

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS
PÓS GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

PRISCILA JUDACEWSKI

**AVALIAÇÃO DE ESPOROS FRESCOS DE *Penicillium candidum* COMO INÓCULO
EM QUEIJOS MATURADOS COM MOFO BRANCO COM BASE NA PERCEPÇÃO
DO CONSUMIDOR BRASILEIRO**

PONTA GROSSA
2020

PRISCILA JUDACEWSKI

**AVALIAÇÃO DE ESPOROS FRESCOS DE *Penicillium candidum* COMO INÓCULO
EM QUEIJOS MATURADOS COM MOFO BRANCO COM BASE NA PERCEPÇÃO
DO CONSUMIDOR BRASILEIRO**

Tese apresentada para obtenção do título de Doutora na Universidade Estadual de Ponta Grossa, Área de Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientador: Prof. Dr. Alessandro Nogueira

PONTA GROSSA
2020

J92 Judacewski, Priscila
Avaliação de esporos frescos de *Penicillium candidum* como inóculo em queijos maturados com mofo branco com base na percepção do consumidor brasileiro / Priscila Judacewski. Ponta Grossa, 2020.
93 f.
Tese (Doutorado 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. Percepção dos consumidores. 2. Conidiação. 3. Fatores de crescimento fúngico. 4. Inóculo com micélio. 5. Qualidade de queijo com mofo branco. I. Nogueira, Alessandro. II. Universidade Estadual de Ponta Grossa. Ciências e Tecnologia de Alimentos. III.T.

CDD: 637.3

TERMO DE APROVAÇÃO

PRISCILA JUDACEWSKI

"AVALIAÇÃO DE BIOMASSA DE *Penicillium candidum* COMO INÓCULO EM QUEIJOS MATURADOS COM MOFO BRANCO. COM BASE NA PERCEPÇÃO DO CONSUMIDOR BRASILEIRO"

Tese aprovada como requisito para obtenção do grau de Doutora 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 - UEPG - PR


Prof. Dr. Aline Alberti - UEPG - PR


Prof. Dr. Renata Dinnies Santos Salem - UEPG - PR


Prof. Dr. Simone Beux - UTFPR - PR


Prof. Dr. Eduardo Binencourt Sydney - UTFPR - PR

Ponta Grossa, 04 de junho de 2020.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me permitir realizar os sonhos gerados por Ele, e por abençoar toda minha vida.

Ao meu orientador, Dr. Alessandro Nogueira, que me conduziu com maestria em todas as etapas do desenvolvimento deste, e demais trabalhos.

Aos professores da Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos (UEPG), por todo conhecimento compartilhado. Em especial a Dra. Renata Dinnies Santos Salem, Dra. Aline Alberti; Dr. Ivo Mottin Demiate e Dr. Luiz Gustavo Lacerda.

A todos os integrantes da Escola Tecnológica de Leite e Queijos dos Campos Gerais (em especial, meu amigo Paulo Ricardo Los); Grupo de Trabalho sobre a Ciência e Tecnologia da Maçã; e funcionários da Universidade Estadual de Ponta Grossa.

Aos meus pais, João Antonio Judacewski e Cacilda Judacewski por todo amor e suporte.

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

A todos que de alguma forma, contribuíram nesta etapa da vida. Gratidão!

RESUMO

Queijos maturados com mofo branco apresentam grande aceitabilidade entre os consumidores, devido suas características sensoriais desenvolvidas pelo *Penicillium candidum* durante a maturação. Com objetivo de disseminar conhecimento sobre as concentrações dos nutrientes para a produção de *P. candidum*, e as características físico químicas, instrumentais e sensoriais decorrentes do seu desenvolvimento durante a maturação nos queijos, esta tese foi desenvolvida e dividida em três capítulos. No **Capítulo I**, foi realizado um levantamento bibliográfico sobre qualidade da matéria prima, características e desenvolvimento de *P. candidum*, processamento de queijo maturado com mofo branco e principais parâmetros e análises para verificar a qualidade desta classe de queijos. No **Capítulo II**, o objetivo foi avaliar a percepção dos consumidores brasileiros em relação aos queijos maturados com mofo branco, utilizando a técnica de associação de palavras. Para isso, 408 voluntários responderam um questionário, e foram classificados quanto a frequência de consumo de queijo maturado com mofo branco. 60,5% dos voluntários foram classificados como consumidores ocasionais, 16,2% como consumidores frequentes e 23,3% foram classificados como não consumidores de queijos maturado com mofo branco. Palavras como alta qualidade, agradável, bonito, aroma de amônia/leite, textura macia e cremosa fazem parte das 350 palavras utilizadas para definir esse queijo, influenciadas pela diversidade cultural dos alimentos. No **Capítulo III**, os objetivos foram avaliar os nutrientes para produção de esporos frescos de *P. candidum* e sua aplicabilidade na maturação de queijos, utilizando avaliações físico químicas, instrumentais, sensoriais e estatísticas. Concentrações de solução de sais e pH do meio foram definidos para obtenção de esporos frescos, a qual foi utilizada como inóculo em queijos frescos (QF). Para comparação durante a maturação, foi aplicado também uma suspensão com esporo comercial (QC), ambos avaliados durante 40 dias. Com cinco dias de maturação os queijos QF apresentaram índice de brancura (WI) de 75,22, enquanto os queijos QC apresentaram valores similares apenas no sétimo dia de maturação (WI 73,33). Esse arranque inicial de 2 dias no aparecimento do micélio contribui na inibição do desenvolvimento de contaminantes indesejáveis. Além disto, os queijos QF permaneceram durante a maturação, com características de um queijo pouco maturado, com aparência de micélio mais denso, apresentando maiores escores na aceitação sensorial. Com aplicação do “Check all that apply” (CATA), as amostras QF 20 e 30 dias de maturação e QC 20 dias de maturação foram agrupadas e caracterizadas como queijos macios, de casca aveludada, cor amarelo claro e odor de manteiga. Desta forma, é favorável a obtenção e suspensão de esporos frescos de *P. candidum* como inóculo para queijos maturados com mofo branco. As informações descritas nos Capítulos (II e III), podem auxiliar os fabricantes nos protocolos de elaboração dos queijos, a fim de obter um produto que obtenha características esperadas pelos consumidores. A aplicação da esporos frescos como inóculo para queijos maturados com mofo branco é satisfatória quando avaliadas as características físico-químicas, instrumentais e sensoriais. Aliado com as percepções esperadas pelos consumidores desta classe de queijo, o inóculo de esporos frescos pode ajudar a desenvolver estratégias para fortalecer o consumo frequente e ocasional de queijo maturado com mofo branco e também para incentivar o consumo de quem não consome este produto, ganhando consumidores e fortalecendo este ramo não apenas no setor alimentício como também na economia.

Palavras chaves: percepção dos consumidores; conidiação; fatores de crescimento fúngico; inóculo com micélio; qualidade de queijo com mofo branco.

ABSTRACT

White mould surface-ripened cheeses have great acceptance among consumers, due to their sensory characteristics developed by *Penicillium candidum* during ripening. In order to disseminate knowledge about the concentrations of nutrients for the production of *P. candidum*, and the physical chemical, instrumental and sensory characteristics resulting from its development during cheeses ripening, this thesis was developed and divided into three chapters. In **Chapter I**, a bibliographic survey was carried out on the quality of the raw material, characteristics and development of *P. candidum*, processing of white mould surface-ripened cheeses and main parameters and analyzes to verify the quality of this cheese class. In **Chapter II**, the objective was to assess the perceptions of Brazilian consumers in relation to white mould surface-ripened cheeses, using the word association technique. For this, 408 volunteers answered a questionnaire, and were classified according to the frequency of consumption of white mould surface-ripened cheeses. 60.5% of the volunteers were classified as occasional consumers, 16.2% as frequent consumers and 23.3% were classified as non-consumers of white mould surface-ripened cheeses. Words like high quality, pleasant, beautiful, ammonia / milk aroma, soft and creamy texture are part of the 350 words used to define this cheese, influenced by the cultural diversity of the food. In **Chapter III**, the objectives were to evaluate the nutrients for fresh spores production of *P. candidum* and its applicability in cheese ripening, using physical chemical, instrumental, sensory and statistical evaluations. Concentrations of salt solution and pH of the medium were defined to obtain fresh spores, which was used as inoculum in fresh cheeses (QF). For comparison during maturation, a suspension with commercial spore (QC) was also applied, both evaluated for 40 days. With five days of ripening, QF cheeses showed a whiteness index (WI) of 75.22, while QC cheeses showed WI 73.33 (being similar on the seventh day of ripening). This 2-day start-up on the appearance of the mycelium contributes to the inhibition of the development of undesirable contaminants. In addition, the QF cheeses remained during ripening, with characteristics of a slightly ripened cheese, with the appearance of a more dense mycelium, with higher scores on sensory acceptance. With the application of "Check all that apply" (CATA), the samples QF 20 and 30 days of ripening and QC 20 days of ripening were grouped and characterized as soft cheeses, with velvety skin, light yellow color and odor of butter. Thus, it is favorable to obtain and suspend fresh spores of *P. candidum* as an inoculum for white mould surface-ripened cheeses. With this information (Chapters II and III), manufacturers can adjust their protocols to provide the characteristics expected by consumers. The application of fresh spores as an inoculum for white mould surface-ripened cheeses is satisfactory when the physical-chemical, instrumental and sensory characteristics are evaluated. Combined with the perceptions expected by consumers of this cheese class, the fresh spores inoculum can help to develop strategies to strengthen the frequent and occasional consumption of white mould surface-ripened cheeses and also to encourage the consumption of those who do not consume this product, gaining consumers and strengthening this branch not only in the food sector but also in the economy.

Keywords: consumer perception; conidiation; fungal growth factors; inoculum with mycelium; quality cheese with white mold

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1	Fluxograma da linha de processamento da ETLQueijos utilizada na fabricação do queijo maturado com mofo branco..	22
Figura 1.2	Ponto do corte de massa e corte da massa, com auxílio de liras com espaçamento entre os fios de aço inoxidável (AISI, 304) de 2,5 cm.....	24
Figura 1.3	Enformagem da massa em formas de 14 cm de diâmetro e 10 cm de altura.....	25
Figura 1.4	Queijo maturado com mofo branco.....	26
Figura 1.5	Esquema do processamento de germinação de <i>Penicillium camemberti</i>	28
Figura 2.1	Porcentagem da frequência das palavras mais citadas pelos voluntários em relação a impressão global de queijo maturado com mofo branco.....	44
Figura 3.1	Esquema da obtenção e aplicação da suspensão de esporos frescos em queijos frescos.....	57
Figura 3.2	Efeito da razão da concentração de sais e pH do meio de cultura para conidiação de <i>P. candidum</i>	63
Figura 3.3	Índice de extensão da proteólise de queijos maturados com mofo branco, inoculados com esporos frescos e esporos comerciais de <i>P. candidum</i> com 40 dias de maturação.....	74
Figura 3.4	Índice de profundidade da proteólise de queijos maturados com mofo branco, inoculados com esporos frescos e esporos comerciais de <i>P. candidum</i> com 40 dias de maturação.....	74
Figura 3.5	Avaliação do teor tirosina de queijos maturados com mofo branco, inoculados com esporos frescos e esporos comerciais de <i>P. candidum</i> com 40 dias de maturação.....	75
Figura 3.6	Aceitabilidade de queijos maturados com inóculo de esporos frescos e esporos comerciais de <i>P. candidum</i> com 20, 30 e 40 dias de maturação.....	76
Figura 3.7	Escala do ideal para queijos maturados com inóculo de esporos frescos e esporos comerciais de <i>P. candidum</i> com 20 dias de maturação.....	77
Figura 3.8	Escala do ideal para queijos maturados com inóculo de esporos frescos e esporos comerciais de <i>P. candidum</i> com 30 dias de maturação.....	77
Figura 3.9	Escala do ideal para queijos maturados com inóculo de esporos frescos e esporos comerciais de <i>P. candidum</i> com 40 dias de maturação.....	78
Figura 3.10	Análise de correspondência de análise <i>Check all that apply</i> para queijos maturados com inóculo de esporos frescos e esporos comerciais de <i>P. candidum</i> em até 40 dias de maturação.....	80

Figura 3.11	Análise de componentes principais para queijos maturados com inóculo de esporos frescos e esporos comerciais de <i>P. candidum</i> em até 40 dias de maturação.....	82
Figura 3.12	Dendograma obtido na Análise Hierárquica de Agrupamento.	83

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1	Requisitos físicos, químicos e microbiológicos do leite, segundo IN 76.....	15
Tabela 1.2	Principais características de queijos maturados com mofo branco produzidos em diferentes países.....	18
Tabela 2.1	Questões sociodemográficas para voluntários brasileiros quanto à frequência de consumo de queijo maturado com mofo branco.....	43
Tabela 2.2	Percentual de frequência de palavras avaliadas por associação de palavras por consumidores frequentes, ocasionais e não consumidores de queijo maturado com mofo branco.....	46
Tabela 3.1	Delineamento composto central realizado para formação de conídios de <i>P. candidum</i>	55
Tabela 3.2	Variável de resposta do delineamento composto central realizado para formação de conídios de <i>P. candidum</i>	62
Tabela 3.3	Coeficiente de regressão para conidiação de <i>P. candidum</i>	63
Tabela 3.4	Índice de brancura de queijos maturados com mofo branco, sob aplicação de esporos frescos de <i>P. candidum</i> em diferentes pH.....	64
Tabela 3.5	Avaliação físico química de queijos maturados com inóculo de esporos frescos e esporos comerciais de <i>P. candidum</i>	67
Tabela 3.6	Avaliação dos parâmetros de textura de queijos maturados com inóculo de esporos frescos e esporos comerciais de <i>P. candidum</i>	70
Tabela 3.7	Avaliação colorimétrica de queijos maturados com inóculo de esporos frescos e esporos comerciais de <i>P. candidum</i>	72
Tabela 3.8	Penalidades individuais de atributos em queijos maturados com inóculo de esporos frescos e esporos comerciais de <i>P. candidum</i>	79
Tabela 3.9	Tabela 3.9- Resultados do teste Q de Cochran para atributos.	80

LISTA DE SIGLAS

a	Altura
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AHA	Análise Hierárquica Aglomerativa
c	Comprimento
CATA	<i>Check all That Apply</i>
CCS	Contagem de Células Somáticas
cm	Centímetro
cm ³	Centímetro cúbico
DCC	Delineamento Composto Central
ETLQueijos	Escola Tecnológica de Leite e Queijos
FESCON	Fazenda Escola Capão da Onça
g	Gramas
HTST	<i>High Temperature Short Time</i>
IN	Instrução Normativa
JAR	<i>Just- About-Right</i>
kg	Quilograma
km	Quilômetro
L	Litro
LTLT	<i>Low Temperature Long Time</i>
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
máx	Máximo
min	Minuto
mL	Mililitro
mm	Milímetro
MSR	Metodologia de Superfície de Resposta
° C	Graus Celsius
° F	Graus Fahrenheit
<i>P. candidum</i>	<i>Penicillium candidum</i>
PCA	Análise de Componentes Principais
QF	Queijo maturado com esporos frescos
QC	Queijo maturado com esporos comerciais
RDC	Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade
s	Segundo
UEPG	Universidade Estadual de Ponta Grossa
UFC	Unidade Formadora de Colônias
V	Volume

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	12
CAPÍTULO I: REVISÃO DA LITERATURA	14
1.1 A QUALIDADE DO LEITE.....	14
1.2 PRODUÇÃO DE QUEIJOS: ASPECTOS GERAIS.....	17
1.3 OS PRINCIPAIS QUEIJOS MATURADOS POR <i>Penicillium candidum</i>	17
1.4 PROCESSAMENTO DO QUEIJO - TIPO CAMEMBERT.....	22
1.5 MOFO BRANCO.....	26
1.6 EXTENSÃO E PROFUNDIDADE DA PROTEÓLISE.....	28
1.7 ANÁLISE SENSORIAL.....	29
CONSIDERAÇÕES FINAIS	31
REFERÊNCIAS	32
CAPITULO II: PERCEPÇÕES DOS CONSUMIDORES BRASILEIROS SOBRE QUEIJOS MATURADOS COM MOFO BRANCO UTILIZANDO ASSOCIAÇÃO DE PALAVRAS LIVRES	38
2.1 INTRODUÇÃO.....	39
2.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	40
2.2.1 Voluntários.....	40
2.2.2 Associação de Palavras.....	41
2.2.3 Análise dos dados.....	41
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	42
2.3.1 Questões sociodemográficas e frequência de consumo.....	42
2.3.2 Associação de palavras.....	44
2.4. CONCLUSÃO.....	48
REFERÊNCIAS	48
CAPÍTULO III: PRODUÇÃO E APLICAÇÃO DA SUSPENSÃO DE ESPOROS FRESCOS DE <i>Penicillium candidum</i> COMO INÓCULO SUPERFICIAL EM QUEIJO	51
3.1 INTRODUÇÃO.....	52
3.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	54
3.2.1 Material.....	54
3.2.2 Método.....	54
3.2.2.1 <i>Obtenção da conidiação de Penicillium candidum</i>	54
3.2.2.2 <i>Produção do queijo maturado por Penicillium candidum</i>	55
3.2.2.3 <i>Análises físico-químicas dos queijos maturados por Penicillium candidum</i>	58
3.2.2.4 <i>Índice de Proteólise</i>	58
3.2.2.5 <i>Perfil de Textura</i>	59
3.2.2.6 <i>Análise Colorimétrica</i>	59
3.2.2.7 <i>Análise Sensorial</i>	60
3.2.3 Análise Estatística.....	60
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	62
3.3.1 Metodologia de Superfície de Resposta (MSR).....	62

3.3.2	Avaliação do Índice de Brancura dos queijos.....	64
3.3.3	Avaliação físico-química.....	65
3.3.4	Avaliação do perfil de textura.....	68
3.3.5	Avaliação colorimétrica.....	71
3.3.6	Avaliação da Proteólise	73
3.3.7	Análise Sensorial.....	75
3.3.8	Correlação Estatística.....	81
3.4	CONCLUSÃO.....	84
	REFERÊNCIAS.....	84
	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	89
	ANEXO A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....	90
	ANEXO B – MODELO DE FICHA PARA AVALIAÇÃO SENSORIAL.....	92
	ANEXO C – CORRELAÇÃO DE PEARSON PARA ANÁLISES FÍSICO QUÍMICAS, INSTRUMENTAIS E ACEITAÇÃO SENSORIAL DE QUEIJOS MATURADOS COM ESPOROS FRESCOS E ESPOROS COMERCIAIS DE <i>P. candidum</i>.....	93

INTRODUÇÃO

O consumo de queijos finos vem aumentando devido ao aperfeiçoamento de profissionais na produção de queijos maturados e aos consumidores que buscam adquirir produtos diferenciados. Entre eles, encontram-se os queijos maturados com mofo branco.

A aparência branca aveludada característica desses tipos de queijos, se dá pelo desenvolvimento do *Penicillium candidum* na superfície, o qual é comercializado apenas na forma de suspensão de esporos ou de esporos liofilizados, sendo inoculado direto no leite ou pulverizado na superfície do queijo fresco.

Estes queijos apresentam a massa macia a semi-dura e maturação (12- 45 dias) em temperatura controlada em 12 °C e umidade relativa alta de aproximadamente 95%. Esse período de maturação está relacionado com as características de textura, sabor e aroma decorrentes do desenvolvimento do *P. candidum* na superfície do queijo. Embora seja um queijo de estimada aceitação sensorial, ainda existe um mercado a ser explorado.

Queijos com elevada umidade podem ser facilmente contaminados por micro-organismos do ambiente de processamento ou durante o período de maturação. Desta forma, se busca uma rápida velocidade de fechamento do micélio superficial, a fim de gerar uma supressão dos micro-organismos contaminantes. Além disso, este micélio deve ser atrativo ao consumidor, sem comprometer ou até mesmo melhorar a aceitação sensorial, preferencialmente mantendo por um maior período características de um queijo pouco maturado.

Assim, o objetivo do **Capítulo II** foi compreender a percepção dos consumidores frequentes, ocasionais e não consumidores de queijos maturados com mofo branco. No **Capítulo III**, o objetivo foi desenvolver um protocolo de obtenção de esporos frescos de *P. candidum*, e inoculá-la em queijos frescos, com o propósito de avaliar o recobrimento do fechamento do micélio superficial e suas características físico-químicas, instrumentais e sensoriais a fim de contribuir no aumento da aceitação e fortalecimento do consumo deste produto.

