 51,0 |
| GES* (%) | 48,4 |
| Proteínas (%) | 18,5 |
| pH da superfície | 7,0 |
| pH do interior | 6,0 |
| Sal (%) | 2,5 |

*Gordura no extrato seco

Fonte: Furtado (2003) apud Dias (2007, p. 7)

Além do Camembert, outro queijo reconhecido é o queijo Brie. Ele é considerado um queijo curado, com maciês em sua superfície e com mofo branco. De acordo com o *Codex Alimentarius* (CXS 277-1973), tem formato cilíndrico plano, com massa de coloração entre branca e amarela clara e textura macia porém não quebradiça. Possui cura da superfície até seu centro, não há buracos em seu interior. Com casca macia e totalmente coberta com o mofo branco (*Penicillium candidum* e/ou *Penicillium camemberti* e *Penicillium caseicolum*), podendo haver manchas vermelhas, acastanhadas ou alaranjadas.

Ainda conforme o *Codex Alimentarius* (CXS 277-1973), o processo de maturação deve levar cerca de 10 dias com temperatura entre 10 a 16°C. Existe a possibilidade da utilização de enzimas para melhorar as condições de maturação. A maior diferença dos queijos Brie e Camembert é a questão do tamanho, sendo o primeiro três vezes maior em diâmetro, influenciando diretamente a questão sensorial na hora do consumo (PEREIRA, 2014)

Assim como o queijo Camembert, o Brie também possui registro AOP (Denominação de Origem Protegida). Há três variedades, o *Brie de Meaux*, com

textura firme e macia, com sabor e aroma característicos de cogumelos e não possui a característica de derreter, por maturar por um período mais longo, resulta em um sabor mais forte e picante; e o *Brie de Melun*, com sua forma de maturação, derrete, possui sabor mais acentuado e salgado e aroma penetrante; e por fim o *Brie de Nangis*, com sabor frutal (HARBUTT, 2010).

3.4 *Penicillium*

O *Penicillium* é considerado um dos fungos mais importantes e extensos, dentro do gênero com cerca de 150 espécies (SANTOS, 2005). Ele é utilizado na fabricação de diferentes produtos, desde remédios, como a penicilina, até queijos. Quando utilizado o *P. roqueforti*, produz-se queijo de mofo azul, enquanto com o *P. candidum* ou *P. camemberti* produz-se queijos de mofo branco (KRANIEWSKI, et al., 2006).

O *P. candidum*, é considerado uma mutação do *P. camemberti* e possui a característica de continuar com a coloração branca, mesmo após a maturação dos esporos (EVANGELISTA, 1994).

O gênero *Penicillium* possui proteases ácidas, estudos realizados por Chrzanowska e Kolaczowska (1993) demonstraram que as espécies com maiores atividades proteolíticas foram as *P. candidum*, *P. cyclopium* e *P. piscarium* e que a síntese das enzimas depende da composição do meio em que está pertencente.

O *P. candidum*, possui como principal componente do sistema proteolítico uma protease neutra, com pH ótimo entre 5,0 e 6,0 e um pH ótimo secundário entre 8,5 e 9,5. O segundo principal componente do sistema proteolítico é uma protease ácida, com pH ótimo entre 3,5 e 5,0 (SANTOS, 2005).

Estudos realizados por Mechakra, et al. (1999) demonstraram que o fato de haver lactose no meio, influencia de forma positiva o crescimento do fungo. Durante o início da maturação, ocorre um processo em que o fungo consome a lactose, o lactato e o ácido láctico presente no queijo (DIAS, 2007).

Após cerca de oito dias de maturação, o *P. candidum* começa a se tornar visível na superfície do queijo, depois de doze dias, torna-se um manto branco, nesse momento já pode-se embalar o queijo para fabricação. Com três semanas já pode ser consumido. Se mais de duas semanas passarem, o sabor e odor já tornam-se forte de amônia (CARMO, 2020).

Não existe uma relação direta entre o aroma e concentração de aminoácidos livres. Porém, eles podem ser metabolizados por bactérias, como a *Brevibacterium linens*, que produz amônia, aminas, álcoois, entre outras substâncias, e todas elas influenciam em algum grau o sabor e aroma dos queijos (PERRY, 2004).

3.5 Classificação de queijos

Os queijos podem ser divididos em categorias, de acordo com alguns fatores como umidade, maturação, gordura, textura, e a forma como a coalhada é tratada depois de pronta. Entretanto de acordo com a Portaria N° 146 do Ministério da Agricultura os queijos pode ser classificados de acordo com o teor de umidade e gordura (BRASIL, 1996).

Com relação a umidade os queijos são classificados entre queijos de massa dura até massa mole como pode ser observado no Quadro 1

Quadro 1 - Classificação dos queijos de acordo com a umidade

| Umidade | Porcentagem de umidade (%) |
|---|-----------------------------------|
| Queijo de baixa umidade (conhecidos como queijos de massa dura) | Até 35,9 |
| Queijo de média umidade (conhecidos como queijos de massa semidura) | Entre 36,0 e 45,9 |
| Queijo de alta umidade (conhecidos como queijos de massa branda ou “macios”) | Entre 46,0 e 54,9 |
| Queijo de muita alta umidade (conhecimos como queijos de massa banda ou “mole”) | Não inferior a 55 |

Fonte: Brasil (2006)

Queijos de massa dura são os que não se permite cortes uniformes, ou que apresentam resistência para tal. São comumente usados de forma ralada ou em lascas, como os queijos Parmesão, Grana-padano e Cheddar. De acordo com o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Queijos (BRASIL, 1996), possuem umidade de até 35,9%.

Já os queijos denominados semi-duros permitem cortes e serem fatiados, alguns exemplos são os Prato e Gouda. Os de alta umidade, chamados comumente de queijos de massa branda ou ainda “macios”, não se espalham, mas não possuem resistência alguma ao corte, como o queijo Minas. Por fim, os queijos de muita umidade, são cremosos e geralmente servidos para espalhar, como o queijo Quark e o requeijão.

Também podem ser qualificados em relação ao percentual de gordura presente no extrato seco, como exemplificado no Quadro 2.

Quadro 2 - Classificação dos queijos pela matéria gorda

| Classificação | Porcentagem de gordura (%) |
|----------------------|-----------------------------------|
| Extra gordo | No mínimo 60 |
| Gordo | Entre 45,0 e 59,9 |
| Semigordo | Entre 25,0 e 44,9 |
| Magro | Entre 10,0 e 24,9 |
| Desnatado | Menos de 10 |

Fonte: Brasil (2006)

Além dos fatores citados, podem ser classificados com relação ao grau de maturação.

3.6 Análise de textura

O teste de compressão de dois ciclos é o mais utilizado para a determinação do perfil de textura em queijos, pois simula a ação da mandíbula. Penetrando o queijo ou o comprimido em duas etapas, havendo um tempo de espera entre elas para a recuperação do material (Alvarenga, 2000).

Este teste permite determinar parâmetros como dureza, força necessária, em Newton, para a deformação da amostra; adesividade, trabalho necessário, em Newton por segundo, para vencer a força de atração entre a superfície do alimento e a superfície do texturômetro; coesividade, propriedade adimensional, em que demonstra a força das ligações internas da estrutura do alimento; mastigabilidade, parâmetro obtido pela multiplicação dos parâmetros de gomosidade e elasticidade; resiliência, expressa em porcentagem, é o parâmetro que demonstra a resposta do alimento após a compressão quando ela é interrompida; gomosidade, parâmetro obtido pela multiplicação dos parâmetros de dureza e coesividade; elasticidade, expressa em porcentagem, é a capacidade do alimento, após sua compressão, em retornar a sua forma inicial (Moreira, 2011; Sanchez, 2009).

4 MATERIAL E MÉTODOS

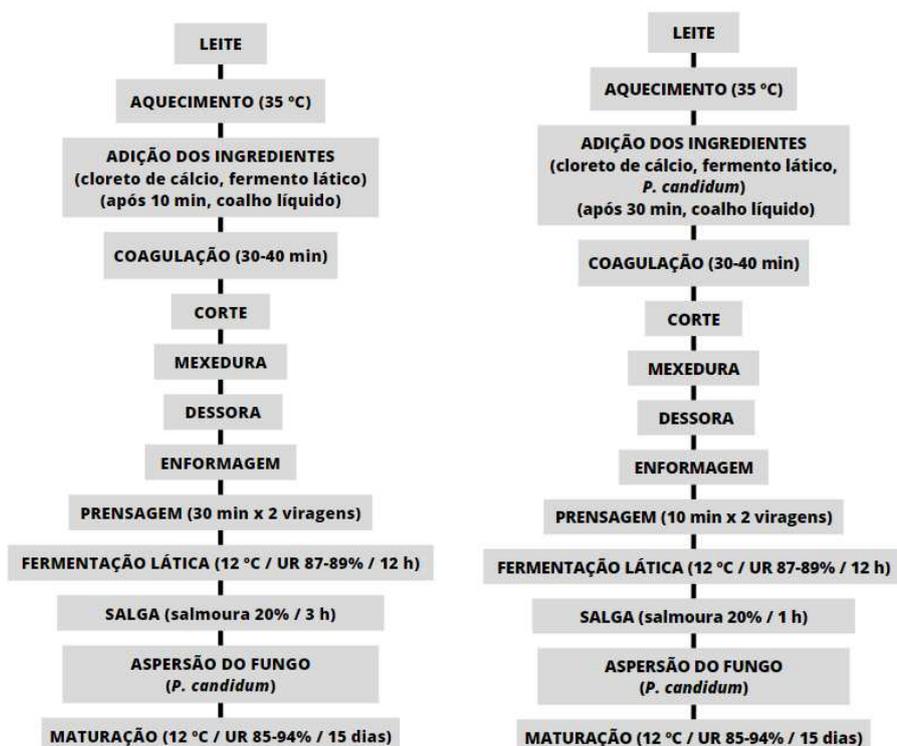
4.1 Material

Para a elaboração dos queijos foram utilizados leite integral pasteurizado, coagulante líquido HA-LA®, sal de mesa (NaCl) adquiridos no comercio local e CaCl₂ 40% da marca (DOCINA®). A cultura mesófila (*Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*) e o fungo *Penicillium candidum* (CHOOZIT®) foram fornecidos pela empresa Fermentch.

4.2 Elaboração do queijo

Os queijos foram elaborados de acordo com metodologia descrita por Steinbach (2017), que descreve diferentes formulações de queijos coloniais elaborados no sudoeste do Paraná. O fungo foi preparado e inoculado nos queijos de acordo com Judacewski (2020). Foram realizadas duas bateladas com algumas adaptações no processo entre elas. As etapas de elaboração dos queijos da primeira produção estão apresentadas na Figura 4.

Figura 4 - Formulação do queijos: (A) da primeira produção e (B) segunda formulação



Fonte: Steinbligh (2017), Judacewski (2020) com adaptações

Foram elaborados duas formulações para o queijo com adição do mofo.

Foram elaborados queijos com adição de cultura mesófila codificado como QB (considerado o Branco), pois não houve a adição do fungo, e um queijo definido como QF, com adição de cultura lática e fungo.

Os queijos foram codificados como QB1 e QF1 da primeira formulação e QB2 e QF2 referente a segunda.

Primeiramente, o leite foi aquecido até uma temperatura de 35 °C, em seguida foi adicionado 0,04% de cloreto de cálcio, 1,0% de cultura lática mesófila e após 10 minutos, afim de realizar previamente uma acidificação pela ação do fermento, foi adicionado o coagulante de acordo com a especificação do fabricante (9 mL para 10 litros de leite). Após a coagulação a massa foi cortada com o auxílio de liras nos sentidos vertical e horizontal, seguido de agitação lenta por um período de 5 minutos. Após, foi realizada a dessora da massa.

Após a dessora, a massa seguiu para a enformagem, em formas de polietileno com dessorador. A massa foi prensada com um peso três vezes superior ao do queijo por um período de 30 minutos, então se realizou a viragem do queijo na forma e o retornou para a prensa por mais 30 minutos. Após a prensagem, os queijos foram dispostos em câmara de maturação por um período de aproximadamente 12 horas, com temperatura de cerca de 12 °C e umidade relativa entre 87-89%. Após esse período foi medido o pH dos queijos.

A salga foi realizada em salmoura com 20% de sal, durante um período de 3 horas.

Foi preparada uma suspensão dos esporos do fungo *P. camemberti* (concentração de acordo com a recomendação do fabricante) em água levemente salina (0,09%). A suspensão foi aspergida em cada de queijo cerca de 07 mL, em seguida foram armazenados em câmara de maturação com temperatura de cerca de 12 °C e umidade relativa entre 85 a 87% nos primeiros 5 dias e 94% de umidade relativa a partir do 6º dia. As peças foram viradas diariamente até o 5º dia e após o 6º a cada 2 dias. Permaneceram maturando por um período de 15 dias.