OBJETIVOS

Objetivo Geral

- *Produzir e avaliar* esporos frescos de *Penicillium candidum* como inóculo em queijos maturados com mofo branco com base na percepção do consumidor brasileiro.

Objetivos Específicos

- *Identificar e avaliar* a percepção dos consumidores brasileiros no consumo de queijo maturado com mofo branco;

- *Estabelecer* um protocolo de obtenção de esporos frescos a partir de cepas comerciais de *Penicillium candidum*;

- *Avaliar* nutrientes essenciais ao crescimento do fungo *Penicillium candidum*;

- *Formular* uma suspensão de esporos frescos *Penicillium candidum* para inóculo em queijos frescos;

- *Avaliar* a composição físico-química e os parâmetros instrumentais de queijos maturados por *Penicillium candidum* produzidos com esporos frescos e esporos comerciais;

- *Avaliar* sensorialmente queijos maturados por *Penicillium candidum* produzidos com esporos frescos e esporos comerciais.

CAPÍTULO I: REVISÃO DA LITERATURA

1.1 A QUALIDADE DO LEITE

A produção global do leite em 2018 foi de aproximadamente 843 milhões de toneladas, apresentando com um aumento de 2,2% em relação a 2017. Na América do Sul, a produção de leite aumentou 1,6% de 64,4 milhões de toneladas em 2017, refletindo um aumento de produção na Argentina, Brasil, Chile, Uruguai e Colômbia. No Brasil, a produção aumentou 0,8% em 2018, quando comparado ao aumento de 4% em 2017 (FAO, 2019).

No agronegócio, o leite é um dos principais produtos (LANGONI; CALLEFE, 2015). No estado do Paraná, a pecuária leiteira cresceu ao longo das últimas duas décadas, sendo que em 2016 foi o segundo maior produtor nacional, responsável por 14,07% do total, com volume de 4,73 bilhões de L (litro) *in natura* e produtividade média de 2.916 L por vaca/ ano. A cidade de Castro é a maior produtora estadual de leite, e apresenta o título de Capital Nacional do Leite, a partir da Lei Federal nº 13.584, de 26 de dezembro de 2017. Em 2016, a região paranaense dos Campos Gerais produziu 255 milhões de L de leite (IBGE, 2016).

O leite deve apresentar uma composição completa, isenta de aromas e odores desagradáveis, livre de resíduos de antibióticos, água ou adulterantes, além de apresentar baixas contagens de bactérias totais e células somáticas (MURPHY *et al.*, 2016). Sua produção requer cuidados e esforços para que haja melhoramento genético do animal, controle sanitário, manejo nutricional, práticas de higiene na ordenha, resfriamento e transporte em baixas temperaturas (APARECIDA *et al.*, 2000). Do ponto de vista físico-químico, o leite consiste em uma mistura homogênea de diversos componentes como glicerídeos, lactose, proteínas, gordura, vitaminas, sais e enzimas (PEREDA *et al.*, 2005).

Com o propósito de definir e estabelecer normas de produção e qualidade do leite, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) editou a Instrução Normativa nº 76 (IN 76) e nº 77 (IN 77), publicada no dia 30 de novembro de 2018, que passou a vigorar em maio de 2019. A IN 76, estabelece características de qualidade da matéria prima (Tabela 1.1), enquanto a IN 77, especifica critérios para a obtenção de leite de qualidade, envolvendo desde a organização na propriedade,

instalações e equipamentos, capacitação dos responsáveis pelas tarefas do dia a dia, controle de mastite, brucelose e tuberculose (BRASIL, 2018).

Tabela 1.1- Requisitos físicos, químicos e microbiológicos do leite, segundo IN 76.

Composição	Requisito
Gordura (g/100g)	mín. 3,0
Acidez (g de ácido láctico/100 mL)	0,14 a 0,18
Densidade relativa a 15 °C	1,028 a 1,034
Índice crioscópico	-0,530 °H a -0,550 °H (equivalentes a -0,512 °C e a -0,536 °C)
Sólidos não-gordurosos (g/100g)	mín. 8,4
Sólidos totais (g/100g)	mín. 11,4
Proteína total (g/100g)	mín. 2,9
Lactose anidra (g/100g)	mín. 4,3
Estabilidade ao Alizarol 72% (v/v)	Estável
Contagem padrão em placas (UFC/mL)	máx.300.000
Contagem de células somáticas (CCS/mL)	máx. 500.000

Fonte: BRASIL, 2018.

A qualidade do leite inicia-se na ordenha dos animais. Cuidados com a higiene e utilização de produtos antissépticos e secagem com toalhas de papel descartáveis nos tetos, diminuiu a carga bacteriana presente no leite. Da mesma forma que a limpeza e higienização das teteiras e demais equipamentos utilizados na ordenha auxiliam na redução da carga microbiana do leite (LANGONI; CALLEFE, 2015).

Alguns fatores influenciam a composição do leite quanto seu teor de proteína, gordura e lactose, como a estrutura da glândula mamária, sistema secretor, suprimento sanguíneo, sistema linfático e inervação do úbere, por meio de um processo involuntário, administrado por ações neurais e hormonais do animal (PEREIRA, 2000; SILVA; VELOSOS, 2011). Outros fatores como a raça do animal, estágio, persistência e ordem de lactação, prática de ordenha, clima, manejo de alimentação e nutrição e sanidade também podem influenciar a composição do leite (CHAPAVAL; PIEKARSKI, 2000; SILVA; VELOSOS, 2011).

Para produzir um queijo de qualidade, com textura, sabor e aroma característicos, os pequenos e grandes laticínios precisam de um leite cru de qualidade. Concentrações superiores, do mínimo exigido pela legislação (IN 76), para os parâmetros de proteína e gordura são positivamente relacionadas com o rendimento do queijo (PRETTO *et al.*, 2013). Entretanto, altas contagens de células

somáticas no leite reduzem teores de gordura e proteína, resultando em queijos de baixa qualidade e aceitabilidade sensorial negativa, com aumento significativo da lipólise e proteólise (VIANNA *et al.*, 2008). O pH apresenta maiores valores para leite com altas contagens de células somáticas. Isso prejudica a formação da coalhada, diminuindo atividade enzimática relacionada ao coalho, ocasionando uma coagulação mais lenta e formando um coágulo mais fraco e úmido (VIANNA *et al.*, 2008; LI *et al.*, 2017).

Para reduzir as altas contagens de células somáticas no leite, os animais infectados por bactérias patogênicas nas glândulas mamárias são submetidos ao tratamento com antibiótico (GANGULY *et al.*, 2016). Recomenda-se que na maioria dos tratamentos dos animais, o leite seja descartado. Caso contrário, a utilização de leite com resíduo de antibiótico para fabricação de queijos pode inibir a atividade de bactérias lácticas, e ainda comprometer a saúde dos consumidores com presença de resíduos da droga nos queijos (WALSH *et al.*, 1996; GIRALDO *et al.*, 2017).

O leite além de ser um alimento rico nutricionalmente e muitas vezes inserido na dieta alimentar, apresenta em sua composição micro-organismos que participam positivamente de mudanças físicas, químicas e sensoriais na produção de variados produtos lácteos. Entretanto, o leite também serve como um substrato para o crescimento de micro-organismo indesejáveis (MANFRIN; ANDREANI; FRIAS, 2012). Para avaliar a qualidade microbiológica do leite, podem ser realizadas contagens padrão em placas, coliformes totais e termotolerantes e contagem de bactérias psicrófilas (MURPHY *et al.*, 2016).

Para a produção de queijos, o tratamento térmico comumente utilizado é a pasteurização com binômio tempo/temperatura que pode variar de 72 °C por 15 s, a 63 °C por 30 min, no caso de pasteurização em bateladas (RASSOLY; DO, 2010; MURPHY *et al.*, 2016). Quando se aquece o leite em altas temperaturas, espera-se que não haja gelatinização ou coagulação visível. Esta instabilidade térmica do leite é consequência da perda da estabilidade das micelas de caseínas (SINGH, 2004).

A estabilidade térmica do leite pode também ser avaliada com valor de pH. O pH considerado ideal para o leite é entre 6,6 e 6,8 (ZANELA *et al.*, 2006). A estabilidade do leite passa a ser mínima, em pH abaixo de 6,2, onde a quantidade de cálcio iônico presente no leite se eleva, acidificando e reduzindo a carga e a hidratação das proteínas, aumentando a chance de ocorrer a precipitação (O'CONNELL *et al.*, 2006).

1.2 PRODUÇÃO DE QUEIJOS: ASPECTOS GERAIS

A produção de queijos tem apresentado as maiores taxas de crescimento nos últimos anos. Em 2016, apresentou um valor de vendas de 9,7 bilhões de reais, com crescimento de 124% no volume total vendido no período de 2005 a 2016, atingindo 785 mil toneladas comercializadas em 2016 (EMBRAPA, 2019).

No Brasil, no ano de 2015, dos 24 bilhões de L de leite captados e inspecionados pelas indústrias, 46% (11 bilhões) foram transformados em queijos, com produção de 1.105.431 toneladas de queijo, dos quais 70.112 toneladas correspondem à produção de queijos finos, como queijo maturado por mofo branco e azul, queijos duros e semi-duros (ABIQ, 2016).

Em 2019, o consumo brasileiro de queijo foi de 7,3 kg per capita e há perspectivas desse consumo chegar a 9,6 kg de queijo per capita em 2030 (MINTEL, 2019). A maior parte do aumento do consumo virá da indústria *fast-food* e consumidores que buscam queijos especiais, como os queijos Brie, Camembert, Gruyere e Gouda (USDA, 2017).

A produção de queijos maturados com mofo branco no Brasil iniciou na década de 1930 no sul do estado de Minas Gerais. Em 2017 foram produzidas aproximadamente 3.289 toneladas de queijos, correspondendo aos queijos Brie e Camembert (BRASIL, 2017).

1.3 PRINCIPAIS QUEIJOS MATURADOS POR *Penicillium candidum*

Entre as diversidades de queijos produzidos em todo o mundo, queijos maturados com *Penicillium candidum* assemelham-se entre si pela presença aveludada de mofo branco na superfície. O tipo de leite, tecnologia empregada, diâmetro e altura da peça, e período de maturação resultam na obtenção de mais de 80 tipos de queijos maturados com mofo branco (Tabela 1.2) (HARBUTT, 2010; SPINNLER; GRIPON, 2004; HUTKINS, 2008; ARTEAU *et al.*, 2010).

Tabela 1.2- Principais características de queijos maturados com mofo branco produzidos em diferentes países.

(continua)

País de origem	Denominação do queijo	Tempo de maturação (semanas)	Peso (kg)	Tamanho (cm)	Tipo do leite
Alemanha	Altenburger Ziegenkase	4	0,300- 0,500	D: 20 A: 10	cabra
Bélgica	Keiems Bloempje	4-8	0,350- 7,0	D: 11 A: 4	vaca
Escócia	Clava Brie	3	0,250- 1,5	D: 11-25 A: 3	vaca
Canadá	Comfort Cream	4-5	0,300	D: 12 A: 4	vaca
Espanha	Tou del Til-lers	6-12	0,450-0,500	D: 13-22 A: 3-4	vaca
Estados Unidos	Aged Green Peppercorn Chevre	4	1,350	C: 30 A: 10	cabra
	Andante Dairy Pico	2-4	0,125	D: 5 A: 4	vaca
	Blythedale Farm Camembert	4	0,225	D: 12 A: 2,5	vaca
	Hartwell	4	0,225	D: 12 A: 4	vaca
	Kunik	2-4	0,300	D: 10 A: 5	cabra e vaca
	Fog Lights	4	0,225	D: 10 A: 4	cabra
	Mt Tam	3-4	0,060	D: 7,5 A: 5	vaca
	Old Kentucky Tome	4-8	1,800	D: 25 A:10	cabra
	França	Brie de Meaux	6-8	3	D: 25 A: 8
Brie de Melun		8	1,5	D: 24 A: 3,5	caca
Brie de Nangis		4-5	1,0	D: 23 A: 5	vaca

Tabela 1.2- Principais características de queijos maturados com mofo branco produzidos em diferentes países.

(continuação)					
País de origem	Denominação do queijo	Tempo de maturação (semanas)	Peso (kg)	Tamanho (cm)	Tipo do leite
França	Brillat- Savarin	2-4	0,500	D:12 A: 3,5	vaca
	Brique du Forez	8-12	0,350-0,400	C: 12-13 L: 3,5- 5,5 A: 2,5	vaca
	Camembert de Normandie	4	0,250	D: 11 A: 3,5	vaca
	Capri Lezeen	2-3	0,175	D: 8 A: 1,5	cabra
	Coeur de Neufchâtel	8-10	0,200	C: 10 A: 2,5	vaca
	Coulommiers	4-8	0,500	D: 12 A: 2,5	vaca
	Chaource	2-8	0,600	D: 12 A: 6	vaca
	Fougerus	3-4	0,500	D: 15 A: 4	vaca
	Gratte-Paille	16	0,300	A: 7,5 L: 6	vaca
	Lou Rocaille	2	0,085	D: 5 A: 3,5	ovelha
	Lou Scotch	12-20	0,030	D: 15 A: 1,5	ovelha
	Pélaridon	2-3	0,085-0,125	D: 6 -7,5 A: 2,5	cabra
	Pérail	2	0,085-0,140	D: 8-10 A: 2	ovelha
	Picodon	4	0,115	D: 7,5 A: 5	cabra
	Irlanda	Pont-l'Evêque	5-6	0,330	C:10 L:10 A: 2,5
Rigotte de Condrieu		2	0,060	D: 4 A: 3	cabra
Saint- Jacques		4-6	0,350	D: 13 A: 3	vaca
Japão	Cooleeney	8-14	0,200- 1,7	D: 8-24 A: 2,5-4,5	Vaca
	Sakura	2-4	0,090	D: 6,5 A: 3	vaca

Tabela 1.2- Principais características de queijos maturados com mofo branco produzidos em diferentes países.

País de origem	Denominação do queijo	Tempo de maturação (semanas)	Peso (kg)	Tamanho (cm)	Tipo do leite
País de Gales	Pont Gar	5	1,400	D: 11 A: 4	vaca
Suíça	Tomme Vaudoise	4-6	0,100- 0,150	D: 16 A: 3	vaca ou cabra

Nota: A (altura); C (comprimento); D (diâmetro); L (largura).

Fonte: Adaptado de Harbutt (2010).

Para o desenvolvimento do fungo branco na superfície, é preciso adicioná-lo em forma de esporos no leite antes da coagulação e/ou inocular na forma de suspensão de esporos na superfície do queijo fresco após a etapa de salga (BOCKELMANN *et al.*, 1999; GALLI *et al.*, 2016; GILLOT *et al.*, 2016). O desenvolvimento do micélio na superfície e maturação do queijo ocorre num período em torno de 2 a 20 semanas, com controle de temperatura entre 12 °C a 13 °C e umidade relativa entre 94 e 95 % (HARBUTT, 2010; BOURDICHON *et al.*, 2012; JUDACEWSKI *et al.*, 2016; LECLERCQ-PERLAT *et al.*, 2015).

O acompanhamento do crescimento do micélio superficial nos queijos envolve uma estimativa visual (LECLERCQ-PERLAT, 2011), ou ainda, facilmente realizado por análise colorimétrica avaliando o índice de brancura (JUDACEWSKI *et al.*, 2016). O micélio na superfície do queijo é um fator responsável pela atratividade e aparência presente nesta classe de queijo (SPINNLER; LECLERCQ-PERLAT, 2007).

Uma das características proporcionadas pelo desenvolvimento do mofo branco nos queijos é a variação do pH durante a maturação, a qual também é responsável pela formação da textura desses queijos. O aumento do pH da superfície para o centro do queijo, é devido ao consumo de ácido láctico pelo mofo branco e produção de amônia (SPINNLER; GRIPON, 2004). No início da maturação, o pH é $4,7 \pm 0,1$. Após 45 dias de maturação, o pH na superfície do queijo pode aumentar para $7,7 \pm 0,1$, enquanto o centro do queijo pode atingir $pH 7,0 \pm 0,1$ (LECLERCQ-PERLAT *et al.*, 2004).

No Brasil, não existe uma legislação específica para queijos maturados com mofo branco. Esses queijos são regulamentados pela Portaria nº 146 de 07 de março de 1996 que dispõe sobre o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Queijos, do Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento (MAPA), que

objetiva fixar a identidade e requisitos mínimos de qualidade, classificando os queijos quanto ao tipo de coagulação, tratamento térmico, conteúdo de umidade, gordura e maturação (BRASIL, 1996).

Devido a essas variações, os queijos se diferem em sua composição e características de qualidade adquiridas durante a maturação (BATTY *et al.*, 2019). São queijos procedentes da tipificação do queijo Camembert, uma das variedades Francesas mais produzidas e consumidas no mundo, seguidos de Brie de Meaux e Melun.

Queijo Camembert

A história do Camembert inicia em 1790 na região da Normandia (França), no vilarejo Camembert, sendo fabricado pela primeira vez por Marie Harel (SPINLER; GRIPON, 2004). *Camembert de Normandia* (denominação de origem controlada) deve ser fabricado a partir de leite bovino da raça Normanda, e apresentar diâmetro de 10,5 a 11,0 cm, mínimo de 45 gramas de gordura em 100 gramas de queijo após maturação, e pesar no mínimo 250 gramas (FRANCE, 2008).

A norma do *Codex Alimentarius* (276-1973) define o queijo Camembert como:

Camembert é um queijo suave de superfície macia, maturado principalmente com fungos em conformidade com a Norma Geral para Queijo (CODEX STAN 283-1978), e tendo a forma de um cilindro achatado ou setores do mesmo. O corpo apresenta uma cor quase branca a amarelo claro e tem uma textura macia (ao pressionar com o dedo polegar), sem ser friável, maturado desde a superfície até o centro do queijo. Geralmente não há furos de gás, mas são aceitas algumas aberturas e rachaduras. Deve desenvolver uma crosta que deve ser macia, coberta inteiramente por mofo branco, mas pode ter manchas de tons avermelhados, marrom ou cor de laranja. O queijo inteiro pode ser cortado posteriormente ao desenvolvimento de fungos.

Queijos Brie de Melun e Brie de Meaux

Diferentes variedades de queijos Brie são produzidos a partir de diferentes tipos de leite, podendo ser encontrado até mesmo com adição de ervas. Na França, o governo certifica queijo Brie de Meaux e Brie de Melun como queijos de denominação de origem controlada desde 1980 (MECHEMACHE; CHAABAN, 2010).

Brie de Melun é um queijo macio, levemente salgado, produzido com leite cru, onde a massa deve ser aquecida até atingir temperatura de 30 °C para adição do coalho. A maturação deve ser no mínimo de 4 semanas e apresentar diâmetro entre 27 e 28 cm e peso entre 1,5 e 1,8 kg (FRANCE, 1980).

Brie de Meaux é um queijo macio, levemente salgado, produzido com leite cru, onde a massa deve ser aquecida até atingir temperatura de 37 °C para adição do coalho. A maturação ocorre em período mínimo de 4 semanas, devendo o queijo apresentar diâmetro entre 36 e 37 cm, e peso entre 2,5 e 3,0 kg (FRANCE, 1986).

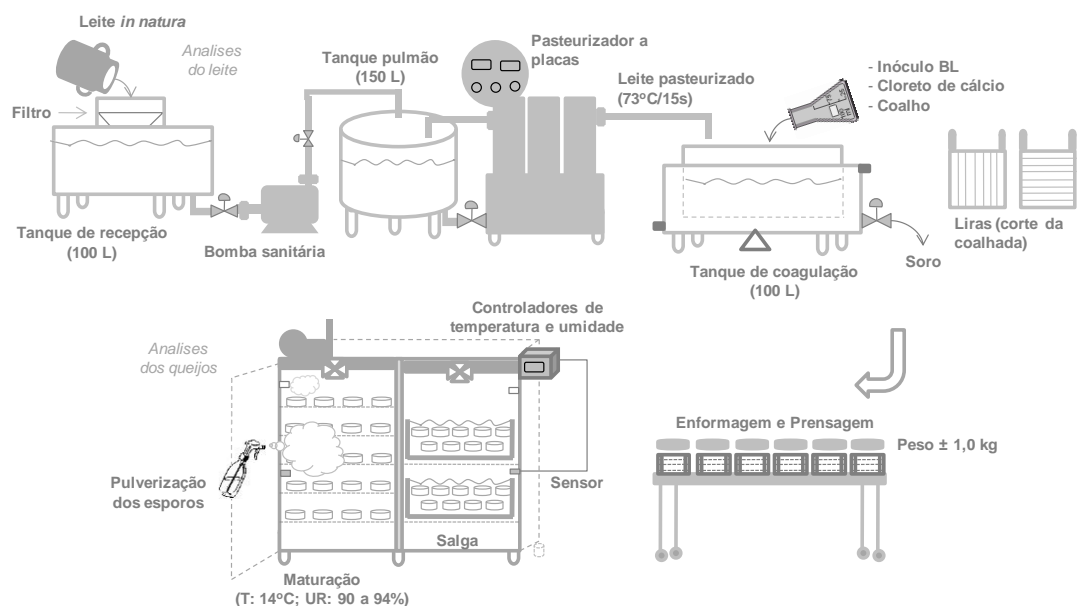
A norma do *Codex Alimentarius* (277-1973) define o queijo Brie como:

Brie é um queijo macio, maturado na superfície principalmente por fungos brancos, de acordo com a Norma Geral para Queijo (CODEX STAN 283-1978), apresentando forma de um cilindro achatado. O corpo tem uma cor variando de quase branco, a cor amarelo-clara e uma textura suave (quando pressionado pelo polegar), mas não friável, maturado a partir da superfície para o centro do queijo. Por regra, os furos ocasionados por gases estão ausentes, mas aceitam-se algumas aberturas e rachaduras. Deve desenvolver uma crosta, que é suave e totalmente coberta por mofo branco, mas pode ter manchas avermelhadas, marrom ou laranja. O queijo inteiro pode ser cortado ou moldado em setores antes ou após o desenvolvimento dos fungos.

1.4 PROCESSAMENTO DO QUEIJO TIPO CAMEMBERT

Para produzir um queijo com qualidade, devem ser controladas todas as etapas do processo. A Figura 1.1 descreve a linha de processamento da Escola Tecnológica de Leite e Queijos com Campos Gerais (ETLQueijos) da Universidade Estadual de Ponta Grossa – Pr, utilizada na fabricação do queijo maturado com mofo branco deste trabalho.

Figura 1.1- Fluxograma da linha de processamento da ETLQueijos utilizada na fabricação do queijo maturado com mofo branco



Fonte: Judacewski (2015).

O controle de qualidade inicia-se no recebimento da matéria-prima, a qual deve ser de boa procedência e apresentar propriedades físico-químicas e sensoriais adequadas. No recebimento do leite, o pH deve estar entre 6,6 a 6,8 (LECLERCQ-PERLAT *et al.*, 2004; BRASIL, 2018). Após avaliação físico-química do leite, realiza-se um processo térmico de pasteurização, com o intuito de destruir as células vegetativas dos patógenos e diminuir o número de micro-organismos que possam causar a deterioração do leite.

A pasteurização pode ser realizada por método rápido, em temperatura alta (HTST- *high temperature short time*), onde o leite é aquecido a 72 °C, por 15 segundos; ou pelo método de pasteurização lenta (LTLT- *low temperature long time*), no qual o leite é aquecido a 63 °C por 30 minutos (RASSOLY; DO, 2010; MURPHY *et al.*, 2016). Nesse momento, ocorre a diminuição de bactérias lácticas e aproximadamente 1/3 do cálcio solúvel (LEITE *et al.*, 2006). Após a pasteurização, o leite é resfriado até atingir temperatura de 34 °C, e adiciona-se fermento láctico, para recompor as bactérias lácticas desejadas. Neste momento, é adicionado também 0,04% de solução de cloreto de cálcio a 50% (JUDACEWSKI *et al.*, 2016; LEITE *et al.*, 2006).

A escolha do fermento láctico, também chamado de cultivo iniciador ou cultura primária, possibilita condições para formação das características peculiares de cada queijo (BERESFORD *et al.*, 2001), além de preparar o leite nas condições desejadas para ação do coalho (LEITE *et al.*, 2006). Os fermentos lácticos mais utilizados na produção do queijo tipo Camembert, incluem bactérias mesofílicas, com atividade de acidificação e formação de compostos voláteis (LECLERCQ- PERLAT *et al.*, 2004; LECLERCQ- PERLAT, 2011, GALLI *et al.*, 2016, JUDACEWSKI *et al.*, 2016). Assim como a reposição das bactérias lácticas se faz necessária após a pasteurização, a reposição do cálcio a partir do cloreto de cálcio 50% é fundamental para o processo de coagulação da massa (LEITE *et al.*, 2006).

Após adição do fermento láctico e do cloreto de cálcio 50%, monitora-se o pH do leite, até 6,6, para então adicionar o coagulante (HORNE; BANKS, 2004). Tradicionalmente, o coalho é extraído de tecidos gástricos de bezerros ou filhotes de cordeiros cujo princípio ativo é a quimosina, que coagula o leite através de atividade proteolítica (FOX; COGAN, 2004; ORDÓNEZ *et al.*, 2005). Também podem ser utilizadas proteases de fungos *Rhizomucor miehei*, *Rhizomucor pusilluse* *Cryphonectra parasítica* (FOX; COGAN, 2004).

Com a adição do coagulante, a α -caseína desestabiliza a micela rompendo a ligação entre os aminoácidos fenilalanina 105 - metionina 106, provocando a liberação das α s1; α s2; β e κ -caseína que se liga com os íons cálcio, formando o paracaseinato de cálcio, também chamado de coalhada (HORNE; BANKS, 2004). Após a formação da coalhada, em um tempo de aproximadamente 30 a 40 minutos, é realizado o teste do ponto de corte da massa. Atingindo o ponto de corte, a massa é cortada com auxílio de liras com espaçamento entre os fios de aço inoxidável (AISI, 304) de 2,5 cm no sentido vertical e horizontal, facilitando a expulsão do soro, obtendo um coágulo de tamanho de 2 cm³ (Figura 1.2) (JUDACEWSKI *et al.*, 2016).

Figura 1.2- Ponto de corte da massa e corte da massa, com auxílio de liras com espaçamento entre os fios de aço inoxidável (AISI, 304) de 2,5 cm.



Fonte: O autor.

Após o corte, pode-se ainda realizar um tratamento da massa, aquecendo-a para auxiliar na expulsão do soro e favorecer a formação de ligações intermicelares proporcionando uma retração do coágulo (ORDÓNEZ *et al.*, 2005). Em seguida, a coalhada é enformada (Figura 1.3) em formas de 14 cm de diâmetro, 10 cm de altura, e peso de aproximadamente 299 g (JUDACEWSKI *et al.*, 2016), ou em formas de 11 cm de diâmetro, 7,7 cm de altura e pesar cerca de 280g (LECLERCQ- PERLAT *et al.*, 2004).

Figura 1.3- Enformagem da massa em formas de 14 cm de diâmetro e 10 cm de altura.



Fonte: O autor.

O processo de salga dos queijos ocorre em salmoura 20 °Brix, em pH próximo do pH do queijo fresco, em temperatura de 10 °C por sessenta minutos (LECLERCQ-PERLAT *et al.*, 2004; JUDACEWSKI *et al.*, 2016). O sal presente na salmoura ajuda a remover a água superficial contribuindo para a sinérese, evita o desenvolvimento de micro-organismos indesejáveis e contribui para o sabor do queijo (BLACK, 2002).

Após a retirada dos queijos da salmoura, eles são mantidos em câmaras de maturação durante 24 horas, em temperatura de 12 °C e 85% de umidade relativa (LECLERCQ-PERLAT *et al.*, 2004). Nas primeiras 24 horas, o queijo pode atingir pH de 4,6 a 4,8, devido a acidificação ocasionada pelo fermento inoculado no início do processo (LECLERCQ-PERLAT, 2011). Na sequência, os esporos de *Penicillium candidum* são aspergidos em suspensão, de forma que cada peça de queijo contenha 2×10^6 esporos (JUDACEWSKI *et al.*, 2016). Durante os primeiros 10 dias de maturação, os queijos são mantidos em temperatura de 12 °C e umidade relativa de 90%, aumentando para 94% após o desenvolvimento do mofo branco na superfície. Essa classe de queijo é maturada geralmente entre 15 a 40 dias (Figura 1.4) (LECLERCQ-PERLAT *et al.*, 2004; JUDACEWSKI *et al.*, 2016).

Figura 1.4 – Queijo maturado com mofo branco



Fonte: O autor.

1.5 MOFO BRANCO

Determinados micro-organismos inoculados em alguns alimentos caracterizam positivamente alguns produtos (FRANCO; LANDGRAF, 2008). Isso ocorre em queijos maturados com mofo branco, que são fungos filamentosos pertencentes ao gênero *Penicillium*, como *Penicillium camemberti*, *Penicillium album*, *Penicillium candidum*, *Penicillium caseicola* e *Penicillium rogeri* (BOURDICHON *et al.*, 2012).

A maioria desses micro-organismos foi “domesticada” após melhoramento genético, contribuindo para uma melhor adaptação ao queijo. Seu desenvolvimento depende de fatores como pH, oxigênio, concentração de sal, temperatura, umidade, substrato de energia e inibidores (MONNET *et al.*, 2014).

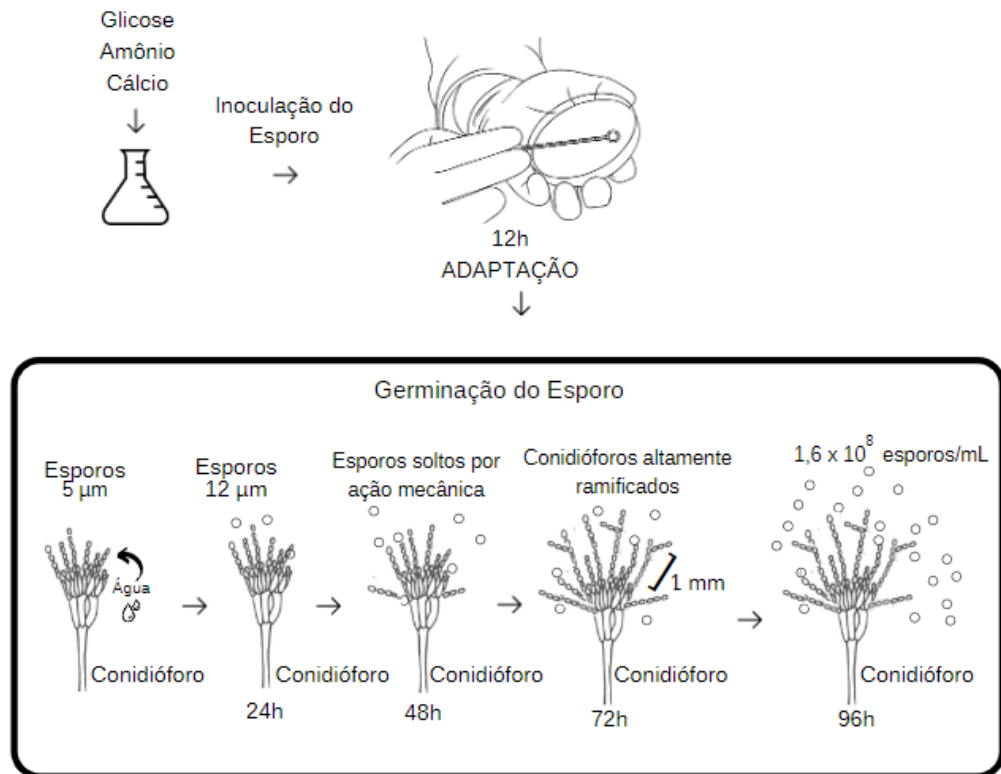
O modo reprodutivo generalizado desses fungos pertencentes aos *Ascomycetos*, se dá por meio de esporulação assexuada com produção de esporos. Os esporos são chamados também de conídios, produzidos em cadeia na extremidade de um conidióforo (FOX *et al.*, 2017). Cada conídio é capaz de produzir uma hifa, o conjunto de hifas é chamado de micélio, que cresce exponencialmente, desde que não ocorra limitação do substrato (KRASNIEWSKI *et al.*, 2006; KRULL *et al.*, 2013). As hifas se alongam nas extremidades podendo ainda após serem fragmentadas, se alongar e formar uma nova hifa (REZENDE, 2006). Por ser um micro-organismo aeróbio, o desenvolvimento do mofo branco ocorre apenas na superfície do queijo (LECLERCQ-PERLAT, 2011).

Os esporos são tradicionalmente produzidos em “frascos Roux”, e induzidos a conidiação em métodos de cultivo em meios sólidos ou líquidos (SPINNLER; GRIPON, 2004; BOUALEM *et al.*, 2016; KRASNIEWSKI *et al.*, 2006). A conidiação é influenciada por fatores nutricionais, como a disponibilidade de nitrato de potássio, glicose e cálcio, em reprodução em meio sólido, enquanto a disponibilidade de sulfato de amônio inibe a conidiação (KRASNIEWSKI *et al.*, 2006).

Boualem *et al.* (2016), avaliou a conidiação em meio líquido disponibilizando como fonte de nitrogênio o nitrato de potássio. A morfologia e fisiologia do fungo, depende fortemente das condições estabelecidas em biorreatores, como concentração do inóculo, viabilidade de esporos, valor de pH, temperatura, concentração de oxigênio dissolvido e estresse mecânico.

Bockelmann *et al.* (1999) induziram a esporulação de *P. camemberti* em meio submerso utilizando como fonte de energia glicose, amônio e cálcio. Segundo os autores, as primeiras 12 horas após a inoculação dos esporos são de adaptação ao meio. O processo de germinação inicia com inchaço do esporo, através da absorção de água (KRULL *et al.*, 2013). Após 24 horas os esporos incham, passando de 5 µm (inicial) para 12-14 µm. Após 48 horas, muitos esporos são desprendidos dos conidióforos por estresse mecânico. Após 72 horas, os conidióforos são altamente ramificados e apresentam *pellets* de aproximadamente 1 mm de diâmetro. Após 96 horas, é possível alcançar uma produção máxima de $1,6 \times 10^8$ esporos/mL (Figura 1.5) (BOCKELMANN *et al.*, 1999).

Figura 1.5- Esquema do processo de germinação de *Penicillium camemberti*



Fonte: Adaptado de Bockelmann *et al.* (1999).

Como inoculo em queijo, o mofo branco tem sua importante participação não apenas na aparência aveludada na superfície do queijo, como em reações de biotransformações de proteólise e lipólise. A proteólise é uma das reações mais importantes para essa classe de queijo, contribuindo no desenvolvimento do sabor e na formação da textura (BOUTROU *et al.*, 2001).

A lipólise contribui significativamente no desenvolvimento do sabor e aroma do queijo, como precursora de compostos voláteis, decorrentes da liberação de ácidos graxos de cadeia curta (McSWEENEY, 2017). A hidrólise dos triglicerídeos é a mais significativa ocasionada pelas lipases, com liberação de ácidos graxos, em especial ácidos butírico e cáprico (McSWEENEY, 2017; ORDÓNEZ *et al.*, 2005).

1.6 EXTENSÃO E PROFUNDIDADE DA PROTEÓLISE

A proteólise que ocorre na fração proteica do queijo, pode ser avaliada como um controle analítico de qualidade e um parâmetro de estágio de maturação. É decorrente da atividade enzimática da quimosina, enzimas da cultura primária e

protease natural do leite, e este último contribui em menor grau, formando pequenos peptídeos e aminoácidos (SOUSA; ARDÖ; McSWEENEY, 2001).

A quimosina apresenta principal função de quebrar a ligação fenilalanina 105 e metionina 106 da k-caseína, porém, ela pode ainda, hidrolisar a para-k-caseína em grandes peptídeos. As culturas primárias hidrolisam peptídeos da caseína, sendo alguns peptídeos hidrofóbicos, causadores do gosto amargo (McSWEENEY, 2017).

As mudanças na proteólise dos queijos podem ser chamadas de “extensão” e “profundidade”. A extensão da proteólise, se dá pela quantidade de substâncias nitrogenadas solúveis, avaliada analiticamente pela precipitação isoelétrica da caseína em $\text{pH} < 4,6$. Enquanto a profundidade da proteólise avalia as substâncias nitrogenadas de baixo peso molecular (aminoácidos, oligo-peptídeos e aminas), avaliada quantitativamente pelo teor de nitrogênio não proteico, solúvel em ácido tricloroacético (POMBO; LIMA, 1989).

1.7 ANÁLISE SENSORIAL

As características sensoriais geralmente são descritas utilizando termos que englobam aparência, sabor e textura do produto, influenciadas por percepções humanas da visão, olfato, tato, e percepção do alimento na boca. As definições sensoriais diferem entre os indivíduos devido às particularidades psicológicas, fisiológicas, culturais e sociais (DELAHUNTY; DRANKE, 2004).

A primeira aceitação do produto de origem alimentícia é a aparência, seguido por aroma, sabor e textura. A análise sensorial sincroniza esses atributos, respondendo as necessidades dos consumidores (PEDRÃO; CORO, 1999). Com o propósito de avaliar um alimento frente a um mercado consumidor, a análise sensorial caracteriza o alimento, controla a qualidade e etapas do desenvolvimento de novos produtos ou produtos reformulados, além de gerar uma possível redução de custos (FERREIRA *et al.*, 2000).

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1993), define análise sensorial como uma disciplina científica usada para medir, analisar e interpretar reações das características dos alimentos e materiais. Existem vários métodos para a realização de análise sensorial, e a escolha do método depende do objetivo requerido.

Os métodos podem ser divididos em: 1) Métodos afetivos (teste de preferência e teste de aceitação); 2) Métodos de diferença (teste pareado, teste duotrio, teste triangular, teste de ordenação, teste de comparação múltipla); 3) Método analítico ou descritivo (teste amostra única, teste de escala, teste de duração – tempo e intensidade, perfil característico); 4) Métodos de sensibilidade (teste de sensibilidade “Threshold”). Os métodos afetivos apresentam maior variabilidade nos resultados, pois estão relacionados às manifestações e interesses pessoais, demonstrando se o produto avaliado é preferido a outro ou aceito, e enquanto os métodos descritivos descrevem e quantificam informações sobre as características avaliadas do produto (TEIXEIRA, 2009).

Métodos diferenciados para caracterização sensorial frente aos consumidores vêm ganhando popularidade. Dentre eles, “Check all that apply” (CATA) ou “Marque tudo o que corresponde”, inclui análise de aceitabilidade e pesquisa de mercado objetivando caracterizar o produto, por métodos afetivos e descritivos, gerando dados e avaliações consistentes em relação ao produto avaliado (VARELA; ARES, 2012; JORGE *et al.*, 2015).

Para a realização do CATA, se faz necessária uma quantidade mínima de 80 avaliadores. No início da sessão, é apresentado aos consumidores uma lista de palavras ou termos, e os consumidores devem escolher todos os atributos que descrevem o produto (VARELA; ARES, 2012; ARES *et al.*, 2013; ARES *et al.*, 2014).

Os termos podem incluir atributos sensoriais, intenção de compra, respostas emocionais, ou outros termos que o consumidor possa associar ou até mesmo, caracterizar a amostra (ARES; JAEGER, 2013). Podem ser incluídos na lista, por sugestões de um grupo de consumidores ou por um painel de avaliadores treinados (DOOLEY; LEE; MEULLENET, 2010).

As respostas geradas estão ligadas diretamente com a percepção dos consumidores, podendo ser utilizadas como dados suplementares para aumentar a aceitação do produto (ALCANTARA; FREITAS-SÁ, 2018). Para a análise dos dados, utiliza-se a estatística baseada nas análises multivariadas ou teste qui-quadrado (ARES; JAEGER, 2013; DOOLEY *et al.*, 2010; JAEGER *et al.*, 2015).

Outra metodologia que vem sendo utilizada é a escala de “Just-About-Right” (JAR) combinada com análise de penalidade. O Teste de Escala de JAR é utilizado para medir a intensidade de um atributo sensorial específico, geralmente contendo

de 5 a 7 pontos de intensidade, que pode levar a um aumento da aceitabilidade do consumidor (GACULA *et al.*, 2007; STEFANOWICZ, 2013).

A análise de penalidade é relacionada com as observações das características dos atributos que podem penalizar a aceitabilidade do consumidor, frente ao produto avaliado. Desta forma, é utilizada para identificar as potenciais direções para a melhoria do produto (PLAEHN; HORNE, 2008).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O leite é um dos principais produtos do agronegócio consumido de forma *in natura* ou processado pelas indústrias leiteiras, sendo a principal matéria prima para produção de queijos, que tem apresentado taxas crescentes de produção nos últimos anos. Para produzir um queijo de qualidade, com textura, sabor e aroma característicos, os pequenos e grandes laticínios exigem um leite cru de qualidade com parâmetros exigidos pela Instrução Normativa nº 76 de 2018.