Para a segunda formulação houveram modificações nas etapas de adição de ingredientes, prensagem e salga. No queijo com a cultura mesófila e foi adicionado o *P. candidum* em dois momentos, diretamente ao leite, antes da transformação em queijo e após o final da produção, como na primeira formulação.

Para a segunda batelada foi utilizado para a prensagem um peso de mesma massa do queijo, por um período de 20 minutos, havendo uma viragem dos queijos na metade do período total. Houve também, mudança de período total da salga.

4.3 Análises físico-químicas

As análises físico-químicas foram realizadas após o período de maturação.

4.3.1 Umidade e cinzas

O teor de umidade e cinzas foram quantificados por gravimetria, condizente com o Instituto Adolfo Lutz (2008).

Para umidade, cerca de 3 gramas de amostras foram secos em estufa a 105 °C até que o peso se tornasse constante.

O teor de umidade foi quantificado conforme a Equação 1.

$$\% \text{Umidade} = \frac{m_o - m_f}{m_o} * 100 \quad (\text{Equação 1})$$

m_o : Massa inicial (g)

m_f : Massa final (g)

Os resultados foram expressos em g/100 g e com duas casas decimais.

A porcentagem de cinzas se deu por incineração em mufla a 525 °C, por seis horas (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

O teor de cinzas foi quantificado conforme a Equação 2:

$$\% \text{Cinza} = \frac{\text{Peso da cinza} * 100}{\text{Peso da amostra}} \quad (\text{Equação 2})$$

4.3.2 Gordura

O teor de gordura na amostra foi determinado de acordo com o método descrito pelo Instituto Adolfo Lutz (2008), que consiste em determinação de lipídios pelo método butirômetro.

Os reagentes utilizados foram:

- Ácido sulfúrico com densidade entre 1,820 e 1,825
- Álcool isoamílico com densidade 0,815

A análise ocorreu da seguinte forma:

A análise foi realizada pesando 3 gramas da amostra diretamente no copo do butirômetro de Van Gulik. Em seguida, o copo do butirômetro foi acoplado na parte inferior. Foram então, adicionados 5 mL de água destilada, 10 mL de H₂SO₄ com densidade entre 1,820 a 1,825 e 1 mL de álcool isoamílico. Se colocou o butirômetro em banho-maria a uma temperatura de 65 °C e se agitou cuidadosamente até dissolução completa da amostra. A amostra foi centrifugada por um período de 10 minutos a 1200 rpm. Por fim, as operações de centrifugação e aquecimento se repetiram.

O resultado se deu fazendo a leitura direta da porcentagem de gordura da amostra. O teor de gordura foi quantificado lendo diretamente a porcentagem no butirômetro.

Os resultados serão expressos em g/100 g e com duas casas decimais.

4.3.3 Extrato seco total (EST) e Extrato seco desengordurado (ESD)

O extrato seco total foi calculado a partir da diferença da umidade subtraído 100, de acordo com o Instituto Adolfo Lutz (2008), conforme a Equação 3.

$$Umidade \left(\frac{g}{100g} \right) = 100 - ST \quad \text{(Equação 3)}$$

$$ST: Teor de sólidos totais \left(\frac{g}{100g} \right)$$

O extrato seco desengordurado foi calculado a partir da diferença do EST pelo teor de lipídios (L), conforme a Equação 4.

$$ESD = EST - L \quad \text{(Equação 4)}$$

4.3.4 pH

Para verificação do pH foi utilizado um pHmetro para semissólidos (Akso®)

4.3.5 Proteína

O teor de nitrogênio total foi determinado pelo método de micro Kjeldahl.

O método de micro Kjeldahl baseia-se na digestão, destilação e titulação. A metodologia utilizada para determinar o nitrogênio total, foi a descrita pela IN 68 (BRASIL, 2006)

Os reagentes utilizados serão:

- Ácido sulfúrico
- Ácido sulfúrico 0,1 N
- Ácido bórico a 4% (m/v)
- Sulfato de cobre
- Sulfato de potássio
- Dióxido de titânio
- Solução de fenolftaleína
- Vermelho de metila a 1% (m/v)
- Hidróxido de sódio a 50% (m/v)

A análise ocorreu da seguinte forma:

Para a etapa de digestão, foi necessário 0,25 g de amostra, em seguida se transferiu para um tubo de digestão, posteriormente ocorreu uma adição de 7 mL de H_2SO_4 e 2,5 g de uma mistura catalítica composta de dióxido de titânio anidro, sulfato de cobre anidro e sulfato de potássio anidro, em uma proporção de 0,3:0,3:6. Foi levado a aquecimento na capela até que a solução se tornou azul-esverdeada e estivesse toda digerida. Após chegar nesse ponto, ficou mais uma hora e se esperou esfriar.

A etapa de destilação ocorreu em um destilador de nitrogênio. Se adicionou 4 gotas de indicador fenolftaleína e 1 g de zinco em pó ao tubo com a amostra e em seguida foi conectado ao destilador. Posteriormente, em um Erlenmeyer foram adicionados aproximadamente 20 mL de ácido bórico a 4% (m/v), para a adsorção da amônia, e 3 gotas de indicador vermelho de metila e se conectou a saída do condensador. Uma solução de hidróxido de sódio (50% m/v) foi adicionada ao destilador para ocorrer a destilação. Se aqueceu à ebulição até obter cerca de 100 mL do destilado.

A titulação ocorreu com ácido sulfúrico 0,1 N.

O teor de nitrogênio total foi quantificado conforme a Equação 5:

$$\%NT = \frac{V * N * f * 0,014 * 100}{m} \quad (\text{Equação 5})$$

V = Volume da solução de ác. sulfúrico 0,1 N

N = Normalidade teórica da solução de ác. sulfúrico 0,1 N

f = Fator de correção da solução de ác. sulfúrico 0,1 N

m = Massa da amostra (g)

O resultado foi então multiplicado por 6,38, fator de conversão da proteína para queijos.

4.4 Cor

A análise de cor foi realizada ao fim da maturação, na parte externa, posterior o queijo foi cortado ao meio e feita a leitura da parte interna. Tanto na superfície quanto no centro foram analisados três pontos.

A análise da cor foi por refletância no espaço de cor CIELab, usando colorímetro Konica Minolta CR-400, com iluminante D65, em que se apontam determinados parâmetros de cor luminosidade (L^*) e as coordenadas a^* e b^* , bem como os valores do ângulo de tonalidade (hue, h^*), a pureza da cor (chroma ou saturação, C^*).