Dentre a diversidade de queijos que podem ser encontrados, queijos maturados com mofo branco são produzidos em todo o mundo, apresentando semelhança de uma casca branca aveludada em sua superfície. Isso ocorre pelo inóculo de esporos de *Penicillium candidum* no leite ou na superfície do queijo. Os esporos se desenvolvem na superfície do queijo, formando um micélio em um período aproximado de 2 a 4 semanas, sob controle de temperatura entre 12 °C e 13 °C e umidade relativa entre 90 e 95%.

O mofo branco também é responsável pelas características sensoriais de aparência, sabor e textura dos queijos, adquiridas principalmente da lipólise e proteólise durante o período de maturação. Os queijos podem ser caracterizados sensorialmente com métodos diferenciados como “Check all that apply” (CATA), que inclui análise de aceitabilidade e pesquisa de mercado, objetivando caracterizar o produto. Pode-se ainda ser complementado com escala “Just-about-right” e penalidades, utilizados para medir a intensidade de um atributo sensorial específico.

Os esporos de *P. candidum* são produzidos tradicionalmente em “frascos Roux”, e induzidos a conidiação em condições apropriadas com fatores nutricionais, pH, temperatura e concentração de oxigênio dissolvido.

A realização dos experimentos pode ser auxiliada por técnicas estatísticas como delineamento composto central e metodologia de superfície de resposta. Suas aplicações podem contribuir para a melhoria das formulações de produtos já existentes, como também auxiliar no desenvolvimento de novos produtos e, na escolha do ponto viável que o experimento deve ser realizado.

REFERÊNCIAS

ALCANTARA, M. DE; FREITAS-SÁ, D. D. G. C. Metodologias sensoriais descritivas mais rápidas e versáteis – uma atualidade na ciência sensorial. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 21, p.1-12, 2018.

APARECIDA, M.; PAIVA, V.; RENALDI, J.; BRITO, F. Qualidade do Leite. **Journal of Dairy Science**, 2000.

ARES, G.; JAEGER, S. R. Check-all-that-apply questions: Influence of attribute order on sensory product characterization. **Food Quality and Preference**, v. 28, p. 141-153, 2013.

ARES, G.; JAEGER, S. R.; BAVA, C. M.; CHHEANG, S. L.; JIN, D.; GIMENEZ, A.; VIDAL, L.; FISZMAN, S. M.; VARELA, P. CATA questions for sensory product characterization: Raising awareness of biases. **Food Quality and Preference**, v.30, p. 114-127, 2013.

ARTEAU, M.; LABRIE, S.; ROY, D. Terminal-restriction fragment length polymorphism and automated ribosomal intergenic spacer analysis profiling of fungal communities in Camembert cheese. **International Dairy Journal**, v. 20, p. 545-554, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **Análise sensorial dos alimentos e bebidas: terminologia**. 1993. 8 p.

BAS, D.; BOYACI, I. H. Modeling and optimization i: Usability of response surface methodology. **Journal of Food Engineering**, v. 78, p. 836-845, 2007.

BERESFORD, T. P.; FITZSIMONS, N. A.; BRENNAN, N. L.; COGAN, T. M. Recent advances in cheese microbiology. **International Dairy Journal**, v. 11, p. 259-274, 2001.

BEZERRA, M. A.; SANTELLI, R. E.; OLIVEIRA, E. P.; VILLAR, L. S.; ESCALEIRA, L. A. Response surface methodology (RSM) as a tool for optimization in analytical chemistry. **Talanta**, v. 76, p. 965-977, 2008.

BLACK, G.J. **Microbiologia: Fundamentos e Perspectivas**. 4.ed. Rio de Janeiro: Guanabara,2002.

BOCKELMANN, W.; PORTIUS, S.; LICK, S.; HELLER, K. J. Sporulation of penicillium camemberti in submerged batch culture. **Systematic and Applied Microbiology**, v. 22, p. 479-485, 1999.

BODDY, R.; SMITH, G. Central Composite Designs. **Effective Experimentation**, 2011.

BOUALEM, K.; LABRIE, S.; GERVAIS, P.; WACHÉ, Y.; CAVIN, J. F. Conidiation of *Penicillium camemberti* in submerged liquid cultures is dependent on the nitrogen source. **Biotechnology Letters**, v. 38, n. 2, p. 329–335, 2016.

BOUAMRA-MECHEMACHE, Z.; CHAABAN, J. Determinants of adoption of protected designation of origin label : evidence from the french Brie cheese industry. **Journal of Agricultural Economics**, v. 61, n. 2, p. 225–239, 2010.

BOURDICHON, F.; CASAREGOLA, S.; FARROKH, C.; FRISVAD, J. C.; GERDS, M. L.; HAMMES, W. P.; HARNETT, J.; HUYS, G.; LAULUND, S.; OUWEHAND, A.; POWELL, I. B.; PRAJAPATI, J. B.; SETO, Y.; SCHURE, E. T.; BOVEN, A. V.; VANKERCKHOVEN, V.; ZGODA, A.; TUIJTELAARS, S.; HANSEN, E. B. Food microbiology food fermentations : microorganisms with technological beneficial use. **International Journal of Food Microbiology**, v. 154, n. 3, p. 87–97, 2012.

BOUTROU, R.; MOLLÉ, D.; LÉONIL, J. Action of the lactococcal proteinase during Camembert- type curd making. **International Dairy Journal**. v. 11, p. 347-354, 2001.

BRADLEY, N. **The Response Surface Methodology**. 2007. 84f. Doctoral dissertation, **Indiana University of South Bend**, 2007.

BRASIL. Instrução Normativa nº 76, de 26 de novembro de 2018. Regulamentos Técnicos que fixam a identidade e as características de qualidade que devem apresentar o leite cru refrigerado, leite pasteurizado e I leite pasteurizado tipo A. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF. 30 nov. 2018.

BRASIL. Instrução Normativa nº 77, de 26 de novembro de 2018. Procedimentos para a produção, acondicionamento, conservação, transporte, seleção e recepção do leite cru em estabelecimentos registrados no serviço de inspeção oficial. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF. 30 nov. 2018.

Brasil. Sistema de Informações do Serviço de Inspeção Federal - SIGSIF. **Ministério da Agricultura, Abastecimento e da Reforma Agrária**, 2017.

BRASIL. Portaria Nº 146, de 07 de março de 1996. Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade dos Produtos Lácteos. Ministério da Agricultura do Abastecimento e da Reforma Agrária. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF. 11 mar 1996.

BURGE, H. A. Classification of the Fungi. **Clinical Reviews in Allergy**, v. 10, p. 153-163, 1992.

CHAPAVAL, L.; PIEKARSKI, P. R. B. **Leite de Qualidade: Manejo Reprodutivo, Nutricional e Sanitário**. Viçosa, MG, Editora Aprenda fácil, 2000.

DELAHUNTY, C. M.; DRAKE, M. A. Sensory character of cheese and its evaluation. In: FOX, P. F.; McSWEENEY, P. L. H.; COGAN, T. M.; GUINEE, T. P. **Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology**, v. 1, p. 455-487, 2004.

DOOLEY, L.; LEE, Y. SEUNG; MEULLENET, J. F. The application of check-all-that-apply (CATA) consumer profiling to preference mapping of vanilla ice cream and its comparison to classical external preference mapping. **Food Quality and Preference**, v. 21, n. 4, p. 394-401, 2010.

FERREIRA, V. L. P.; ALMEIDA, T. C. A.; PETTINELLI, M. C. V.; SILVA, M. A. P.; CHAVES, J. B. P.; BARBOSA, E. M. M. **Análise sensorial: Testes Discriminativos e Afetivos**. Campinas: SBCTA, 2000.

FOX, P. F.; COGAN, T. M. Factors that Affect the Quality. In: FOX, P. F.; McSWEENEY, P. L. H.; COGAN, T. M.; GUINEE, T. P.; **Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology - Volume 1: General Aspects**. 3 ed. London: Chapman & Hall, 2004.

FOX, P. F.; GUINEE, T. P.; COGAN, T. M.; McSWEENEY, P. L. H. **Fundamentals of Cheese Science**, Second edition, 2017.

FRANCE. Décrets, arrêtés, circulaires. Décret du 18 aout 1980. Relatif à l'appellation d'origine contrôlée « *Brie de Melun* ». Ministère de L'Agriculture et de La Pêche. **Journal Officiel de La Republique Française**. France, 1980.

FRANCE. Décrets, arrêtés, circulaires. Décret du 29 décembre 1986. Relatif à l'appellation d'origine contrôlée « *Brie de Meaux* ». Ministère de L'Agriculture et de La Pêche. **Journal Officiel de La Republique Française**. France, 1986.

FRANCE. Décrets, arrêtés, circulaires. Décret n° 2008-984 du 18 septembre 2008. Relatif à l'appellation d'origine contrôlée « *Camembert de Normandie* ». Ministère de L'Agriculture et de La Pêche. **Journal Officiel de La Republique Française**. France, 2008.

FRANCO, B. D. G.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos Alimentos**. São Paulo, SP, Editora Atheneu. 196p, 2008.

GACULA, M.; RUTENBECK, S.; POLLACK, L.; RESURRECCION, A. V. A.; MOSKOWITZ, H. R. The just-about-right intensity scale: Functional analyses and relation to hedonics. **Journal of Sensory Studies**, v.22, n. 2, p. 194-211, 2007.

GALLI, B. D.; MARTIN, J. G. P.; DA SILVA, P. P. M.; 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, 2016.

GANGULY, S.; PADHY, A.; SAHOO, S.; GARG, S. L.; WAKCHAURE, R.; PRAVEEN, P. K.; PARA, P. A.; MAHAJAN, T.; QADRI, K.; SHARMA, R. Antibigram of milk sample of a farm maintained dairy cow suffering from mastitis followed by its clinical recovery. **International Journal of Science**, v. 5, p. 148-151, 2016.

GARCIA, L. C.; TONON, R. V.; HUBINGER, M. D. Effect of homogenization pressure and oil load on the emulsion properties and the oil retention of microencapsulated Basil Essential Oil (*Ocimum basilicum L.*). **Drying Technology**, v. 30, n. 13, p. 1413-1421, 2012.

GILLOT, G.; DECOURCELLE, N.; DAUER, G.; BARBIER, G.; COTON, E.; DELMAIL, D.; MOUNIER, J. 1-Octanol, a self-inhibitor of spore germination in *Penicillium camemberti*. **Food Microbiology**, v. 57, p. 1-7, 2016.

GIRALDO, J.; ALTHAUS, R. L.; BELTRÁN, M. C.; MOLINA, M. P. Antimicrobial activity in cheese whey as an indicator of antibiotic drug transfer from goat milk. **International Dairy Journal**, v. 69, p. 40-44, 2017.

HARBUTT, J. **O livro do queijo**. Ed. São Paulo: Globo, 2010.

HUTKINS, R. W. **Microbiology and Technology of Fermented Foods**, Second edition, 624p, 2007.

IBGE. Estatística da produção pecuária. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**, 2016.

JAEGER, S. R.; BERESFORD, M. K.; PAISLEY, A. G.; ANTÚNEZ, L.; VIDAL, L.; CADENA, R. S.; GIMÉNEZ, A.; ARES, G. Check-all-that-apply (CATA) questions for sensory product characterization by consumers: Investigations into the number of terms used in CATA questions. **Food Quality and Preference**, v. 42, p. 154-164, 2015.

JORGE, E. DA C.; MENDES, A. C. G.; AURIEMA, B. E.; CAZEDEY, H. P.; FONTES, P. P.; RAMOS, A. L. S.; RAMOS, E. M. Application of a check-all-that-apply question for evaluating and characterizing meat products. **Meat Science**, v.100, p. 124-133, 2015.

JUDACEWSKI, P.; LOS, P. R.; BENVENUTTI, L.; ALBERTI, AL.; SIMÕES, D. R. S.; 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, 2016.

KLEIJNEN, J. P. C. Response surface methodology. **International Series in Operations Research and Management Science**, 2015.

KRASNIEWSKI, I.; MOLIMARD, P.; FERON, G.; VERGOINGNAN, C.; DURAND, A.; CAVIN, J. F.; COTTON, P. Impact of solid medium composition on the conidiation in *Penicillium camemberti*. **Process Biochemistry**, v. 41, n. 6, p. 1318-1324, 2006.

KRULL, R.; WUCHERPFENNIG, T.; ESFANDABADI, M. E.; WALISKO, R.; MELZER, G.; HEMPEL, D. C.; KAMPEN, I.; KWAVE, A.; WITTMANN, C. Characterization and control of fungal morphology for improved production performance in biotechnology. **Journal of Biotechnology**, v. 163, n. 2, p. 112-123, 2013.

LANGONI, H.; CALLEFE, J. L. R. Qualidade do leite: uma meta a ser atingida. **Veterinária e Zootecnia**, v. 22, n. 2, p. 151-162, 2015.

LECLERCQ-PERLAT, M.-N.; SICARD, M.; PERROT, N.; TRELEA I. C. PICQUE, D.; CORRIEU, G. Temperature and relative humidity influence the ripening descriptors of Camembert-type cheeses throughout ripening. **Journal of Dairy Science**, v. 98, n. 2, p. 1325–1335, 2015. Elsevier.

LECLERCQ-PERLAT, M. N. Cheese: Camembert, Brie, and Related Varieties. **Encyclopedia of Dairy Sciences**, Second Edition. p.773–782, 2011.

LECLERCQ-PERLAT, M. N.; BUONO, F.; LAMBERT, D.; LATRILLE, E.; SPINLER, H. E.; CORRIEU, G. Controlled production of Camembert-type cheeses. Part I: Microbiological and physicochemical evolutions. **Journal of Dairy Research**, v. 71, n. 3, p. 346–354, 2004.

LEITE, Z. T.; VAITSMAN, D. S.; DUTRA, P. B.; GUEDES, A. Leite e alguns de seus derivados- da antiguidade à atualidade. **Química Nova**, v.29, n. 4, p. 876-880, 2006.

LI, N.; RICHOUX, R.; LECONTE, N.; BEVILACQUA, C. MAILLARD, M. B.; PARAYRE, S.; FROGERAIS, L. A.; WARLOUZEL, J.; LECAIR, E. M.; DENIS, C.; MARTIN, P.; GAGNAIRE, V. Somatic cell recovery by microfiltration technologies: A novel strategy

to study the actual impact of somatic cells on cheese matrix. **International Dairy Journal**, v. 65, p. 5-13, 2017.

MANFRIN SCABIN, K. E.; KOZUSNY-ANDREANI, D. I.; RODRIGUES FRIAS, D. F. Microbiological quality of milk in nature during the process of obtaining and after cooling. **CES Medicina Veterinaria y Zootecnia**, v.7, n. 1, p. 11-21, 2012.

MATEUS, N. B.; BARBIN, D.; CONAGIN, A. Viabilidade de uso do delineamento composto central. **Acta Scientiarum. Technology**, v. 23, p. 1537- 1546, 2001.

McSWEENEY, P. L. H. Biochemistry of cheese ripening: introduction and overview. **Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology**, Fourth Edition, 2017.

MONNET, C.; LANDAUD, S.; BONNARME, P.; SWENNEN, D. Growth and adaptation of microorganisms on the cheese surface. **FEMS Microbiology Letters**, v. 362, n. 1, p. 1–9, 2015.

MURPHY, S. C.; MARTIN, N. H.; BARBANO, D. M.; WIEDMANN, M. Influence of raw milk quality on processed dairy products: How do raw milk quality test results relate to product quality and yield? **Journal of Dairy Science**, v. 99, n. 12, p. 10128-10149, 2016.

O'CONNELL, J. E.; SARACINO, P.; HUPPERTZ, T.; UNIAKE, T.; KRUIF., KELLY, A. L. FOX, P. F. Influence of ethanol on the rennet-induced coagulation of milk. **Journal of Dairy Research**, v. 73, n. 3, p. 312-317, 2006.

ORDÓÑEZ, J. A.; RODRIGUEZ, M. I.; ÁLVAREZ, L. F.; SANZ, M. L.; MINGUILLÓN, G. G.; PERALES, L. H.; CORTECERO, M. **Tecnologia de Alimentos**. Porto Alegre, RS, Editora Artmed, 2005.

PEDRÃO, M. R.; CORO, F. A. G. Análise sensorial e sua importância na pesquisa de alimentos. **UNOPAR**. v. 1, p. 85-89, 1999.

PEREDA, J. A.; RODRÍGUEZ, M. I.; ÁLVAREZ, L. F. **Tecnologia de Alimentos: Alimentos e origem animal**. Artemed, 2005.

PEREIRA, J. C. **Vacas Leiteiras: Aspectos Práticos da Alimentação**. Viçosa. MG, Editora Aprenda fácil, 2000.

RASSOLY, R.; DO, P. M. *Clostridium botulinum* neurotoxin type B is heat-stable in milk and not inactivated by pasteurization. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v. 58, n. 23, p. 12557- 12561, 2010.

REZENDE, M. A morfologia e classificação dos fungos. IN: **Microbiologia Média do Curso de Graduação de Medicina**. UFMG. Minas Gerais, 2006.

PLAEHN, D.; HORNE, J. A regression-based approach for testing significance of “just-about-right” variable penalties. **Food Quality and Preference**, v. 19, n. 1, p. 21-32, 2008.

POMBO, A. F. W.; LIMA, A. Extensão e profundidade de proteólise em queijo Minas Frescal. **Instituto Laticínio Candido Tostes**, v. 44, p. 50-54, 1989.

PRETTO, D.; MARCHI, M. DE; PENASA, M.; CASSANDRO, M. Effect of milk composition and coagulation traits on Grana Padano cheese yield under field conditions. **Journal of Dairy Research**, v. 80, n. 1, p. 1-5, 2013.

- SATO, R. T.; VIEIRA, A. T. B.; CAMISA, J.; VIANNA, P. C. B.; DE RENSIS, C. M. V. B. Assessment of proteolysis and sensory characteristics of Prato cheese with adjunct culture. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, p. 3143–3152, 2012.
- SILVA, J. C. P.M., VELOSO, C.M. **Manejo para maior qualidade do leite**. Viçosa. MG, Editora Aprenda Fácil, 2011.
- SINGH, H. Heat stability of milk. **International Journal of Dairy Technology**, v. 57, p. 111-119, 2004.
- SOUSA, M. J.; ARDÖ, Y.; MCSWEENEY, P. L. H. Advances in the study of proteolysis during cheese ripening. **International Dairy Journal**, v. 11, p. 327-345, 2001.
- SPINNLER, H.E., LECLERCQ-PERLAT, M. N. White mould cheese. In: P. L. McSweeney (Org.); **Cheese Problems Solved**. 1st ed, p.268–283, 2007.
- SPINNLER, H. E.; GRIPON, J. C. Surface Mould-ripened Cheeses. In: FOX, P. F.; MCSWEENEY, P. L. H.; COGAN, T. M.; GUINEE, T. P. **Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology** - Volume 2: Major Cheese Groups. 3 ed. London: Chapman & Hall, 2004.
- STEFANOWICZ, P. Acceptance testing, **Sensory evaluation of food principles and practices**, Second edition, 2013.
- TEIXEIRA, L. V. Análise sensorial na indústria de alimentos. **Instituto de Laticínio “Cândido Tostes”**, v. 64, p. 12-21, 2009.
- VARELA, P.; ARES, G. Sensory profiling, the blurred line between sensory and consumer science. A review of novel methods for product characterization. **Food Research International**, v. 48, n. 2, p. 893-908, 2012.
- VIANNA, P. C. B.; MAZAL, G.; SANTOS, M. V.; BOLINI, H. M. A.; GIGANTE, M. L. Microbial and sensory changes throughout the ripening of Prato cheese made from milk with different levels of somatic cells. **Journal of Dairy Science**, v. 91, n. 5, p. 1743-1750, 2008.
- WALSH, E. M.; MCSWEENEY, P. L. H.; FOX, P. F. Use of antibiotics to inhibit non-starter lactic acid bacteria in cheddar cheese. **Dairy Journal**, v. 6, p. 425- 431, 1996.
- YOLMEH, M.; JAFARI, S. M. Applications of response surface methodology in the food industry processes. **Food and Bioprocess Technology**, v. 10, n. 3, p. 413-433, 2017.
- ZANELA, M. B.; FISCHER, V.; RIBEIRO, M. E. R.; et al. Leite instável não-ácido e composição do leite de vacas Jersey sob restrição alimentar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 5, p. 835-840, 2006.

CAPÍTULO II: PERCEPÇÕES DOS CONSUMIDORES BRASILEIROS SOBRE QUEIJOS MATURADOS COM MOFO BRANCO UTILIZANDO ASSOCIAÇÃO DE PALAVRAS LIVRES

JUDACEWSKI, P.; LOS, P. R.; LIMA, L. S.; ALBERTI, A.; ZIELINSKI, A. A. F.; NOGUEIRA, A. Perceptions of Brazilian consumers regarding white mould surface-ripened cheese using free word association. **International Journal of Dairy Technology**, v. 72, n. 4, p. 485- 490, 2019.

RESUMO

O objetivo deste estudo foi compreender as percepções e/ou escolhas dos consumidores brasileiros em relação aos queijos maturados com mofo branco, utilizando o método de associação de palavras livres. Participaram do estudo 408 voluntários das cinco regiões brasileiras. Os voluntários foram classificados quanto seu consumo, sendo consumidores frequentes (60,5%), ocasionais (16,2%) e não consumidores (23,3%) de queijos maturados com mofo branco. As palavras foram validadas e divididas em quinze categorias: sentimentos positivos; sentimentos negativos; textura; sabor/gosto; aroma; aparência; localização; ocasião; nacional; importado; papel; plástico; metal; formato; e desconhecido. Estes foram então subdivididos em seis dimensões (atitudes e sentimentos; sensoriais; consumo; regiões; embalagem; e desconhecidos). A frequência mencionada nessas categorias foi avaliada pelo teste de qui-quadrado. Um total de 350 palavras foram utilizadas para descrever as percepções dessa classe de queijos. Os voluntários definiram esse tipo de queijo com palavras "alta qualidade", "agradável", "bonito", "aroma de amônia e leite", "textura macia e cremosa", "sabor suave", "aparência aveludada". As percepções do grupo de não consumidores desse tipo de queijo eram de um queijo "caro", "diferente" e "desconhecido". A técnica de associação livre de palavras foi eficiente em fornecer resultados que podem ajudar a ajustar protocolos, a fim de fornecer aos consumidores as qualidades esperadas para esse tipo de queijo.

Palavras chaves: Consumo de queijo, atitude e sentimento, características sensoriais, percepção do consumidor.

ABSTRACT

The aim of this study was to understand the perceptions and/or choices of Brazilian consumers regarding white mould surface-ripened cheeses using the free word association method. A total of 408 volunteers from five Brazilian regions participated in the study. The volunteers were classified as either frequent (60,5%), occasional (16,2%) or non-consumers (23,3%) of white mould surface-ripened cheese. The words were evaluated by inductive coding and were divided into the following fifteen categories: positive feelings; negative feelings; texture; flavour/taste; aroma; appearance; location; occasion; national; imported; paper; plastic; metal; format; and unknown. These were then sub-divided into six dimensions (attitudes and feelings; sensory; consumption; regions; packaging; and unknown). The frequency that these categories were mentioned was evaluated using the chi-square test. A total of 350 words were used to describe the perceptions of this cheese class. The volunteers

defined this cheese class using the words 'high quality', 'nice', 'beautiful', 'ammonia/milk aroma', 'soft and creamy texture', 'mild flavour' and 'velvety appearance'. The volunteers considered that this type of cheese would generally be consumed at home or in restaurants, in colder regions of Brazil and with friends or at social gatherings. The perceptions of the group of non-consumers of this type of cheese were that it was "expensive", "different" and "unknown". The free word association technique was efficient in providing results that can help to adjust protocols in order to provide consumers with the qualities that are expected for this type of cheese.

Keywords: Attitude and feeling, cheese consumption, consumer perception, sensory characteristic.

2.1 INTRODUÇÃO

Os avanços na tecnologia da fabricação de queijos são impulsionados pela demanda por qualidade. Os avanços incluem a qualidade do leite, desenvolvimento de culturas lácticas e coalhos, assim como equipamentos e automação (JOHNSON, 2017). No entanto, poucas inovações tecnológicas foram desenvolvidas com queijos maturados com mofo branco. No Brasil, esse tipo de queijo se tornou mais popular no início do século XXI. A produção nacional apresenta aumento a cada ano, atingindo 3.289 toneladas, composta por queijo tipo Brie (72 %) e tipo Camembert (28%) (BRASIL, 2017).

Esses queijos são recobertos com um micélio branco, produzido por *Penicillium camemberti*, responsável por reações químicas que ocorrem durante o crescimento e maturação dos queijos (KUMURA *et al.*, 2019). Essas reações são responsáveis pelas características típicas de aparência, sabor e aroma do queijo (SPINNLER; GRIPON, 2004).

No entanto, a composição do leite (MICHALSKI *et al.*, 2003), tratamento térmico do leite, culturas primárias (GALLI *et al.*, 2016; JUDACEWSKI *et al.*, 2016), tecnologia empregada (BATTY *et al.*, 2019), período e condições de maturação, também podem influenciar as características sensoriais desse tipo de queijo (LECLERCQ-PERLAT *et al.*, 2015).

A decisão de consumir queijos maturados com mofo branco é um processo complexo que envolve fatores sensoriais e não sensoriais (ARES; DELIZA, 2010a). Pesquisas qualitativas buscam compreender as motivações e percepções do comportamento do consumidor no campo da ciência alimentar (JERVIS; DRAKE,

2014). Técnicas projetivas usam um estímulo, onde voluntários projetam seus sentimentos e crenças conscientemente e inconscientemente (GAMBARO, 2018).

Técnicas aplicadas no campo da psicologia estão sendo cada vez mais utilizadas e aplicadas em alimentos, a fim de compreender as percepções e escolhas dos consumidores. Essas técnicas foram utilizadas com consumidores e não consumidores de bebidas de leite fermentado e iogurtes (ESMERINO *et al.*, 2017; PINTO *et al.*, 2018), queijo Cheddar (SPEIGHT *et al.*, 2019), água mineral engarrafada (PACHECO *et al.*, 2018) e carne de cordeiro (ANDRADE *et al.*, 2016).

Associação de palavras livres é uma técnica projetiva, com uma abordagem não invasiva, que acessa as partes conscientes e inconscientes da mente de um indivíduo expressando espontaneamente os primeiros pensamentos, imagens e/ou sentimentos que vêm à mente (ARES; DELIZA, 2010b; VIDAL *et al.*, 2013). Os dados podem ser coletados rapidamente, alcançando um grande número de pessoas, com tarefas que podem ser realizadas utilizando a internet (ELDESOUKY *et al.*, 2015). Os consumidores recebem um estímulo, como uma lista de palavras, figuras, frases ou perguntas, que estão associadas às questões levantadas por pesquisadores (VIDAL *et al.*, 2013).

A técnica de associação de palavras abrange uma ampla citação de termos que ajudam a descrever a expectativa dos consumidores de um determinado produto (ELDESOUKY *et al.*, 2015). Os resultados obtidos por esse método podem ser utilizados para reformular ou desenvolver novos produtos (SOARES *et al.*, 2017). Desta forma, o objetivo deste estudo foi avaliar as percepções dos consumidores brasileiros sobre queijos maturados com mofo branco utilizando a técnica de associação de palavras livres.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

2.2.1 Voluntários

A amostra mínima de voluntários (385) utilizada para estimar a percepção dos consumidores brasileiros em relação aos queijos maturados por mofo branco, foi calculada de acordo com Levin (1987), considerando um total de 206.061.204 habitantes (IBGE, 2016) com 50% de heterogeneidade, assumindo 5% como margem de erro e intervalo de confiança de 95%. Ao todo, 408 voluntários das cinco regiões

brasileiras (centro-oeste, sul, sudeste, norte e nordeste) foram selecionados de acordo com a disponibilidade. Esses voluntários não precisavam necessariamente ser consumidores desse tipo de queijo.

2.2.2 Associação de Palavras

O questionário foi elaborado na plataforma *Google Forms*, após aprovação pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade Estadual de Ponta Grossa, Paraná, Brasil (projeto número 84057918.4.0000.0105). Os voluntários acessaram o questionário via e-mail e redes sociais. O questionário foi dividido em três fases. Na primeira fase, os voluntários responderam a questões sociodemográficas (região do Brasil onde moravam, gênero, idade, escolaridade e renda mensal). Na segunda fase, os voluntários responderam perguntas sobre a frequência com que consumiam queijo maturado com mofo branco. Dependendo da resposta desta pergunta, os voluntários foram divididos em três grupos: consumidores frequentes (consumo pelo menos uma vez por mês / pelo menos uma vez por semana / todos os dias ou quase todos os dias); consumidores ocasionais (consumo algumas vezes ao ano); e não consumidores. Na terceira fase do questionário, os voluntários concluíram a tarefa de associação de palavras. No cabeçalho do questionário, havia uma fotografia do queijo maturado com mofo branco. Para extrair o máximo de palavras possível, foi solicitado aos voluntários que anotassem suas primeiras palavras, imagens, associações, sentimentos ou pensamentos (ANDRADE *et al.*, 2016; SOARES *et al.*, 2017) em relação à impressão geral, sabor, textura, tipo de consumo e tipo de embalagem de queijo maturado com mofo branco.

2.2.3 Análise dos dados

Cada questionário respondido foi verificado na plataforma *Google Forms*, e todas as palavras foram validadas e consideradas para análise dos dados. Devido ao alto número de respostas obtidas, as palavras mais relevantes associadas ao produto, receberam uma abordagem diferente para a análise dos dados. O método de triangulação foi utilizado para estabelecer uma tabela de contingência da frequência de cada categoria, seguido pelo teste qui-quadrado, o qual permite identificar as diferenças significativas entre as categorias (SYMONEAUX *et al.*, 2012).

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

2.3.1 Questões sociodemográficas e frequência de consumo

Um total de 408 voluntários das cinco regiões brasileiras (57,1% sul; 17% sudeste; 19,6 % nordeste; 3,7% centro-oeste; 2,6% norte) participaram da pesquisa. Dos voluntários que responderam o questionário, 75% são do gênero feminino e 25% do gênero masculino, com idade entre 16 a 32 anos (59,3%); 33 a 49 anos (31,6%); 50 a 65 anos (8,7%), e acima de 65 anos (0,4%), com grau de instrução de pós-graduação (68%), ensino superior completo (18%), ensino superior incompleto (12%). Considerando o salário mínimo (em 2019) de R\$ 998,00, 24,9% dos voluntários, apresentam renda mensal de dois a cinco salários mínimos, 22,7% mais de dez salários mínimos, 19,5% entre cinco a dez salários mínimos, 18% apresentavam renda de até dois salários mínimos, 8,7% não apresentam renda.

Os voluntários foram classificados quanto a frequência de consumo de queijo maturado com mofo branco (Tabela 2.1). Um total de 60,5% dos voluntários foram classificados como consumidores ocasionais, 16,2% como consumidores frequentes e 23,3% afirmaram não consumir queijo maturado com mofo branco.

As variáveis sociodemográficas utilizadas neste estudo possibilitaram estimar diferentes padrões de preferência do consumidor em relação à estrutura familiar e comportamento de compra (ELDESOUKY *et al.*, 2015). No Brasil, existe uma diversidade de alimentos de norte a sul, que é influenciada por grupos étnicos que emigraram para o Brasil, contribuindo para a formação de diferentes tradições culturais regionais, técnicas culinárias, aromas e práticas culinárias (SHINOHARA *et al.*, 2015). As regiões sul, sudeste e centro-oeste apresentam semelhanças culturais, influenciadas principalmente por imigrantes europeus. Por outro lado, as regiões norte e nordeste foram influenciadas principalmente por portugueses, africanos e indígenas (SONATI *et al.*, 2009).

Tabela 2.1- Questões sociodemográficas para voluntários brasileiros quanto à frequência de consumo de queijo maturado com mofo branco.

	% Voluntários (n: 408)		
	Consumidores frequentes	Consumidores ocasionais	Não consomem
Região de habitação			
Centro Oeste	0,2	2,0	1,5
Sul	13,0	37,0	7,1
Sudeste	2,0	11,0	4,0
Norte	0,3	2,0	0,3
Nordeste	1,8	8,2	9,6
Gênero			
Feminino	13,0	46,0	16,0
Masculino	5,0	13,0	7,0
Idade			
18 a 32 anos	5,1	35,9	18,3
33 a 49 anos	7,4	20,1	4,1
50 a 65 anos	3,0	5,1	0,6
Acima de 65 anos	0,2	0,2	0
Escolaridade			
Fundamental completo	0	0,4	0,4
Médio completo	0,4	0	0,4
Superior completo	11,0	3,0	4,0
Superior incompleto	5,4	0,5	6,0
Pós-Graduação	44,0	12,0	12,0
Não estudou	0	0,5	0
Renda			
Até 2 salários*	0,6	10,0	7,4
2 a 5 salários	2,5	18,0	4,4
5 a 10 salários	5,0	12,0	2,5
>10 salários	7,0	13,0	2,7
Sem salário	0,7	3,8	4,2
Não respondeu	0,7	4,3	1,2

Nota: *Salário mínimo com valor de R\$ 998,00.

O grupo de consumidores frequentes de queijo maturado com mofo branco, apresentou maior concentração na região sul do Brasil, sendo do gênero feminino, com idade entre 33 e 49 anos, estudantes de pós-graduação, e renda mensal superior a 10 salários mínimos (7%). O grupo de consumidores ocasionais também se concentrou na região sul do Brasil (37%), do gênero feminino (46%), entre 18 a 32 anos (35,9%), estudantes de pós graduação (12%) e renda mensal entre dois a cinco

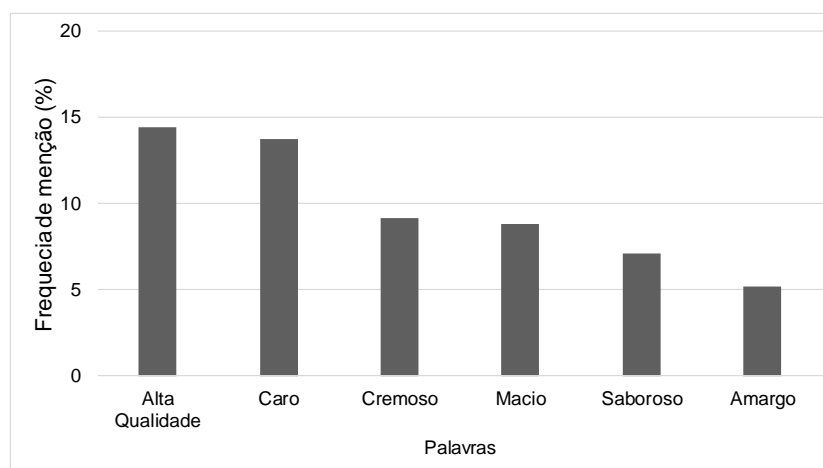
salários mínimos (18%). O grupo de não consumidores concentrou-se na região nordeste do Brasil (9,6%), do gênero feminino (16%), com idade entre 18 a 32 anos (18,3%), pós-graduandas (12%), com renda de até dois salários mínimos (7,4%) (Tabela 2.1).

2.3.2 Associação de palavras

Um total de 350 palavras foram descritas pelos voluntários. As primeiras palavras, imagens, associações, sentimentos ou pensamentos relatados pelos voluntários, foram relacionadas à impressão global, sabor, textura, forma de consumo e tipo específico de embalagem de queijo maturado com mofo branco. A utilização da técnica de associação de palavras pode ser aplicada na indústria, como uma estratégia de *marketing*, no desenvolvimento de novos produtos e na reformulação de produtos já existentes (PINTO *et al.*, 2018).

O grupo de consumidores ocasionais mencionaram 250 palavras, enquanto o grupo de consumidores frequentes e não consumidores, mencionaram 162 e 148 palavras, respectivamente. Considerando a impressão global dos três grupos de consumidores, as palavras mencionadas com mais frequência para descrever a percepção do queijo maturado com mofo branco e suas características sensoriais foram “alta qualidade”, “caro”, “cremoso” e “macio”, “saboroso” e “amargo” (Figura 2.1).

Figura 2.1 - Porcentagem da frequência das palavras mais citadas pelos voluntários em relação a impressão global de queijo maturado com mofo branco.



A percepção dos grupos de consumidores frequentes, ocasionais e não consumidores, apresentaram diferença significativa ($\chi^2:172,7$; $p < 0,0001$). As palavras mencionadas foram agrupadas em 15 categorias, e subdivididas em 6 dimensões: *atitude e sentimento, sensorial, consumo, região, embalagem e desconhecido*, como mostrado na Tabela 2.2.

A dimensão atitude e sentimento foi subdividida nas categorias de sentimentos positivos e negativos (Tabela 2.2). Os consumidores ocasionais mencionaram sentimentos positivos com mais frequência, sugerindo que o queijo é de "alta qualidade", "agradável" e "bonito". Qualidade é um conceito complexo, que envolve as percepções dos consumidores sobre as características dos produtos e os motivos que os levam a adquiri-los. Grunert *et al.* (2000) observaram que a descrição do teor de gordura de um queijo é considerada uma qualidade (característica do produto) por estar relacionada ao sabor (dimensão da qualidade), motivando a compra (proporcionando prazer). No entanto, o preço do produto também é um fator que pode vir a interferir na escolha do consumidor.

A maior frequência de menção de sentimentos negativos ocorreu no grupo de não consumidores, cujas percepções do queijo eram de um queijo 'caro', 'feio' e 'estranho' (Tabela 2.2). Essas percepções podem estar relacionadas à falta do hábito de consumir esse tipo de queijo e questões culturais (SOARES *et al.*, 2017). Esses resultados podem ser úteis para a indústria de laticínios, uma vez que essas percepções podem sugerir alternativas para transformá-las em percepções positivas para este tipo de queijo. O fato deste grupo ter a percepção de que o queijo maturado com mofo branco é "caro", pode representar uma barreira para aumento do consumo (ANDRADE *et al.*, 2016; SPEIGHT *et al.*, 2019).

Tabela 2.2- Percentual de frequência de palavras avaliadas por associação de palavras por consumidores frequentes, ocasionais e não consumidores de queijo maturado com mofo branco.

Dimensão	Categorias	Palavras individuais mais relevantes	Frequência de Menção (%)		
			Consumidores Frequentes	Consumidores Ocasionais	Não Consumidores
Atitudes e Sentimentos	Sentimentos positivos	Alta qualidade, agradável, bonito	32	131	24 (-)*
	Sentimentos negativos	Caro, feio, estranho	4 (-)*	23 (-)***	28 (+)***
Características Sensoriais	Textura Sabor/ Gosto	Macio, cremosos Amônia, leite, manteiga	37 13 (-)*	118 94 (+)**	16 (+)*** 13 (-)*
	Aroma	Cogumelo, estábulo	5	15	2
	Aparência	Casca aveludada, branca, bonita	10	62 (+)*	8 (-)*
	Localização	Casa, restaurante, regiões frias Com amigos, reuniões sociais, acompanhado com vinho	18	73	17
Consumo	Ocasão		4	23	4
Região	Nacional	Brasil, Minas Gerais, Sudeste	14	39	17
	Importado	França, Europa	7	22	5
Embalagem	Papel	Papel cartão Filme plástico, transparente, plástico	10 (+)*	19	1 (-)**
	Plástico		8	17 (-)*	11
	Metal	Lata, alumínio, laminado Redondo, fracionado, triângulo	4	5 (-)*	4
	Formato		3	9	2
Desconhecido	Desconhecido	Diferente, desconhecido	2 (-)***	17 (-)***	35 (+)***

Nota: efeito qui-quadrado por célula (+) ou (-) indica que o valor observado foi maior ou menor que o valor teórico esperado. $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

A dimensão sensorial incluiu as categorias de textura, sabor/gosto, aroma e aparência. O queijo maturado com mofo branco foi descrito como um queijo de textura macia e cremosa, com sabor suave, aroma de amônia/leite e aparência aveludada (Tabela 2.2). Essas características foram diversas vezes mencionadas, sugerindo que os consumidores esperam uma padronização dos produtos, os quais devem apresentar sempre as mesmas características (SOARES *et al.*, 2017).

Na categoria sabor/gosto, os consumidores ocasionais mencionaram a maior contagem de palavras (Tabela 2.2). Embora o sabor suave seja um atributo mais

esperado neste tipo de queijo, os atributos de gosto amargo e sabor de amônia foram diversamente mencionados nos três grupos de consumidores.

Sabor, gosto, aroma e aparência são percepções determinantes na escolha e aceitação de um produto alimentício. Além da textura, essas características em queijos são mais evidentes após o período de maturação. Os aromas de "cogumelo" e "estábulo" foram os mais citados pelos três grupos de consumidores. O aroma característico deste queijo é devido à atividade proteolítica e lipolítica causada pela presença do mofo branco na superfície, o qual é responsável pela liberação de compostos de baixo peso molecular (GALLI *et al.*, 2016). As palavras "aparência aveludada", "crosta branca" e "bonita" presentes na categoria de aparência (Tabela 2.2) são decorrentes do crescimento do mofo branco na superfície do queijo (SPINNLER; GRIPON, 2004).