O colorímetro foi calibrado imediatamente antes das análises para evitar possíveis erros de leitura. Os resultados serão expressos em termos de índice de brancura (WI), utilizando o Equação 6:

$$WI = 100 - \sqrt{(100 - L^*)^2 + a^{*2} + b^{*2}} \quad (\text{Equação 6})$$

4.5 Textura

As análises de perfil de textura foram realizadas no laboratório LabAna da Universidade Tecnológica Federal do Paraná na cidade de Francisco Beltrão - PR. Um queijo de cada formulação foi enviado em caixa térmica para a realização do ensaio.

A determinação do perfil de textura (TPA) foi realizada em texturômetro TA-XT Plus (Stable Micro Systems, Godalming, UK), utilizando um probe cilíndrico de alumínio de 40 cm de diâmetro, P/40.. Os parâmetros utilizados foram velocidades do pré-teste, teste e pós-teste foram todas 1,0 mm/s, respectivamente. A distância de

compressão 10 mm, equivalente a 50% de compressão, o descanso entre a primeira e segunda compressão foi de 5 segundos e a força de contato de 5,0 g. Serão analisados os parâmetros: dureza, adesividade, resiliência, coesividade, gomosidade, elasticidade e mastigabilidade. As análises foram realizadas de forma a obter triplicatas por amostra (MUNARETTO, 2015).

4.6 Metodologia de tratamento de resíduos

Os resíduos orgânicos foram descartados no lixo orgânico, os resíduos recicláveis no lixo de reciclados, os resíduos químicos que não puderam ser neutralizados e descartados foram armazenados em frascos devidamente identificados e entregues ao laboratório N002, de química da UTFPR ou ao LAQUA.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Análises físico-químicas

Tanto o queijo Colonial, quanto os queijos de mofo branco não possuem uma legislação própria no Brasil. Portanto, suas composições podem variar significativamente, dependendo de seu processo de produção, justamente por não haver uma padronização.

Na tabela 2 pode-se visualizar os resultados das análises físico-químicas dos queijos com fungo e branco.

Tabela 2 - Caracterização físico-química dos queijos

| | QF1 | QF2 | QB1 | QB2 |
|--------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Lipídios (g/100 g) | 31,87 ± 0,63 | 31,33 ± 0,47 | 31,67 ± 0,47 | 32,17 ± 1,03 |
| Umidade (g/100 g) | 37,20 ± 0,44 | 44,36 ± 1,11 | 37,26 ± 0,42 | 38,95 ± 0,65 |
| Cinzas (g/100 g) | 3,53 ± 0,03 | 4,06 ± 0,11 | 3,48 ± 0,02 | 4,35 ± 0,03 |
| Proteína (g/100 g) | 24,61 ± 0,41 | 22,85 ± 0,37 | 26,65 ± 0,24 | 25,85 ± 0,44 |
| ESD (g/100 g) | 30,93 ± 0,60 | 24,31 ± 0,68 | 31,07 ± 0,83 | 28,89 ± 1,61 |
| EST (g/100 g) | 62,80 ± 0,44 | 55,64 ± 1,11 | 62,74 ± 0,42 | 61,05 ± 0,65 |
| pH | 5,27 | 5,22 | 4,89 | 4,85 |

ESD=Extrato seco desengordurado; EST=Extrato seco total; QF1=Queijo com fungo formulação 1; QF2=Queijo com fungo formulação 2; QB1=Queijo branco formulação 1; QB2=Queijo branco formulação 2

5.1.1 Lipídios

As análises de lipídios resultaram em valores entre 31,33 e 32,17 g/100 g e não houve grande diferença entre os queijos branco (QB) e com fungo (QF). Resultados semelhantes aos queijos coloniais relatados por Steinbach (2017), que apresentaram valores entre 29,40 e 32,84 g/100 g.

5.1.2 Umidade

Os valores obtidos de umidade ficaram entre 37,20 e 44,36 g/100 g. As amostras QF2 e QB2 apresentaram maior valor de umidade em comparação as outras

amostras por ter sido realizada a adaptação da formulação na prensagem, tendo sido prensados com menor peso e por menor tempo em relação ao QF1 e QB1, sendo assim, perdeu menos soro na etapa de sinérese, mantendo maior umidade durante a maturação.

Uma adaptação na câmara de maturação também foi realizada afim de manter a umidade da câmara o mais perto de 90%. Sendo umidificada todos os dias, exceto finais de semana, com borrifadores contendo água destilada, pois para o desenvolvimento do *P. candidum* a umidade do ambiente ideal é acima de 90% e sem executar esse processo mantinha-se entre 70 e 80%, dificultando o desenvolvimento do fungo e ressecando a superfície do queijo.

5.1.3 Cinzas

Na tabela 4, pode se verificar que os valores das cinzas ficaram entre 3,53 e 4,35 g/100 g. Essa variação ficou entre os parâmetros de Silva e Silva (2013), que em seu estudo de queijos Coloniais, apresentaram uma variação entre 3,06 e 6,99 g/100 g. Pereira (2020) observou cinzas entre 2,56 e 4,92 g/100 g em queijos Brie e Tipo Brie.

5.1.4 Proteína

Os valores de proteína obtidos variaram entre 22,85 e 26,65 g/100 g. Os valores foram condizentes ao estudo de Tonial, et al. (2015), em que obtiveram valores de proteína em queijos Coloniais entre 16,74 e 28,35 g/100 g. Pereira (2020) apresentou valores para o queijo Brie entre 14,38 e 22,28 g/100 g, tanto as amostras QB quanto as QF não se enquadraram nesses valores.

5.1.5 ESD e EST

Os valores do extrato seco total (EST) variaram entre 55,64 e 62,80 g/100 g, dentro da faixa descrita por Steinbach (2017), que obteve valores entre 57,62 e 62,46 g/100 g para o queijo Colonial.

Enquanto os valores do extrato seco desengordurado (ESD) variaram de 24,31 até 31,07 g/100 g. Amostras com maior teor de proteína apresentam maior valores de

ESD, portanto, é possível observar que a amostra QB1 possuiu o maior valor em proteína e segundo maior em ESD.

5.1.6 pH

O pH tem muita influência na textura, sabor e maturação dos queijos, pois as reações químicas realizadas por enzimas do coalho dependem do pH para seu desenvolvimento (FURTADO, 1991).

Assim como para o desenvolvimento do fungo é necessário um pH ideal, no caso do *P. candidum* o pH ótimo é entre 5,0 e 6,0 e um pH ótimo secundário entre 8,5 e 9,5.