Esse tipo de queijo é consumido com mais frequência em casa ou em restaurantes, em regiões mais frias do Brasil, com amigos ou em reuniões sociais e, geralmente, harmonizado com vinho (Tabela 2.2). Essas palavras se referem às características positivas associadas ao consumo de queijo maturado com mofo branco em momentos felizes e especiais. A técnica de associação de palavras pode ser utilizada em pesquisa de mercado e também no *marketing* de produtos (VIDAL *et al.*, 2013).

A dimensão região incluiu as categorias nacional e importada. O queijo maturado com mofo branco apresentou percepção pelos três grupos de consumidores, como sendo um queijo produzido e comercializado principalmente na região sul ou sudeste do Brasil (Minas Gerais, estado mais mencionado) e/ou importado de países como a França (Tabela 2.2). Essas percepções podem estar associadas ao fato de que a maior parte da produção de leite no Brasil está no sul e sudeste do país. O fato dos três grupos de consumidores mencionarem a importação desse tipo de queijo de países como a França, está ligado ao perfil de mercado de queijos com denominação de origem protegida, como Camembert, Brie de Meaux e Melun (FACTORS, 2010).

A decisão de comprar um produto pode ser influenciada por vários aspectos, incluindo o tipo de embalagem (ELDESOUKY *et al.*, 2015). A dimensão da embalagem incluiu as categorias de papel, plástico e metal. Embalagens de papel e plástico, de formato arredondado, dispostas em pedaços fracionados, foram os termos mais mencionados (Tabela 2.2). A primeira impressão e interesse do consumidor é

desempenhada pelo formato e cor da embalagem a qual o alimento é inserido (ARES; DELIZA, 2010b). Eldesouky *et al.* (2015) utilizaram a técnica de associação de palavras e descobriram que os consumidores de queijo esperam uma embalagem de material seguro, fácil de abrir e transparente, facilitando a visualização do queijo.

2.4. CONCLUSÃO

O uso da técnica de associação de palavras possibilitou avaliar as percepções dos consumidores brasileiros (e não consumidores) em relação ao queijo maturado com mofo branco. Essas palavras são influenciadas pelos grupos étnicos que emigraram ao Brasil e contribuíram para a diversidade de alimentos encontrados no país. Os voluntários definiram esse tipo de queijo como “alta qualidade”, “bom”, “bonito” e “macio”, com textura cremosa, sabor suave, aroma de amônia/leite e aparência aveludada. Além disso, as percepções dos grupos de consumidores eram de que esse tipo de queijo é consumido com maior frequência em casa ou em restaurantes, em regiões mais frias do Brasil, com amigos ou em reuniões sociais e, muitas vezes, acompanhado com vinho.

Também foi possível entender as percepções do grupo de não consumidores desse tipo de queijo. Eles o definiram como um queijo “caro”, “diferente” e “desconhecido”, destacando as percepções negativas desse grupo em relação às características do queijo maturado com mofo branco. Usando os resultados deste estudo, os fabricantes podem ajustar seus protocolos para fornecer as características esperadas pelos consumidores. Isso pode ajudar a desenvolver estratégias para fortalecer o consumo frequente e ocasional de queijo maturado com mofo branco e também para incentivar seu consumo por aqueles que não consomem este produto.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, J. C.; DE AGUIAR SOBRAL, L.; ARES, G.; DELIZA, R. Understanding consumers' perception of lamb meat using free word association. **Meat Science**, v. 117, p. 68–74, 2016.

ARES, G.; DELIZA, R. Identifying important package features of milk desserts using free listing and word association. **Food Quality and Preference**, v. 21, n. 6, p. 621–628, 2010a.

ARES, G.; DELIZA, R. Studying the influence of package shape and colour on

consumer expectations of milk desserts using word association and conjoint analysis. **Food Quality and Preference**, v. 21, n. 8, p. 930–937, 2010b.

BATTY, D.; WAITE-CUSIC, J.G.; MEUNIER-GODDIK, L. Influence of cheese-making recipes on the composition and characteristics of Camembert-type cheese. **Journal of Dairy Science**, v. 102, n.1,p. 1–13, 2019.

Brasil. Sistema de Informações do Serviço de Inspeção Federal - SIGSIF. **Ministério da Agricultura, Abastecimento e da Reforma Agrária**. Disponível em <http://sistemasweb.agricultura.gov.br/>.

ELDESOUKY, A.; PULIDO, A. F.; MESIAS, F. J. The role of packaging and presentation format in consumers' preferences for food: an application of projective techniques. **Journal of Sensory Studies**, v. 30, p. 360-369, 2015.

ESMERINO, E. A.; FERRAZ, J. P.; FILHO, E. R. T.; et al. Consumers' perceptions toward 3 different fermented dairy products: Insights from focus groups, word association, and projective mapping. **Journal of Dairy Science**,v. 100, p. 8849-8860, 2017.

Factors Q. **Codex standard for Camembert and Brie**, 1–5, 2010.

GALLI, B. D.; MARTIN, J. G. P.; DA SILVA, P. P. M.; 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, 2016.

GAMBARO, A. Projective techniques to study consumer perception of food. **Current Opinion in Food Science**, v. 21, p. 46-50, 2018.

GRUNERT, K. G.; BECH-LARSEN, T.; BRED AHL, L. Three issues in consumer quality perception and acceptance of dairy products. **International Dairy Journal**, v. 10, n. 8, p. 575–584, 2000.

GUERRERO, L.; CLARET, A.; VERBEKE, W.; ENDERLI, G.; ZAKOWSKA-BIEMANS, S.; VANHONACKER, F.; ISSANCHOU, S.; SAJDAKOWSKA, M.; GRANLI, B.S.; SCALVEDI, L.; CONTEL, M.; HERSLETH, M. Perception of traditional food products in six European regions using . **Food Quality and Preference**, v. 21, n. 2, p. 225–233, 2010.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Rio de Janeiro, 2016.

JERVIS, M. G.; DRAKE, M. A. The use of qualitative research methods in quantitative science: A review. **Journal of Sensory Studies**, v. 29, p. 234-247, 2014.

JOHNSON, M. E. A 100-Year Review: Cheese production and quality. **Journal of Dairy Science**, v. 100, p. 9952-9965, 2017.

JUDACEWSKI, P.; LOS, P. R.; BENVENUTTI, L.; et al. Quality assessment of white mold-ripened cheeses manufactured with different lactic cultures. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 96, p. 3831-3837, 2016.

KUMURA, H.; SATOH, M.; MACHIYA, T.; HOSONO, M.; HAYAKAWA, T.; WAKAMATSU, J. Lipase and protease production of dairy *Penicillium* sp. milk protein based solid substrates. **International Journal of Dairy Technology**, v. 72, p. 403–408, 2019.

LECLERCQ-PERLAT, M. N.; SICARD, M.; PERROT, N.; et al. Temperature and

relative humidity influence the ripening descriptors of Camembert-type cheeses throughout ripening. **Journal of Dairy Science**, v. 98, p. 1325-1335, 2015.

LEVIN, J. **Estatística Aplicada a Ciências Humanas**. 2 ed. São Paulo: Editora Harbra Ltda, 1987.

MICHALSKI, M.-C.; GASSI, J.-Y.; FAMELART, M.-H.; et al. The size of native milk fat globules affects physico-chemical and sensory properties of Camembert cheese. **Lait**, v. 83, p. 131–143, 2003.

PACHECO, M. H. S.; KURIYA, S. P.; CAPOBIANGO, C. S. C.; et al. Exploration of gender differences in bottled mineral water consumption: A projective study of consumer's perception in Brazil. **Journal of Sensory Studies**, v.33, p. 1234, 2018.

PINTO, L. DE P. F.; SILVA, H. L. A.; KURIYA, S. P.; et al. Understanding perceptions and beliefs about different types of fermented milks through the application of projective techniques: A case study using Haire's shopping list and free word association. **Journal of Sensory Studies**, v.33, p. 12326, 2018.

SHINOHARA, NEIDE K. S. SANTOS, MARÍLIA C. G. DOS; MEDEIROS, SELMA T. C.; PADILHA, MARIA DO R. DE F.; MATSUMOTO, M. Cultural importance of cheese type for Kingdom Pernambuco. **Holos**, v. 1, p. 62–71, 2015.

SOARES, E. K. B.; ESMERINO, E. A.; FERREIRA, M. V. S.; et al. What are the cultural effects on consumers' perceptions? A case study covering coalho cheese in the Brazilian northeast and southeast area using word association. **Food Research International**, v. 102, p. 553–558, 2017.

SONATI, J. G.; VILARTA, R.; SILVA, C. C. Influências culinárias e diversidade cultural da identidade brasileira: Imigração, regionalização e suas comidas. **Qualidade de Vida e Cultura Alimentar**, v. 1, p. 137–147, 2009.

SPEIGHT, K. C.; SCHIANO, A. N.; HARWOOD, W. S.; DRAKE, M. A. Consumer insights on prepackaged Cheddar cheese shreds using focus groups, conjoint analysis, and qualitative multivariate analysis. **Journal of Dairy Science**, v. 102, n. 6971-6986, 2019.

SPINNLER, H. E.; GRIPON, J. C. Surface mould-ripened cheeses. **Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology**, 2004.

SYMONEAUX, R.; GALMARINI, M. V.; MEHINAGIC, E. Comment analysis of consumer's likes and dislikes as an alternative tool to preference mapping. A case study on apples. **Food Quality and Preference**, v. 24, n. 1, p. 59–66, 2012.

VIDAL, L.; ARES, G.; GIMÉNEZ, A. Projective techniques to uncover consumer perception: Application of three methodologies to ready-to-eat salads. **Food Quality and Preference**, v. 28, n. 1, p. 1–7, 2013.

CAPÍTULO III: PRODUÇÃO E APLICAÇÃO DA SUSPENSÃO DE ESPOROS FRESCOS DE *Penicillium candidum* COMO INÓCULO SUPERFICIAL EM QUEIJO

RESUMO

Queijos maturados com mofo branco, apresentam aparência branca aveludada, proveniente do desenvolvimento do *Penicillium candidum* em sua superfície. O inóculo do *P. candidum* ocorre por aspersão de esporos dispersos em solução salina. Com objetivo de reduzir o tempo de recobrimento do micélio superficial, foram avaliados nutrientes para produção de esporos frescos de *P. candidum*, e sua aplicabilidade e avaliação na maturação em queijos. Para obtenção de esporos frescos, utilizando delineamento composto central, foi possível definir o meio de cultura em pH 6,6, e 12 % de solução de sais, obtendo uma contagem de $2,6 \times 10^5$ de esporos por placa de petri (diâmetro de 9 cm). Após obtenção de esporos frescos, dois lotes de queijos foram produzidos. No primeiro lote, foi inoculado uma suspensão de esporos frescos (QF), no segundo lote uma suspensão de esporos comerciais (QC), ambos maturados e avaliados durante 40 dias. Foi observado que os queijos QF, obtiveram menor tempo para fechamento do micélio superficial, apresentando no quinto dia de maturação índice de brancura (WI) ($p < 0,05$) de 75, enquanto para o queijo QC o micélio ficou perceptível no sétimo dia de maturação com o WI de 78. Os queijos QF também apresentaram maiores índices proteolíticos, quando comparados com os queijos QC. Após 40 dias de maturação os queijos QF e QC apresentaram diferença ($p < 0,05$) de 9%, 11% e 10% nas avaliações de índice de extensão, índice de profundidade e tirosina, respectivamente. A maior aceitação sensorial foi observada na amostra de queijo QF (81%), após 20 dias de maturação, seguido da amostra QC e QF com 20 e 30 dias de maturação ($p < 0,05$), respectivamente. Pela análise "Check all that apply" (CATA) as amostras QF 20 e 30 dias de maturação e QC 20 dias de maturação foram agrupadas e caracterizadas como queijos macios, de casca aveludada, cor amarelo claro e odor de manteiga. Desta forma, devido as características encontradas nas amostras de queijos QF com 20 e 30 dias de maturação, é favorável a utilização de esporos frescos de *P. candidum* como inóculo para queijos maturados com mofo branco.

Palavras chaves: conidiação; fatores de crescimento fúngico; índice de maturação; queijo tipo Camembert.

ABSTRACT

White mold-ripened cheeses have distinct sensory characteristics due to the growth and metabolism of *Penicillium candidum* on its surface. The inoculum of *P. candidum* occurs by spraying lyophilisates, dispersed in a saline solution. In spore production, the nutritional factors and the pH of the medium influence the confidentiality process. Between the germination of the spores and the closure of the superficial mycelium in the cheese, it takes approximately 10 to 12 days. During this period, cheeses are susceptible to contamination. In this way, the objective of the work was to optimize the production of a fresh spores of *P. candidum* in order to decrease the time of closing of the mycelium with out compromising the sensory quality of the cheeses made with commercial spores. The culture medium of the association of *P. candidum*, optimized the solution of minerals and pH. Two batches of cheese were used. In the

first, a suspension of fresh spores (QF) was inoculated, in the second, a suspension of commercial spores (QC). Maturation was monitored for 40 days. It was observed that QF, obtains a shorter closing time of the superficial mycelium, did not present a fifth day of whiteness maturation index (WI) ($p < 0.05$) of 75. Where as for QC, cheese or mycelium remained noticeable on the day of ripening with 78 WI. QF also showed higher levels of protection when compared to QCs. After 40 days of maturation in the QF and QC cases, a difference ($p < 0.05$) of 9%, 11% and 10% in the analysis of extension index, depth index and tyrosine, respectively. The greatest sensory acceptance was observed in the QF cheese sample (81%), after 20 days of maturation, followed by the QC and QF sample with 20 and 30 days of maturation ($p < 0.05$), respectively. By the analysis of the main components and “Check all that apply” (CATA), such as QF 20 and 30 days of maturation and QC 20 days of maturation were grouped and characterized as soft mallets, velvety peel, light yellow color and odor of butter. Thus, due to the characteristics presented in QF cheeses with 20 and 30 days of maturation, it is favorable to the use of fresh *P. candidum* fresh spores as an inoculum for white mold-ripened cheeses.

Keywords: conidiation; fungal growth factors; maturation index; Camembert type cheese.

3.1 INTRODUÇÃO

Fungos filamentosos, do gênero *Penicillium*, como *Penicillium camemberti*, *Penicillium album*, *Penicillium candidum*, *Penicillium caseicola* e *Penicillium rogeri*, estão presentes na fabricação de mais de oitenta tipos de queijos maturados com mofo branco (HARBUTT, 2010; BOURDICHON *et al.*, 2012; SMITH, 2014).

Na superfície do queijo, a presença deste fungo se dá por adição de esporos no leite e/ou pulverização na superfície do queijo fresco (BOCKELMANN *et al.*, 1999; GALLI *et al.*, 2016). O micélio fica visível a olho nú após o quinto dia de maturação, sendo preferencialmente consumido entre o vigésimo e trigésimo dia de maturação (JUDACEWSKI *et al.*, 2016; GALLI *et al.*, 2016).

No Brasil, os queijos são embalados para comercialização quando apresentam um micélio branco suficientemente desenvolvido. Preferencialmente, os consumidores esperam uma embalagem fácil de abrir, transparente para visualização do produto e com boa vedação (ELDESOUKY *et al.*, 2015). Sua comercialização ocorre quando o queijo ainda está fresco ou parcialmente maturado (aproximadamente 15- 20 dias de maturação) (JUDACEWSKI *et al.*, 2016; PEREIRA *et al.*, 2020).

Após esse período, seu consumo tende a ficar restrito devido ao desenvolvimento excessivo de amargor, com sabor amoniacal, textura da massa

liquefeita e escurecimento do mofo na superfície do queijo. Dependendo da preferência do consumidor, essas características podem passar uma percepção desagradável (BATTY *et al.*, 2019).

Durante o período de maturação, o mofo branco participa das principais reações de glicólise, proteólise e lipólise, responsáveis pelas características típicas de aparência, sabor e aroma do queijo (SPINLER; GRIPON, 2004). Os consumidores desta classe de queijos descrevem-no como um produto de alta qualidade, com aroma de amônia e leite, textura macia e cremosa, sabor suave de cogumelo e aparência aveludada (JUDACEWSKI *et al.*, 2019).

Para obtenção dessas características, os queijos são maturados sob controle de temperatura podendo variar de 11 a 13 °C e umidade relativa entre 85 a 95% (LECLERCQ- PERLAT *et al.*, 2015; JUDACEWSKI *et al.*, 2016; GALLI *et al.*, 2016; JACKSON; DOBSON, 2016; BATTY *et al.*, 2019).

O modo reprodutivo generalizado desses fungos é por esporulação assexuada, com produção de esporos, também chamados de conídios, produzidos em cadeia na extremidade de um conidióforo (BLACK, 2002). Cada conídio é capaz de produzir uma hifa, o conjunto de hifas é chamado de micélio, que cresce exponencialmente, desde que não ocorra limitação do substrato (KRASNIEWSKI *et al.*, 2006; KRULL *et al.*, 2013).

Os esporos são tradicionalmente produzidos em “frascos Roux”, e induzidos a conidiação em método de cultivo em meio sólido, onde os esporos são colhidos assepticamente com uma solução de 50 mL de cloreto de sódio a 0,9% (KRASNIEWSKI *et al.*, 2006). Boualem *et al.* (2016) avaliou a conidiação em cultura líquida submersa, e verificou uma menor taxa de conidiação quando comparado com cultura em estado sólido.

A germinação dos esporos é influenciada pelas condições ambientais favoráveis, com umidade, luz, temperatura, pH e nutrientes adequados, como a disponibilidade de nitrato de potássio, glicose e cálcio em reprodução em meio sólido (KRASNIEWSKI *et al.*, 2006; GILLOT *et al.*, 2016). Também foi observado que a inibição da conidiação do *P. candidum*, pode se dar pela disponibilidade de sulfato de amônio (KRASNIEWSKI *et al.*, 2006). Portanto, os objetivos deste trabalho foram avaliar os nutrientes para produção de esporos frescos de *P. candidum*, e sua aplicabilidade na maturação de queijos.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

3.2.1 Material

Para a realização dos experimentos foi utilizado leite de vacas da raça Holandesa e mestiças (Holandês x Jersey x Illawarra), proveniente da primeira ordenha, retirado da linha de transferência para o tanque de expansão. Este leite foi coletado da Fazenda Escola Capão da Onça (FESCON) pertencente à Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), localizada na estrada Ponta Grossa/Itaiacoca, Km 7, e encaminhado para análise na Associação Paranaense de Criadores de Bovinos da Raça Holandesa.

Foi utilizada cultura lática liofilizada FD-DVS CHN-22 (Crh Hansen, Hoersholm, Denmark) contendo *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*, *Leuconostoc*, *Lactococcus lactis* biovar *diacetylactis*, *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*. Na cultura secundária foi utilizado *Penicillium candidum* 35V (Sacco[®], Campinas, Brasil).

3.2.2 Métodos

3.2.2.1 Obtenção de esporos frescos de *Penicillium candidum*

Para obter a formação de conídios de *Penicillium candidum*, foi avaliado meio ágar proposto por Krasniewski *et al.* (2006) com modificações. O meio sólido utilizado como cultivo apresentava em 100 mL: 2 g de D-glicose (Synth); 2 g de ágar bactericida (Kasvi); 0,66 g de fosfato diamônico (Vetec); 0,88 g de citrato de sódio (Reatec) e solução de sais avaliadas em diferentes concentrações. A solução de sais apresentava em 100 mL: 50 mg $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$; 34 mg $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$; 20 mg $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$; 1,5 g $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$; 1,3 g KH_2PO_4 ; 0,5 g, KCl; 0,5 g $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$.

Os experimentos foram realizados a partir de um delineamento composto central para avaliar o efeito das combinações de duas variáveis independentes (Concentração de solução de sais (X_1) e pH (X_2)). A solução de sais foi avaliada em concentração de 4, 8 e 12%, e o pH foi avaliado em valores de 4,6; 5,6 e 6,6, ajustados com ácido láctico 85% para a formação de conídios de *Penicillium candidum*.

O delineamento experimental apresentou onze combinações (Tabela 3.1), incluindo as replicatas do ponto central para estimar o erro puro e avaliar a falta de ajuste dos modelos propostos.

Tabela 3.1 - Delineamento composto central realizado para formação de conídios de *P. candidum*.

Experimentos	Variáveis Independentes (reais e codificadas)	
	Concentração de Sais (%)	pH
1	4 (-1)	4,6 (-1)
2	8 (0)	4,6 (-1)
3	12 (+1)	4,6 (-1)
4	4 (-1)	5,6 (0)
5	12 (+1)	5,6 (0)
6	4 (-1)	6,6 (+1)
7	8 (0)	6,6 (+1)
8	12 (+1)	6,6 (+1)
9	8 (0)	5,6 (0)
10	8 (0)	5,6 (0)
11	8 (0)	5,6 (0)

Os meios de cultivo foram transferidos em placas de Petri estéreis (90x15 mm), e inoculados com 0,1 mL de suspensão de esporos comerciais, contendo 1×10^6 de esporos de *P. candidum*. As placas inoculadas permaneceram em BOD (TECNAL, São Paulo, Brasil), durante 5 dias, a 25 °C. Os esporos frescos e micélio, foram retirados por raspagem com auxílio de um bisturi com lâmina de aço carbono estéril. A quantificação (Equação 3.1) dos esporos foi realizada em câmara de Neubauer por meio de microscopia (Microscópio biológico digital, Bel phoyonics®, Monza, Itália) (BARBEDO, 2013).

$$n^{\circ} \text{ de esporo/mL} = \frac{n^{\circ} \text{ total de esporos}}{n^{\circ} \text{ de quadrantes contados}} * \text{fator de diluição} * 10.000 \quad 3.1$$

3.2.2.2 Produção de queijo maturado por *Penicillium candidum*

A fabricação do queijo maturado com mofo branco foi realizada na planta piloto da Escola Tecnológica de Leite e Queijos dos Campos Gerais (ETLQueijos), pertencente ao curso de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG). Em tanque de aço inoxidável (AISI 304) foram pasteurizados (63 °C

por 30 minutos) 100 L de leite *in natura* (gordura: 3,67%; proteína: 3,19%; lactose: 4,38%; sólidos totais: 12,18%; contagem de células somáticas: 274.000/mL; pH: 6,7).

Em seguida, o leite foi resfriado e mantido até o término da fabricação em temperatura de 34 °C. Na sequência foi adicionado 0,04% de cloreto de cálcio (Synth) a 50%, 1,0% de cultura láctica primária mesofílica do tipo LD e 1,6% de coagulante (Chymax). Após a formação da coalhada (pH: 6,6), a massa foi cortada com o auxílio de liras em inox no sentido vertical, em seguida no sentido horizontal com espaçamento entre os fios de aço inoxidável (AISI, 304) de 2,5 cm, seguida de agitação lenta (aproximadamente 5 minutos) até percepção de rigidez dos cubos de aproximadamente 2 cm³.

A coalhada foi então enformada (pH: 6,5) em fôrmas em polietileno de 14 cm de diâmetro e 10 cm de altura modelo RP-500 (Jandaplast®, Paraná, Brasil), com utilização de tecido morim para auxiliar na retirada do soro. O período da prensagem (utilizando um peso 3 vezes superior ao peso da peça de queijo) se estendeu por 180 minutos, realizando duas viragens na massa. A primeira viragem ocorreu 30 minutos após enformagem e a segunda viragem após 30 minutos da primeira viragem. Após 120 minutos da segunda viragem, foi retirado o dessorador e as peças (10 ± 2 cm de diâmetro e 7 ± 2 cm de altura) permaneceram em câmara de maturação (Mec Milk, São Paulo, Brasil) com controladores eletrônicos (modelo N322RHT, NOVUS, Porto Alegre, Brasil) para uma fermentação láctica por 12 horas em temperatura de 12 °C, e umidade relativa de 87-89 %.

Após a primeira fermentação, foi preparada uma salmoura utilizando cloreto de sódio (Cisne, Rio de Janeiro, Brasil), o qual foi tratado anteriormente em estufa (Nova ética, São Paulo, Brasil) a 120 °C, por uma hora. Após resfriamento, o cloreto de sódio foi diluído em água destilada (Lucadema, São Paulo, Brasil) até obtenção de uma salmoura a 21 °Brix (Akso, Rio Grande do Sul, Brasil), com correção de pH para 5,6 com ácido láctico 85 %. Os queijos ficaram submersos na salmoura por 60 minutos em temperatura de 10 °C.

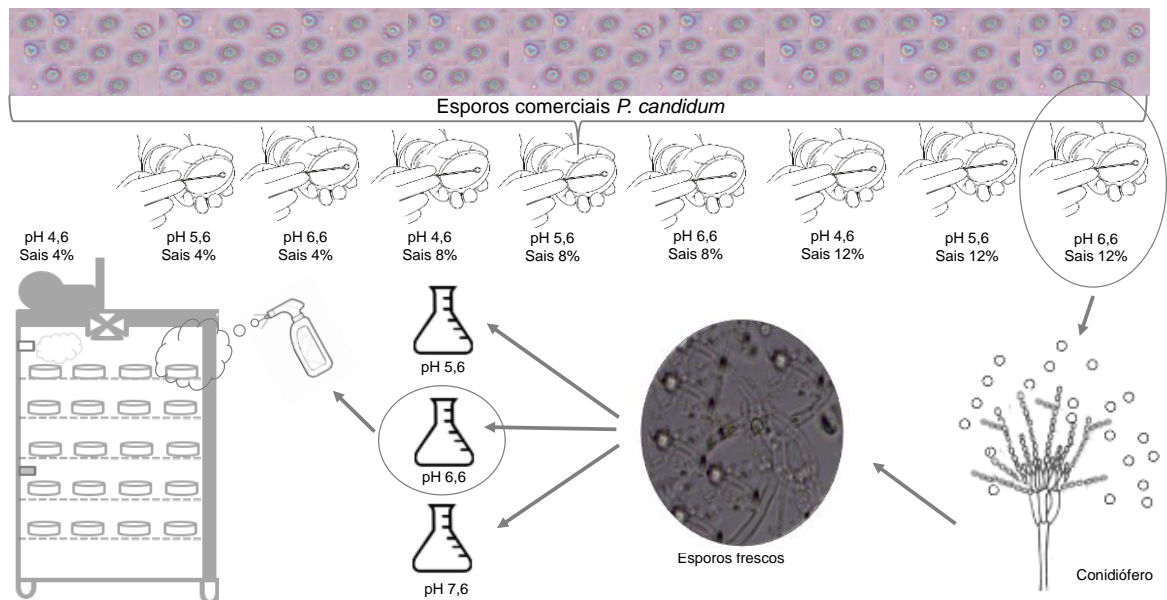
Decorrida a etapa de salga, os queijos foram divididos em quatro (4) lotes, contendo dezesseis (16) unidades em cada lote, e retornaram para a câmara de maturação.

Para dados preliminares, foram realizadas três (3) suspensões para aplicação dos esporos frescos em água destilada levemente salina (0,09%), em pH 5,6; 6,6 e 7,6, ajustada com ácido láctico 85% (Figura 3.1). Todos os inóculos nos queijos foram

realizados aspergindo um volume de suspensão (7 mL), que permitiu aproximadamente 2×10^6 esporos em cada queijo. A contagem dos esporos foi realizada em câmara de Neubauer (Equação 3.1).

Após inóculo das suspensões de *P. candidum*, os queijos foram armazenados em câmara de maturação (Mec Milk) com temperatura de aproximadamente 12 °C e 85% de umidade nos primeiros 5 dias de maturação, com aumento para aproximadamente 94% de umidade no 6º dia de maturação. As peças de queijos foram viradas diariamente até o 5º dia de maturação, após esse período, a viragem foi realizada a cada 2 dias. Os queijos permaneceram em maturação até o 30º dia, sendo avaliados primeiramente por índice de brancura.

Figura 3.1- Esquema da obtenção e aplicação da suspensão de esporos frescos em queijos frescos.



Fonte: O autor.

Após avaliação de índice de brancura nos queijos, foi possível concluir qual o pH e concentração de sal da suspensão de esporos frescos apresentou maior rapidez no recobrimento do micélio na superfície do queijo. Da suspensão dos esporos frescos de *P. candidum* de pH mais apropriado, foi realizado um novo processamento do queijo, o qual foi maturado e avaliado por 40 dias, com análises físico-químicas, instrumentais e sensoriais (Figura 3.1).

Para fim comparativo, foi também inoculado esporos comerciais suspensos em água destilada levemente salina (0,09%), sem correção de pH, o qual apresentou pH 5,6. Para melhor identificação e discussão dos resultados, os queijos com inóculo

de esporos comerciais foram denominados como queijo QC, enquanto os queijos maturados com esporos frescos foram identificados como QF.

3.2.2.3 Análises físico-químicas dos queijos maturados por *Penicillium candidum*

As análises nos queijos triturados com auxílio de um multiprocessador, foram realizadas em 5 tempos (0, 10, 20, 30 e 40 dias) de maturação. O tempo zero corresponde à peça do queijo logo após a etapa da salga, antes de receber a aspersão da suspensão contendo *P. candidum*.

O teor de umidade e extrato seco foi obtido pelo método gravimétrico de secagem em estufa à 105 °C até peso constante (IAL, 2008). A análise de gordura foi realizada em butirômetro de Gerber especial para queijo. Proteína total foi determinada pelo método de micro-Kjeldahl, onde o nitrogênio total é convertido em proteína total com o fator 6,38 (AOAC, 2016). O teor de cinzas foi obtido por incineração em mufla a 550 °C por seis horas (IAL, 2008). A atividade de água (aw) foi avaliada utilizando equipamento Aqualab (Series 3TE). O pH foi determinado pelo método potenciométrico em pHmetro de bancada (pH 21 meter, Hanna, Cotia, Brasil).

3.2.2.4 Índice de Proteólise

O índice de proteólise foi avaliado analisando a concentração de Tirosina, índice de extensão e profundidade da proteólise. A concentração de tirosina foi obtida através do método espectrofotométrico clássico de Vakaleris; Prince (1959). O índice de extensão da proteólise (Equação 3.2) e profundidade da proteólise (Equação 3.3), foram realizados segundo descrito por De Rensis; Petenate; Viotto (2009), a partir da determinação de teores de nitrogênio solúvel em tampão acetato em pH 4,6 e ácido tricloroacético 12%, de acordo com a metodologia descrita por Barbano; Lynch; Fleming (1991) seguido do método de Kjeldahl (AOAC, 2016).

$$\% \text{ Extensão da proteólise: } \left(\frac{\% \text{ nitrogênio solúvel a pH 4,6}}{\% \text{ nitrogênio total}} \right) \times 100 \quad 3.2$$

$$\% \text{ Profundidade da proteólise: } \left(\frac{\% \text{ nitrogênio solúvel em TCA 12\%}}{\% \text{ nitrogênio total}} \right) \times 100 \quad 3.3$$

3.2.2.5 Perfil de Textura

As amostras foram preparadas como descritas em Jaster *et al.* (2018), cortadas em formato cilíndrico (2 cm de diâmetro x 2 cm de altura), para posterior análise de perfil de textura em 6 repetições para cada amostra. O perfil de textura foi analisado instrumentalmente utilizando texturômetro modelo *TA.XTPlus Texture Analyser* (Stable Micro Systems, Godalming, Reino Unido), utilizando probe cilíndrico P35, com velocidade do teste de 0,8 mm/s, com dupla compressão de 30% da altura inicial da amostra, sobre temperatura de 20 °C. Foram considerados os parâmetros de dureza, elasticidade, coesividade, mastigabilidade e resiliência.

3.2.2.6 Análise Colorimétrica

A análise de cor foi realizada em duas peças de queijos de cada tempo. As peças foram divididas em quatro quadrantes, incluindo as duas superfícies (superior e inferior), e realizadas leituras pelo colorímetro (MiniScan EZ, Hunter Lab, US), considerando obtendo os parâmetros L^* (luminosidade), a^* (vermelho (+), verde (-)) e b^* (amarelo (+), azul (-)) (JUDACEWSKI *et al.*, 2016). Para fornecer uma melhor indicação de cor, foram calculados índice de brancura (WI- “Whiteness Index”) (Equação 3.4), índice de amarelo (YE- “Yellowness Index”) (Equação 3.5), Hue angle (h) (Equação 3.6) e Chroma (C^*) (Equação 3.7) (MARZO *et al.*, 2006; PATHARE; OPARA; AL-SAID, 2013; SOLOWIEI *et al.*, 2015).

$$WI = 100 - \sqrt{(100 - L^*)^2 + a^{*2} + b^{*2}} \quad 3.4$$

$$YE: \frac{142.86b^*}{L^*} \quad 3.5$$

$$h: \arctan\left(\frac{b^*}{a^*}\right) \quad 3.6$$

$$C^* = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}} \quad 3.7$$

3.2.2.7 Análise Sensorial

A análise sensorial foi realizada com 94 avaliadores não treinados, que apresentavam interesse e disponibilidade. Todos os avaliadores assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido antes da sessão. A análise com os avaliadores foi realizada após aprovação pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade Estadual de Ponta Grossa (n° 84057918.4.0000.0105).

Foram servidos aproximadamente 30g de cada amostra em copos plásticos transparentes, codificados com números aleatórios de 3 dígitos, em temperatura de 20 °C, em cabines insonorizadas e inodoras, sob luz branca.

Foi realizada análise de aceitabilidade utilizando escala hedônica de nove pontos (1-desgostei muitíssimo, 2-desgostei muito, 3-desgostei moderadamente, 4-desgostei ligeiramente, 5-não gostei, nem desgostei, 6-gostei ligeiramente, 7-gostei moderadamente, 8-gostei muito e 9-gostei muitíssimo) (SHUKLA *et al.*, 2018) Escala do ideal (JAR), também foi realizada e avaliada quanto a percepção de sal, acidez, maciez e amargor (PLAEHN; HORNE, 2008).

Para caracterizar as amostras, foi realizado “Check all that apply” (CATA), onde os atributos que caracterizam o perfil sensorial foram discutidos pela equipe com experiência em queijo e membros deste projeto (OLIVEIRA *et al.*, 2017). Ao todo, 16 atributos foram selecionados: cor amarelo claro, cremoso, odor de manteiga, sabor de estábulo, salgado, amargo, mofo, gorduroso, casca aveludada, odor de iogurte, sabor residual de amônia, amônia, alta qualidade, ácido, macio e caro (LOS, 2016) (Anexo A).

3.2.3 Análise Estatística

Os dados foram apresentados como média \pm desvio padrão, sendo realizado teste de Levene para avaliar sua homogeneidade, considerando paramétrico o valor de $p > 0,05$. Em seguida, a matriz de dados obtida das análises físico-químicas e instrumentais foi avaliada com Análise de Variância (ANOVA) complementada com o teste de comparação de médias de Fischer LSD, e correlação Linear de Pearson considerando um valor significativo de $p < 0,05$. Para avaliações entre 2 amostras, foi utilizado o teste t Student ($p < 0,05$).

Para avaliação do Delineamento Composto Central o valor de probabilidade (valor de p) foi inferior a 0,05, a variável de resposta foi submetida à análise de regressão linear múltipla utilizando a metodologia de superfície de resposta (MSR), em que a função de resposta (Y) foi particionada em componentes lineares, quadráticos e interativos. Este método é baseado no modelo da Equação 3.8.

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_{11} X_1^2 + \beta_{22} X_2^2 + \beta_{12} X_1 X_2 \quad 3.8$$

Onde Y é a variável de resposta, β o coeficiente de regressão e x_1 e x_2 são as variáveis independentes. A falta de ajuste (p -*lack of fit*), a porcentagem da variância total explicada (R^2 e R^2 ajustado (R^2_{aj})) e a significância estatística (p -*valor*) foram utilizadas para verificar a adequação do modelo. Para maximizar a conidiação de *P. candidum*, os modelos de regressão foram submetidos a uma abordagem de otimização de respostas múltiplas. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o software Statistica 7.0 (StatSoft Inc., Tulsa, EUA).

Análise de componentes principais (PCA) foi realizada para avaliar a correlação entre os queijos inoculados com esporos frescos e esporos comerciais de *P. candidum*, durante 40 dias de maturação. Para isto, todas as variáveis foram escalonadas automaticamente para padronizar a estatística de todas as respostas (ZIELINSKI *et al.*, 2014). Um gráfico de dispersão 2D foi utilizado para diferenciar as amostras obtidas pelos resultados do PCA. Na sequência, foi realizado Análise Hierárquica de Agrupamentos (AHA), para agrupar as amostras.

Para a avaliação sensorial, os dados hedônicos e da escala de JAR, foram tratados através de análise de penalidades, extraindo o quanto a falta ou excesso do atributo penaliza o escore hedônico por se afastar do ideal. Apenas atributos com frequência maior que 20%, com $p < 0,05$ foram analisados estatisticamente e considerados significativos na penalização do escore hedônico (LOS, 2016).

Para avaliação dos dados do CATA, foi primeiramente realizado análise de correspondência, onde apenas os atributos com frequência maior que 20% foram considerados. Para verificar quais atributos se correlacionam melhor com cada amostra, os dados foram submetidos ao teste Q de Cochram, apresentando as diferenças significativas entre atributos, com $p < 0,05$. As análises estatísticas do PCA, AHA, e os dados da sensorial, foram realizadas utilizando XLStat 2015.

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.3.1 Obtenção de esporos frescos de *P. candidum*

Na Tabela 3.2 pode ser observada a variável de resposta (contagem de esporos).

Tabela 3.2 – Variável de resposta do delineamento composto central realizado para formação de conídios de *P. candidum*.

Experimentos	Variáveis Independentes (reais e codificadas)		Variável de Resposta	
	Concentração de Sais (%)	pH	Contagem de esporo (em Log 10) /placa de Petri	Contagem de esporo /placa de Petri
1	4 (-1)	4,6 (-1)	5,62	4,1x10 ⁴
2	8 (0)	4,6 (-1)	6,01	1,0x10 ⁵
3	12 (+1)	4,6 (-1)	6,15	1,4x10 ⁵
4	4 (-1)	5,6 (0)	5,95	8,8x10 ⁴
5	12 (+1)	5,6 (0)	6,28	1,9x10 ⁵
6	4 (-1)	6,6 (+1)	5,28	1,8x10 ⁴
7	8 (0)	6,6 (+1)	6,38	2,3x10 ⁵
8	12 (+1)	6,6 (+1)	6,42	2,9x10 ⁵
9	8 (0)	5,6 (0)	6,41	2,5x10 ⁵
10	8 (0)	5,6 (0)	6,30	1,9x10 ⁵
11	8 (0)	5,6 (0)	6,21	1,6x10 ⁵

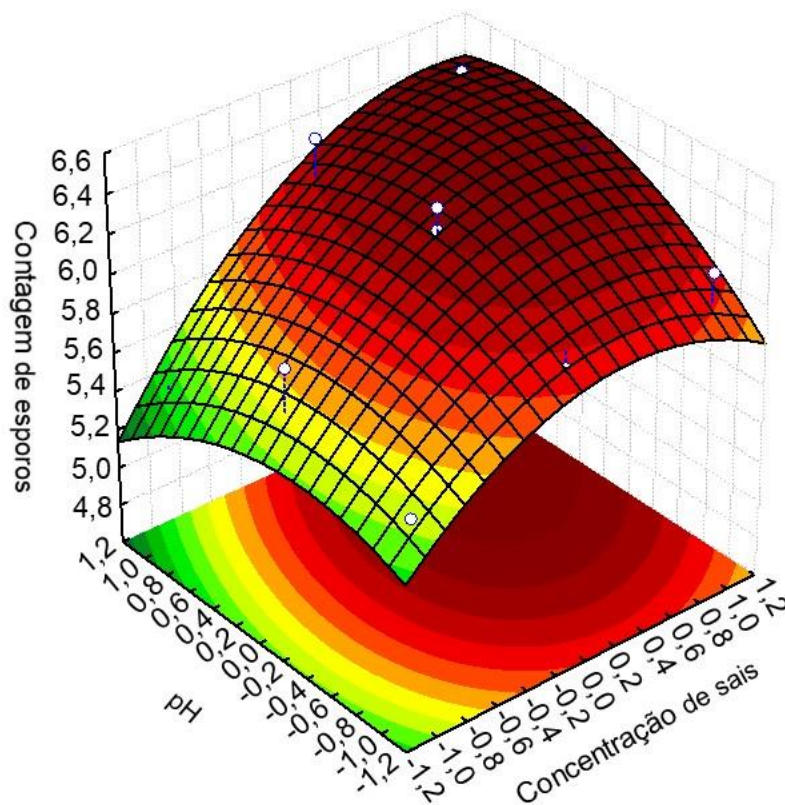
O experimento 8 (concentração de 12% de sais, em pH 6,6) apresentou 6,42 esporos (em Log) por placa de petri. A análise de regressão múltipla mostrou que o modelo foi significativo ($p < 0,01$) e ajustou adequadamente os dados experimentais, apresentando $p_{\text{falha de ajuste}}: 0,17$; $R_2: 0,84$ e $R_2 \text{ ajustado}: 0,73$ o que significa que o modelo de regressão múltipla proposto foi capaz e adequado para explicar 73% da variância.