Conforme demonstrado na tabela 5, o pH inicial foi entre 6,28 e 6,31, não sendo dentro da faixa de pH ótimo para o desenvolvimento do fungo. Porém, apesar de não ser o ideal, não impediu que o fungo se desenvolvesse. Para alcançar valores de pH menores, poderia ter sido deixado maior tempo na etapa de fermentação.

Tabela 5 - pH dos queijos

| Amostras codificadas | pH inicial | pH final |
|----------------------|------------|----------|
| QF1 | 6,30 | 5,27 |
| QF2 | 6,28 | 5,22 |
| QB1 | 6,30 | 4,89 |
| QB2 | 6,31 | 4,85 |

Fonte: Autoria própria

Durante o crescimento do fungo, há o consumo de ácido láctico presente no queijo, portanto o pH final deveria estar próximo a neutralidade, o que não ocorreu, visto que ficou em valores entre 4,85 e 5,27.

5.2 Análise de cor dos queijos

Na análise de cor utilizando o sistema de coordenadas Cielab os parâmetros são L^* , a^* e b^* , sendo luminosidade, contribuição das cores verde e vermelho, e contribuição das cores azul e amarelo, respectivamente.

A luminosidade pode variar em uma escala de 0 até 100, onde 0 é uma coloração extremamente escura, como a cor preta, por exemplo, e 100 uma cor muito clara, como o branco. O valor de a^* pode variar entre valores negativos e positivos,

onde o verde é caracterizado como valores negativos e o amarelo, valores positivos [verde (-)/vermelho (+)]. O valor de b^* é demonstrado da mesma maneira do a^* , sendo, porém, azul para valores negativos e amarelo, valores positivos [azul (-)/amarelo (+)].

Os valores obtidos nas amostras foram convertidos em índice de brancura (WI), tanto no interior dos queijos quanto em seus exteriores. O resultado esperado era que se obtivesse um alto valor de índice de brancura, entre 90 e 100, na superfície dos queijos de código QF1 e QF2, pois significaria que o fungo *P. candidum* recobriu o queijo de maneira completa e satisfatória. No interior foi quantificado o índice de brancura para obter uma comparação entre o interior e exterior.

Os resultados estão demonstrados na Tabela 2.

Tabela 4 - Análise de cor dos queijos

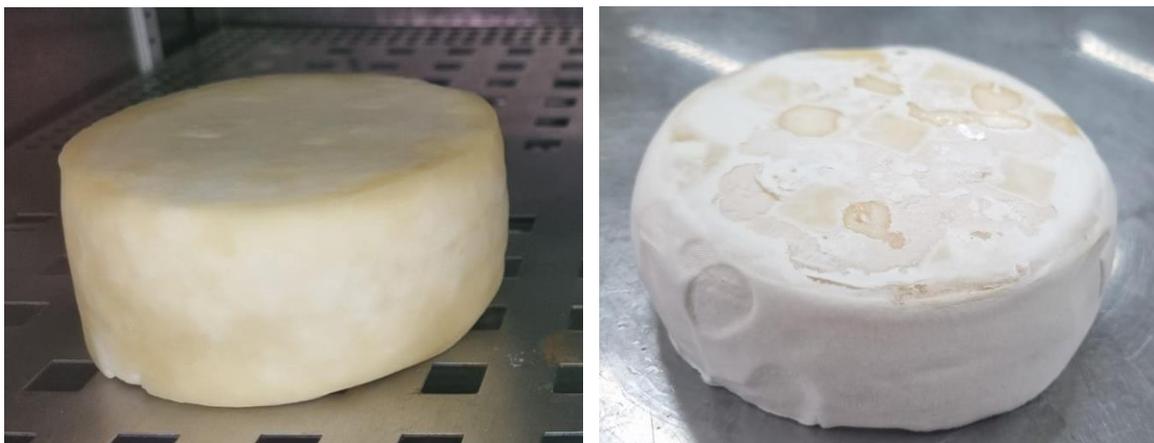
| Amostras codificadas | Parâmetros de Cor | | | | | | | |
|----------------------|-------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | Superfície | | | | Centro | | | |
| | L* | a* | b* | WI (%) | L* | a* | b* | WI (%) |
| QF1 | 86,41 ± 1,96 | 0,35 ± 0,32 | 7,60 ± 1,06 | 84,43 ± 1,95 | 91,37 ± 1,02 | -2,03 ± 0,09 | 15,91 ± 0,18 | 81,77 ± 0,64 |
| QF2 | 90,29 ± 1,08 | -0,05 ± 0,29 | 6,67 ± 1,29 | 88,20 ± 1,58 | 92,01 ± 0,55 | -1,95 ± 0,06 | 13,70 ± 0,14 | 84,01 ± 0,16 |
| QB1 | 71,22 ± 1,18 | -2,25 ± 0,05 | 22,66 ± 0,32 | 63,30 ± 1,18 | 68,64 ± 0,88 | -2,02 ± 0,09 | 20,41 ± 0,49 | 62,53 ± 0,87 |
| QB2 | 81,34 ± 3,66 | -3,15 ± 0,35 | 23,40 ± 1,70 | 69,91 ± 3,64 | 89,10 ± 0,30 | -1,83 ± 0,01 | 14,25 ± 0,28 | 81,96 ± 0,39 |

QF1=Queijo com fungo formulação 1; QF2=Queijo com fungo formulação 2; QB1=Queijo branco formulação 1; QB2=Queijo branco formulação 2

Fonte: Autoria própria

Os queijos em que não há a presença do fungo *P. candidum*, apresentaram uma cor amarelada característica de pigmentos lipossolúveis (Moreira, 2011 apud. Fox, McSweeney, 1998; Fox et al., 2000; Fuquay et al., 2011). Por esse motivo os queijos de código QB1 e QB2 possuem valores maiores de b^* em sua superfície em comparação aos com o crescimento do fungo, onde houve o crescimento do miscélio com coloração branca. Esse fato pode ser observado na Figura 5.

Figura 5 - Queijos após 15 dias de maturação: (A) QB2 e (B) QF2



Fonte: Autoria própria

Como também pode ser observado na Figura 5 não houve o crescimento completo do micélio de *P. candidum* na superfície do queijo QF2, devido a grade da câmara de maturação, que dificultou seu crescimento. Durante a maturação dos queijos QF1 e QB1 houve uma dificuldade em manter a umidade ideal na câmara e isto pode ser observado tanto nos parâmetros físico-químicos quanto nos parâmetros de cor, ou seja, no desenvolvimento do fungo. Por falta de umidade interna da câmara de maturação, o queijo perdeu sua umidade para o ambiente, formando assim uma casca grossa em sua superfície, dificultando o crescimento do fungo e esse resultado pode ser observado na Figura 6.

Figura 6 - QF1 após 15 dias de maturação



Fonte: Autoria própria

A umidade interna da câmara na segunda batelada foi controlada borrifando todos os dias água destilada nas paredes e na porta da câmara de maturação e no início foi colocado água destilada em recipientes para auxiliar a umidade da câmara de maturação, próximas aos queijos, de modo com que eles desidratassem o mínimo possível, auxiliando assim no crescimento do fungo, que tem como umidade relativa ideal acima de 90%.

Um fator que demonstrou que essa estratégia funcionou, além do sensorial da visão, é o índice de brancura do QF2 que aumentou em 3,77% em relação ao QF1.

5.3 Perfil de textura

Na Tabela 5, podem ser observados os resultados da análise do perfil de textura, realizados em triplicata.

Tabela 5 - Perfil de textura dos queijos

| Amostras codificadas | Parâmetros de Textura | | | | | | |
|----------------------|-----------------------|-----------------|----------------|------------------|-----------------|--------------------|------------------|
| | Dureza (N) | Adesiv. (N.s) | Coesiv.* | Mastig.* | Resilên. (%) | Gomos.* | Elastic. (%) |
| QF1 | 196,98 ± 41,75 | -10,60 13,43 | ± 0,35 0,01 | ± 57,32 18,93 | ± 12,73 1,10 | ± 70,24 16,92 | ± 72,10 16,92 |
| QF2 | 126,88 ± 8,76 | -3,87 1,87 | ± 0,42 0,08 | ± 44,90 1,97 | ± 15,03 5,40 | ± 54,11 13,66 | ± 87,21 16,95 |
| QB1 | 214,03 ± 19,55 | -9,62 12,68 | ± 0,50 0,08 | ± 77,99 17,21 | ± 18,77 4,56 | ± 105,15 ± 8,65 | ± 73,33 17,21 |
| QB2 | 170,95 ± 12,72 | -0,65 0,21 | ± 0,22 0,03 | ± 25,46 1,30 | ± 7,95 0,63 | ± 37,63 2,59 | ± 67,76 1,30 |

*medidas adimensionais. Adesiv.=Adesividade; Coesiv.=Coesividade; Mastig.=Mastigabilidade; Resiliên.=Resiliência; Gomos.=Gomosidade; Elastic.=Elasticidade; QF1=Queijo com fungo formulação 1; QF2=Queijo com fungo formulação 2; QB1=Queijo branco formulação 1; QB2=Queijo branco formulação 2

Fonte: Autoria própria

A amostra QB2 apresentou valores diferentes em todos os parâmetros aos demais, exceto em dureza. QB1 foi a amostra que teve os valores da gomosidade e mastigabilidade mais elevada.

Se comparado ao estudo de Steinbach (2017), sobre os parâmetros em queijos coloniais, a dureza, encontrada entre 31,28 N e 65,06 N, mastigabilidade, entre 10,78 e 37,40 e a gomosidade, entre 14,74 e 44,94 ficaram acima do esperado, a adesividade encontrada por Steinbach nos valores entre -3,30 N.s e -0,85 N.s e a resiliência entre 18,11% e 38,80%, no entanto, se demonstraram abaixo do padrão, enquanto a coesividade entre 0,42 e 0,74 mostrou-se dentro do esperado.

O estudo de Pereira (2014), sobre a análise dos parâmetros de textura em queijos Brie e Camembert, ao comparar os valores obtidos, verifica-se que a coesividade, mastigabilidade e adesividade são semelhantes, pois nos queijos Brie apresentaram valores entre 0,37 e 3,98, 13,08 e 603,06 e -17,66 e -0,11, respectivamente. O parâmetro de dureza encontrado por Pereira (2014) ficou entre 0,38 g e 4,42 g, que se transformado em Newton afim de comparação, demonstraria valores ainda inferiores e a resiliência dos queijos Brie demonstrada foi entre 0,09 a 1,33, valor inferior aos encontrados para o queijo Colonial de mofo branco, entre 7,95 e 18,77.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos resultados obtidos, pode-se concluir que o queijo com fungo branco só pode ser produzido com altas umidades. Pois umidade abaixo de 90% dificulta o fechamento do micélio na superfície do queijo. A etapa de sinérese também demonstrou-se de grande importância, manter maior umidade no interior do queijo facilitou o desenvolvimento do *P. candidum*.

Os queijos produzidos podem ser classificados em função de sua umidade como queijos de média umidade, por apresentarem umidade na faixa entre 36,0 e 45,9% e, como semigordos em relação a gordura, por apresentarem valores entre 25,0 e 33,9%.

O tempo de fechamento do micélio ocorreu no período de 15 dias e de modo satisfatório na segunda formulação do queijo. Enquanto que na primeira formulação não houve o fechamento ideal e completo.

7 REFERÊNCIAS

ABIQ - Associação Brasileira das Indústrias de queijo. **Indústria de queijos**: como continuar crescendo? Associados participam da 12ª edição do Fórum MilkPoint Mercado. 29 abr. 2022. Disponível em: https://www.abiq.com.br/noticias_ler.asp?codigo=2448&codigo_categoria=6&codigo_subcategoria=29. Acesso em: 22 jun. 2023.

ALBUQUERQUE, L. C. **Os queijos no mundo: Origem e Tecnologia**. EPAMIG, Juiz de Fora, 2002.

ALVARENGA, N. B. N. G. **Estudos em textura de queijo Serpa**. Tese de Mestrado, Universidade Técnica de Lisboa, 2000.

AOAC – Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis of the Association of Analytical Chemists**. 16 ed. 3 rev. Washington: AOAC, 1997

ARENAS, Z.; MARIA, A. **Filme biodegradável à base de fécula de mandioca como potencial indicador de mudança de pH**. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, 2012.

AWARDS, W. C. **2022 winners**. Disponível em: <https://worldcheeseawards.com/wca-results>. Acesso em: 25 mai. 2023.

BENEVIDES, S. D. et al. **Processamento de queijo de coalho de leite de cabra adicionado de óleo de pequi**. Embrapa. Sobral-CE. 2009.

BRASIL. **Decreto n. 1.812, de 8 de fevereiro de 1996**. Altera dispositivos do Decreto n.º 30.691, de 29 de março de 1952, que aprovou o Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal, alterado pelo Decreto n.º 1.255, de 25 de junho de 1962. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1996/D1812impressao.htm#:~:text=475.,a%20espécie%20de%20que%20proceda. Acesso em: 14 abr. 2023.

BRASIL. **Lei n.º 13.860, de 18 de julho de 2019**. Queijos artesanais. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/producao-animal/selo-arte-selo-queijo-artesanal/legislacao/lei-no-13-860-de-18-de-julho-de-2019.pdf/view#:~:text=Dispõe%20sobre%20a%20elaboração%20e,queijarias%20produtoras%20desses%20produtos%20artesanais>. Acesso em: 23 mai. 2023

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Portaria 146, de 07 de março de 1996**. Aprova os Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade dos Produtos Lácteos. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, p. 3977, Seção 1, 11 de março de 1996.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa n.º 62, de 29 de Dezembro de 2011**. Regulamento Técnico de Produção, Identidade e Qualidade do Leite tipo A, o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leite Cru Refrigerado, o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leite

Pasteurizado e o Regulamento Técnico da Coleta de Leite Cru Refrigerado e seu Transporte a Granel. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, 30/12/2011. Seção 1. 24p

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 68, de 12 de dezembro de 2006**. Oficializa os Métodos Analíticos Oficiais FísicoQuímicos, para Controle de Leite e Produtos Lácteos, em conformidade com o anexo desta Instrução Normativa, determinando que sejam utilizados nos Laboratórios Nacionais Agropecuários. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, p. 8, Seção 1, 14 dez. 2006.

CABRAL, D. H. Q. **A indicação geográfica no segmento de queijo artesanal no Brasil e na França: estudo comparativo das IP Canastra e AOP Camembert de Normandie**. 2018. Tese de Doutorado. Tese de Doutorado em Propriedade Intelectual e Inovação, INPI. Rio de Janeiro. 2018. 277p.

CARMO, A. S.; *et al.* **Efeito do tratamento térmico e adição de cultura probiótica nas características do queijo tipo brie**. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2020.

CASTANHEIRA, A. C. G. **Controle de qualidade de leite e derivados**. 1. ed. São Paulo: Cap-Lab, 2010.

CAVALCANTE, F. M. **Produção de queijos gouda, gruyère, mussarela e prato**. 2004. 100p. Trabalho de conclusão de curso – Departamento de Matemática, Física e Engenharia de alimentos, Universidade Católica de Goiás, Goiás, 2004.

CHYZANOWSKA, J.; KOLACZKOWSKA, M. **Production of exocelular proteolytic enzymes by various species of Penicillium**. *Enz. Microb. Tech.*, v. 15, n. 2, p. 140-143, 1993.

CINTRÃO, R. P.; *et al.* **Segurança, qualidade e riscos: a regulação sanitária e os processos de (i) legalização dos queijos artesanais de leite cru em Minas Gerais**. Programa de pós-graduação, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2016.

CODEX ALIMENTARIUS. Standard for Brie: **CXS 277-1973**. 2019. Disponível em: https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandards%252FCXS%2B277-1973%252FCXS_277e.pdf. Acesso em: 23 jun. 2023.

DA SILVA, M. C.; *et al.* Análise quantitativa de lactose e sódio em queijos. In: MOSTRA INTERNA DE TRABALHOS DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA. 6., 2012, Maringá. **Anais eletrônicos ISBN 978-85-8084-413-9**. Maringá: Unicesumar, 2012. p. 10.

DE ANDRADE, A. A.; *et al.* **Determinação de nitrogênio e índice de maturação de queijo de coalho**. CONGRESSO LATINO AMERICA DE ANALISTA DE

ALIMENTOS, 15., Fortaleza, 2007

DE MIRANDA, J. E. C.; DE FREITAS, A. F. **Raças e tipos de cruzamentos para produção de leite**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2009.

DE PAULA, J. C. J.; DE CARVALHO, A. F.; FURTADO, M. M.. Princípios básicos de fabricação de queijo: do histórico à salga. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 64, n. 367, p. 19-25, 2009.

DIAS, G. **Influência do uso de *Geotrichum candidum* nas características físico-químicas e sensoriais do queijo tipo Camembert**. Dissertação - Programa de pós-graduação em Ciência e Tecnologia de alimentos, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.

DOS SANTOS, P. A.; DOS SANTOS I. J.; DA SILVA, M. A. P. **Influência do uso de soro em pó nas características físico-químicas e sensoriais do queijo tipo minas frescal**. *Arvore do leite*. v. 62, n. 356, p. 51, 2007.

EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). **Queijos artesanais brasileiros**. Brasília, 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/10180/46878777/Guia+de+Negócio+-+Queijos+Artesanais/ab459918-fb72-123a-a460-c30b56e3b7c9>. Acesso em: 25 mai. 2023.

EVANGELISTA, J. **Tecnologia de alimentos**. 2. ed. São Paulo: Atheneu, 1994. 660 p.

FARIA, G. H. F.; VIEIRA, D. A. de P.; MACHADO, S.S. **Comparação da composição do leite em diferentes espécies**: Uma revisão. Simpósio Educação, Tecnologia e Sociedade. 104-108. CEFET, Goiás, 2008.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). **Dairy market review: Emerging trends and outlook 2022**. Rome, Italy. 2022. Disponível em: <https://www.fao.org/3/cc3418en/cc3418en.pdf>. Acesso em: 14 abr. 2023.

GALLINA, D. A.; *et al.* Comparação de métodos para determinação do teor de gordura em doce de leite pastoso light. *In*: Congresso Nacional de Laticínios. 26.; 2009, Juiz de Fora. **Anais 2009**. EPAMIG, 2009. p. 4.

HARBUTT, J. **O livro do queijo**. 1. ed. São Paulo: Editora Globo, 2010.

HOFMEISTER, L. C.; *et al.* Salga de queijo tipo Minas por impregnação a vácuo. **Food Science and Technology**, v. 25, p. 487-494, 2005.

HULL, M. E. Studies on milk proteins. 11. Colorimetric determination of the partial hydrolysis of the proteins milk. **Journal Dairy Science**, Quebec, v. 30, n. 11 , p. 881 - 884, 1947.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Pesquisa da pecuária municipal**. Brasil. 2021. Disponível em:

<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9107-producao-da-pecuaria-municipal.html>. Acesso em: 14 abr. 2023.

JUDACEWSKI, P.; *et al.* **Qualidade de queijo tipo Camembert: Culturas primárias e inóculo de micélio microfragmentado**. Dissertação - Mestrado, Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2015.

JUDACEWSKI, P.; *et al.* **Avaliação de esporos frescos de *Penicillium candidum* como inóculo em queijos maturados com mofo branco com base na percepção do consumidor brasileiro**. Dissertação - Doutorado, Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2020.

JUNIOR, S. L. G., PENTEADO, S. T. da S., FARIÑA, L.de O. **Avaliação Da Qualidade Do Queijo Produzido Pela Agricultura Familiar No Oeste E Sudoeste Do Paraná**. In: XIX Encontro Anual de Iniciação Científica, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel - PR, 2010.

KRASNIEWSKI, I.; *et al.* Impact of solid medium composition on the conidiation in *Penicillium camemberti*. **Process Biochemistry**, v. 41, n. 6, p. 1318-1324, 2006.

MARTINS, A. P. P. **Influência da acidificação na modificação das características do queijo produzido por coagulação enzimática. Contribuição para o desenvolvimento de novos produtos**. Tese de Doutorado, ISA/UTL, 2012.

MECHAKRA, A.; *et al.* Optimization of a culture medium for acid proteolytic enzyme production by *Penicillium camemberti*. **Sciences des aliments**, v. 19, n. 6, p. 663-676, 1999.

MOREIRA, C.P.M. **Desenvolvimento de metodologias analíticas para queijos**. Tese de Mestrado, Universidade Técnica de Lisboa, 2011.

ORDÓÑES, J. A.; *et al.* **Tecnologia de alimentos - volume 2: Alimentos de origem animal**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed Editora S.A., 2007.

PEREIRA, A. C. P.; *et al.* **Características físicas, químicas e microbiológicas de queijos tipo Brie e tipo Camembert produzidos no Brasil**. Dissertação - Doutorado, Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2014.

PERRY, K. SP. Queijos: aspectos químicos, bioquímicos e microbiológicos. **Química nova**, v. 27, p. 293-300, 2004.

POMBO, A. F. W.; LIMA, A. Extensão e profundidade de proteólise em queijo Minas Frescal. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 44, n. 261-266, p. 50-54, 1989.

RAMOS, C. V.; *et al.* **Prevalência do Aleitamento Materno Exclusivo e os fatores a ele associados em crianças nascidas nos Hospitais Amigos da Criança de Teresina**. Piauí. 2010.

SANCHEZ, D. B. O. **Desempenho reológico e entálpico da massa de pão com amido resistente de milho e transglutaminase**. Dissertação de Mestrado,

Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

SANTOS, R. C. **Obtenção de proteases de *Penicillium candidum* e seu emprego no preparo de hidrolisados de soro de leite com baixo teor de fenilalanina.** Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2005.

SEAB - Secretaria da Agricultura e do Abastecimento. **Genética do gado paranaense e qualidade do leite são destaques em aniversário de associação.** 27 mai. 2023. Disponível em: <https://www.agricultura.pr.gov.br/Noticia/Genetica-do-gado-paranaense-e-qualidade-do-leite-sao-destaque-em-aniversario-de-associação>. Acesso em: 22 jun. 2023.

SILVA, F.; SILVA, G. **Análise microbiológica e físico-química de queijos coloniais com e sem inspeção, comercializados na microrregião de Francisco Beltrão-PR.** Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão, 2013.

SILVA, N. N.; *et al.* Micelas de caseína: dos monômeros à estrutura supramolecular. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 22, 2019.

SOUZA, C. F. V.; DALLA ROSA, T.; AYUB, M. A. Z. Changes in the microbiological and physicochemical characteristics of Serrano cheese during manufacture and ripening. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 34, p. 260-266, 2003.

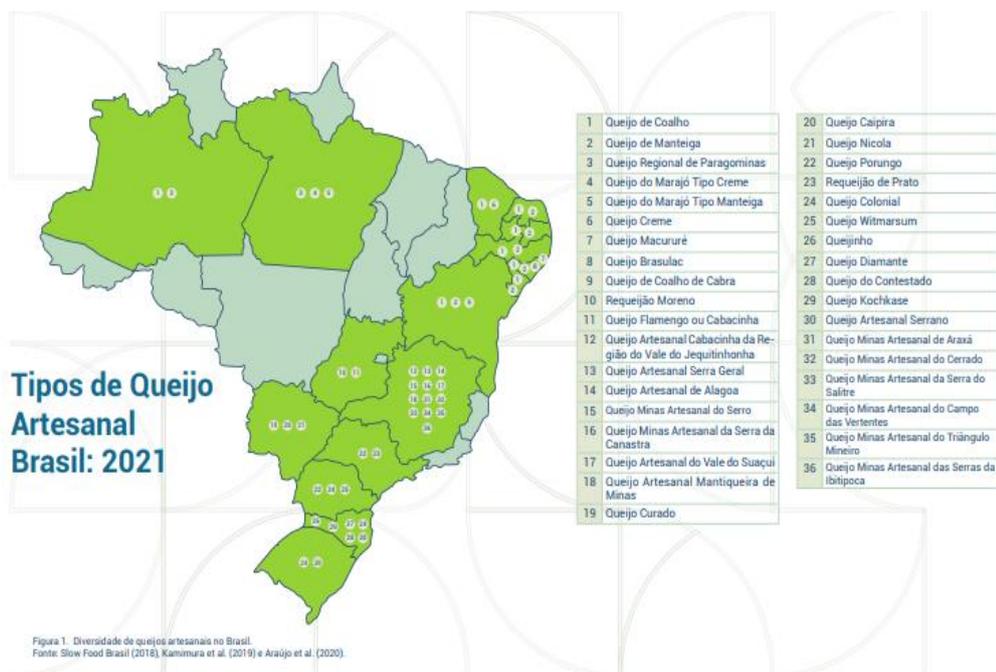
STEINBACH, J. **Caracterização do queijo colonial da microrregião de Francisco Beltrão-PR e estudo com consumidores.** Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão, 2017.

VENTURINI, K. S.; SARCINELLI, M. F.; SILVA, L.C. da. Características do leite. **Boletim Técnico, Universidade Federal do Espírito Santo, Pró-Reitoria de Extensão, Programa Institucional de Extensão, PIE-UFES**, v. 1007, n. 6, 2007.

VIDAL, A. M. C.; NETTO, A. S. **Obtenção e processamento do leite e derivados.** Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos. Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2018.

WORLD CHEESE AWARDS. **2022 winners** . País de Gales. 2022. Disponível em: <https://worldcheeseawards.com/wca-results>. Acesso em: 22 jun. 2023.

ANEXO A - Tipos de queijo artesanal Brasil: 2021



Fonte: EMBRAPA, 2021