Apenas o efeito da concentração de sais, usando o modelo linear ($p < 0,05$), proporcionou maior contagem de esporos (Tabela 3.3). Os valores de pH avaliados não apresentaram efeito significativo na contagem de esporos.

Tabela 3.3- Coeficiente de regressão para conidiação de *P. candidum*.

Variável de Resposta	Fatores	Coeficiente de regressão	Erro padrão	-95% Confiança	+95% Confiança	Valor F	Valor p
Contagem de Esporos/ mL	Constante	6,335	0,09	6,091	6,579	121,79	<0,01
	Concentração de sais (L)	0,33	0,07	0,139	0,527	8,04	0,01

A superfície de resposta (Figura 3.2) apresenta o efeito da concentração de sais e pH do meio de cultura, na variável de resposta.

Figura 3.2- Efeito da concentração de sais e pH do meio de cultura para conidiação de *P. candidum*.

Após a modelagem, foi realizada uma otimização simultânea baseada na função de desejabilidade, visando maximizar a contagem de esporos. Os resultados finais sugeriram que a concentração de sais de 12% em pH 6,6 pode ser considerado adequado para obter a otimização para altas contagem de esporos de *P. candidum*. O valor médio predito foi 6,43 e o observado foi de $6,42 \pm 0,08$, com erro absoluto de

0,15%. Como observado, os valores preditos e observados se mostraram semelhantes (teste *student* < 0,05), com erro absoluto abaixo de 10%; é possível afirmar que o modelo de superfície de resposta foi significativo, e pode ser utilizado para fins de predição.

3.3.2 Avaliação do Índice de Brancura dos Queijos

Após obtenção dos esporos frescos de *P. candidum*, foram avaliados diferentes pH da suspensão dos esporos frescos como inóculo em queijos frescos.

A aparência aveludada desses tipos de queijos, se dá pelo crescimento do fungo branco na superfície. O crescimento das hifas ($p = 0,03$) iniciou no quinto dia de maturação apenas para os queijos com inóculo de esporos frescos em pH 6,6, o qual foi observado um arranque inicial no aparecimento do mofo branco na superfície do queijo, apresentando índice de brancura de 75, comparado com os queijos com inóculo de *P. candidum* em pH 5,6 e 7,6 (Tabela 3.4).

Tabela 3.4 - Índice de brancura de queijos maturados com mofo branco, sob aplicação de esporos frescos de *P. candidum* em diferentes pH.

Dias de maturação	pH			<i>p</i>
	5,6	6,6	7,6	
0	82 ± 1 ^G	82 ± 1 ^D	82 ± 1 ^E	-
5	73,7 ± 0,9 ^{bH}	75 ± 2 ^{aE}	73 ± 1 ^{bF}	0,03
7	81 ± 1 ^G	84 ± ^C	81 ± 1 ^E	0,10
9	88 ± 1 ^{bF}	90,6 ± 0,2 ^{aAB}	90,3 ± 0,4 ^{aABC}	<0,01
11	90,8 ± 0,6 ^{BC}	91,1 ± 0,4 ^{AB}	90,6 ± 0,6 ^{AB}	0,25
13	90,7 ± 0,4 ^{BC}	90,9 ± 0,2 ^{AB}	90,5 ± 0,4 ^{AB}	0,10
15	92,2 ± 0,6 ^{aA}	91,9 ± 0,7 ^{abA}	90,9 ± 0,6 ^{ba}	<0,01
18	89,9 ± 0,5 ^{bDE}	90,4 ± 0,2 ^{aB}	89,3 ± 0,3 ^{cd}	<0,01
20	89,5 ± 0,7 ^E	90,0 ± 0,6 ^B	90,0 ± 0,3 ^{BCD}	0,14
22	91,3 ± 0,7 ^{aB}	90,4 ± 0,5 ^{bb}	89 ± 1 ^{bCD}	<0,01
24	90,3 ± 0,5 ^{CD}	91,0 ± 0,6 ^{AB}	90,3 ± 0,3 ^{ABC}	0,23
27	91,0 ± 0,5 ^{BC}	91,2 ± 0,2 ^{AB}	90,8 ± 0,5 ^{AB}	0,18
30	90,7 ± 0,3 ^{aBC}	90,7 ± 0,2 ^{aAB}	90,3 ± 0,4 ^{bABC}	0,01
<i>p</i>	<0,01	<0,01	<0,01	

Nota: ^{abc}Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa entre os valores de pH no meio de cultura avaliados para rápido fechamento do micélio superficial de *P. candidum*.
^{ABC}Letras diferentes na mesma coluna, indicam diferença significativa entre o período de maturação (Teste de Fischer, $p < 0,05$).

Após o nono dia de maturação, o índice de brancura se mostrou estabilizado. O índice de brancura é um método preciso, rápido e não destrutivo com eficiência para indicar o fechamento completo do micélio e o momento ideal para ser embalado (JUDACEWSKI *et al.*, 2016).

3.3.3 Avaliação físico-química

Na Tabela 3.5, podem ser observados os resultados das análises físico-químicas durante 40 dias de maturação de queijos com mofo branco, maturados com inóculo de esporos frescos em pH 6,6 (QF) e comercial (QC).

Com 40 dias de maturação, foram observadas diferenças estatísticas ($p < 0,05$) entre os queijos QF e QC nos teores de umidade, extrato seco total e proteína.

Nos 10 primeiros dias de maturação, o pH do queijo QF apresentou uma redução de 5%, enquanto o queijo QC reduziu 7%. Essa acidificação é decorrente da produção de ácido lático pelas bactérias lácticas, as quais são adicionadas ao processo após a pasteurização do leite (SPINNLER; GRIPON, 2004).

Do décimo ao quadragésimo dia de maturação, o queijo QF, apresentou um aumento de 20% no valor do seu pH, enquanto o queijo QC apresentou um aumento de 18%. Esse aumento de pH é esperado devido o desenvolvimento do mofo branco na superfície do queijo, o qual oxida o ácido lático e libera CO_2 e H_2O . Além disso, próximo aos 40 dias de maturação a hidrólise proteica se intensifica liberando compostos nitrogenados, aminoácidos livres e produção de amônia, que por apresentar pH básico contribui para o aumento do pH das amostras, como observado na Tabela 3.4 (SPINNLER; GRIPON, 2004).

Com 20 dias de maturação, os queijos QF e QC apresentaram uma diferença significativa ($p < 0,01$) de 3% no teor de umidade. Em 40 dias de maturação, ($p < 0,05$) foi observado uma redução de 11% para o queijo QF e 18% para o queijo QC (Tabela 3.4), semelhante aos teores encontrados por Judacewski *et al.* (2016). Essa redução está relacionada com a umidade e circulação do ar das câmaras de maturação (localizado na parte superior da câmara), que proporcionam a perda de umidade do queijo (CASTELL-PALOU *et al.*, 2012).

Com a redução nos teores de umidade, os parâmetros de proteína, gordura e cinzas aumentaram após 40 dias de maturação ($p < 0,01$) 16%, 34% e 67% para os queijos QF, enquanto que para os queijos QC esse aumento foi de 24%, 34% e 54%,

respectivamente. Teores semelhantes foram encontrados por Dias *et al.* (2012), em queijos maturados com mofo branco e adição de *Geotrichum candidum* (queijo tipo Camembert) avaliados durante 41 dias.

De acordo com o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade dos Produtos Lácteos (RDC 146, 1996) (Brasil, 1996), os queijos QF e QC foram classificados quanto ao teor de umidade ($p < 0,01$), como queijos macios, de alta umidade (podendo variar entre 46 a 54,9%). Enquanto a classificação referente ao teor de gordura, os queijos QF e QC ($p > 0,05$), foram classificados como queijos semi-gordos (podendo variar entre 25 a 44,9%).

A atividade de água (a_w) é um parâmetro que pode influenciar o desenvolvimento dos micro-organismos e atividade enzimática, os quais são responsáveis pelo desenvolvimento do sabor do queijo (HICKEY *et al.*, 2013). Na Tabela 3.4 pode ser observado que as amostras QF e QC não apresentam diferença significativa ($p > 0,05$), com redução de 4 % após 40 dias de maturação.

A redução da atividade de água pode ser resultado de um aumento da proteólise, a qual envolve a hidrólise das ligações peptídicas e a imobilização da água pelos grupos carboxílicos e aminoácidos livres, que possuem cadeias laterais com grupos ionizáveis ou polares que interagem com água (FURTADO, 1999; HICKEY *et al.*, 2013). Uma forte correlação negativa (Anexo B) foi observada entre a atividade de água e os parâmetros IEP, IPP e tirosina ($AW \times IEP$, $r = -0,95$; $AW \times IPP$, $r = -0,93$, $AW \times Tirosina$, $r = -0,81$, $p < 0,05$). Schlessler; Schmidt e Speckman (1992), também avaliaram a atividade de água de queijos maturados com mofo branco (queijo Camembert), e obtiveram um teor similar (~0,95 %) após 30 dias de maturação, os quais também atribuíram essa redução à hidrólise da caseína, sendo convertida em aminoácidos livres, peptídeos e amônia (proteólise).

Tabela 3.5- Avaliação físico química de queijos maturados com inóculo de esporos frescos e esporos comerciais de *P. candidum*.

Parâmetros Analíticos	Amostras	Período de Maturação (d)					p
		0	10	20	30	40	
pH*	QF	5,57 ± 0,05 ^b	5,28 ± 0,01 ^d	5,61 ± 0,08 ^b	5,41 ± 0,05 ^c	6,35 ± 0,06 ^a	0,02
	QC	5,57 ± 0,05 ^b	5,17 ± 0,06 ^c	5,31 ± 0,07 ^{bc}	5,18 ± 0,03 ^c	6,1 ± 0,4 ^a	< 0,1
P			0,03	< 0,01	0,02	0,4	
Umidade (g/100g)	QF	56,4 ± 0,1 ^a	54,1 ± 0,2 ^b	52,22 ± 0,09 ^c	50,6 ± 0,1 ^d	50,2 ± 0,1 ^e	< 0,1
	QC	56,4 ± 0,1 ^a	50,8 ± 0,2 ^b	50,4 ± 0,1 ^b	49,82 ± 0,04 ^c	46,1 ± 0,6 ^d	< 0,1
P			< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	
Atividade de água*	QF	0,99 ± 0,01 ^a	0,97 ± 0,01 ^b	0,96 ± 0,01 ^c	0,95 ± 0,01 ^d	0,95 ± 0,01 ^d	< 0,1
	QC	0,99 ± 0,01 ^a	0,97 ± 0,01 ^b	0,95 ± 0,01 ^c	0,95 ± 0,01 ^c	0,94 ± 0,01 ^d	< 0,1
P			0,4	0,2	0,5	0,3	
Gordura (g/100g)	QF	21 ± 1 ^c	24,5 ± 0,5 ^b	23,8 ± 0,3 ^b	28 ± 1 ^a	28,2 ± 0,8 ^a	< 0,1
	QC	21 ± 1 ^c	24,7 ± 0,3 ^b	25,3 ± 0,6 ^b	28 ± 2 ^a	28 ± 1 ^a	< 0,1
P			0,6	0,01	1,0	0,7	
Proteína (g/100g)	QF	17,2 ± 0,9 ^d	18,5 ± 0,3 ^c	18,1 ± 0,3 ^c	21,0 ± 0,5 ^a	19,9 ± 0,3 ^b	< 0,1
	QC	17,2 ± 0,9 ^c	19,6 ± 0,4 ^b	19,1 ± 0,4 ^b	20,69 ± 0,04 ^a	21,3 ± 0,6 ^a	< 0,1
P			0,03	0,02	0,3	0,02	
Extrato seco total (g/100g)	QF	43,6 ± 0,1 ^e	45,9 ± 0,2 ^d	47,78 ± 0,09 ^c	49,4 ± 0,1 ^b	49,7 ± 0,1 ^a	< 0,1
	QC	43,6 ± 0,1 ^d	49,2 ± 0,2 ^c	49,6 ± 0,1 ^c	50,18 ± 0,04 ^b	53,9 ± 0,6 ^a	< 0,1
P			< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	
Cinzas (g/100g)	QF	3,17 ± 0,03 ^d	3,5 ± 0,2 ^c	3,95 ± 0,03 ^b	5 ± 1 ^a	5,3 ± 0,1 ^a	< 0,1
	QC	3,17 ± 0,03 ^e	3,5 ± 0,1 ^d	3,74 ± 0,06 ^c	5,5 ± 0,1 ^b	4,89 ± 0,08 ^a	< 0,1
p			0,6	< 0,01	< 0,01	0,07	

Nota: QF: Queijos maturados com inóculo de esporos frescos de *P. candidum*. QC: Queijos maturados com inóculo de esporos comerciais de *P. candidum*. ^{abc}Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa entre os dias de maturação (Teste de Fischer, p < 0,05). Entre os queijos QF e QC da mesma coluna, o Teste t, p < 0,05 indica diferença significativa. *Adimensional.

3.3.4 Avaliação do perfil de textura

Na Tabela 3.6, pode ser observado o perfil de textura durante 40 dias de maturação de queijos com mofo branco, maturados com inóculo de esporos frescos (QF) e de esporos comerciais (QC). A textura do queijo é um atributo sensorial percebido pelos sentidos durante seu consumo. Com a análise de perfil de textura, é possível simular a mastigação do queijo entre os dentes molares, por meio de duas compressões consecutivas (FOX *et al.*, 2017).

Entre os queijos QF e QC, foram observadas diferenças estatísticas ($p < 0,01$) em todos os parâmetros de textura analisados no período de 20 dias de maturação. Enquanto no período de 40 dias de maturação, foram observadas diferenças estatísticas ($p < 0,01$) apenas nos parâmetros de mastigabilidade e resiliência. Entre o período de maturação (dias), todas as amostras apresentaram diferença significativa ($p < 0,01$) nos parâmetros avaliados.

Os resultados de dureza encontrados no período de 20 dias de maturação ($p < 0,01$), apresentaram uma diferença de 34% entre os queijos QF e QC, apresentando maior dureza para o queijo QC. Para o paladar brasileiro, queijos maturados com mofo branco devem apresentar textura macia, sendo preferencialmente consumido próximos aos 20 dias de maturação (JUDACEWSKI *et al.*, 2019; GALLI *et al.*, 2016). A percepção da alteração da textura é um fator utilizado para afirmar se o queijo maturado com mofo branco apresenta ou não vida útil (BATTY *et al.*, 2019).

Com 40 dias de maturação, a diferença da dureza entre os queijos QF e QC apresentou diferença ($p > 0,05$) de 0,6%, com maior dureza novamente para o queijo QC. Desta forma, pode-se afirmar que o queijo QF apresenta menor dureza, ou seja, menor força necessária para provocar uma deformação (GUNASEKARAN; AK, 2002.). Essa característica em queijos maturados com mofo branco, é atribuída ao aumento do pH durante a maturação devido a proteólise ocasionada pelo desenvolvimento do micélio na superfície (Spinnler; Gripon, 2004). Durante o período de maturação, esse parâmetro aumentou até 2 vezes a mais que o valor do queijo no primeiro dia de maturação (tempo zero) (Tabela 3.6).

Os parâmetros de elasticidade e coesividade (Tabela 3.6), apresentaram uma diferença entre os queijos QF e QC, com 20 dias de maturação de 12% e 5% ($p < 0,01$), respectivamente. Enquanto com 40 dias de maturação, não houve diferença significativa. Esses parâmetros são influenciados pelo teor de proteína (*elasticidade x*

proteína, $r = -0,73$; *coesividade* x *proteína*, $r = -0,68$, $p < 0,05$) (Anexo B) (GUNASEKARAN; AK, 2002). A elasticidade é definida como a taxa em que a amostra retorna a sua forma original, antes da segunda compressão, enquanto que a coesividade é definida como a medida da força das ligações internas (*coesividade* x *elasticidade*, $r = 0,96$, $p < 0,05$) (Anexo B) (DIMITRELI; THOMAREIS, 2007; GUNASEKARAN; AK, 2002).

Durante os 40 dias de maturação, a mastigabilidade (Tabela 3.6) aumentou 25% para o queijo QF, enquanto que o queijo QC aumentou 95%. Desta forma, o queijo QF apresenta menor energia necessária para reduzir seu tamanho, até ser deglutido (GUNASEKARAN; AK, 2002). Entre os queijos QF e QC com 20 dias de maturação, foi observado uma diferença de 41%, enquanto que com 40 dias de maturação essa diferença foi de 37 %.

Tabela 3.6- Avaliação dos parâmetros de textura de queijos maturados com esporos frescos e esporos comerciais de *P. candidum*.

Perfil de Textura	Amostras	Período de Maturação (d)					p
		0	10	20	30	40	
Dureza (N)	QF	2,4 ± 0,8 ^c	2,5 ± 0,5 ^c	3,3 ± 0,2 ^b	3,5 ± 0,5 ^b	4,5 ± 0,8 ^a	<0,01
	QC	2,4 ± 0,8 ^c	4 ± 1 ^{ab}	5 ± 1 ^a	3,5 ± 0,5 ^b	5 ± 1 ^a	<0,01
p			<0,01	<0,01	0,9	0,2	
Elasticidade*	QF	0,95 ± 0,01 ^a	0,90 ± 0,03 ^b	0,78 ± 0,02 ^c	0,83 ± 0,01 ^d	0,75 ± 0,03 ^e	<0,01
	QC	0,95 ± 0,01 ^a	0,88 ± 0,03 ^b	0,89 ± 0,03 ^b	0,75 ± 0,05 ^c	0,76 ± 0,02 ^c	<0,01
p			0,3	<0,01	<0,01	0,4	
Coesividade*	QF	0,85 ± 0,01 ^a	0,85 ± 0,01 ^a	0,77 ± 0,01 ^c	0,79 ± 0,01 ^b	0,72 ± 0,03 ^a	<0,01
	QC	0,85 ± 0,01 ^a	0,84 ± 0,01 ^b	0,81 ± 0,01 ^c	0,73 ± 0,03 ^d	0,75 ± 0,01 ^e	<0,01
p			<0,01	<0,01	<0,01	0,06	
Mastigabilidade (N)	QF	2 ± 1 ^b	1,9 ± 0,4 ^b	1,9 ± 0,1 ^b	3,9 ± 0,4 ^a	2,5 ± 0,6 ^b	<0,01
	QC	2 ± 1 ^b	3,2 ± 0,7 ^a	3,4 ± 0,8 ^a	1,9 ± 0,4 ^a	3,9 ± 0,6 ^a	<0,01
p			<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	
Resiliência*	QF	0,49 ± 0,01 ^a	0,48 ± 0,01 ^a	0,31 ± 0,01 ^c	0,35 ± 0,01 ^b	0,30 ± 0,02 ^c	<0,01
	QC	0,49 ± 0,01 ^a	0,46 ± 0,01 ^b	0,35 ± 0,02 ^c	0,31 ± 0,01 ^d	0,35 ± 0,01 ^c	<0,01
p			<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	

Nota: QF: Queijos maturados com inóculo de esporos frescos de *P. candidum*. QC: Queijos maturados com inóculo de esporos comerciais de *P. candidum*. ^{abc}Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa entre os dias de maturação (Teste de Fischer, p<0,05). Entre os queijos QF e QC da mesma coluna, o Teste t, p< 0,05 indica diferença significativa. *Adimensional.

No parâmetro resiliência a diferença significativa ($p < 0,01$) para os queijos QF e QC foi de 11% em 20 dias de maturação, enquanto que em 40 dias de maturação essa diferença foi de 14%. Durante os 40 dias de maturação, a resiliência (Tabela 3.6) reduziu 39% para o queijo QF, enquanto que o queijo QC reduziu 28% durante a maturação ($p < 0,01$); isso indica que o queijo QF apresenta menor capacidade de voltar ao seu formato original após a compressão (POLLARD *et al.*, 2003). A estabilidade da massa, é principalmente realizada pelo controle do desenvolvimento de ácido durante a drenagem (GRIPON, 1997). A resiliência correlacionou negativamente com os parâmetros IEP e IPP (*resiliência x IEP*, $r = -0,83$; *resiliência x IPP*, $r = -0,83$) (Anexo B).

3.3.5 Avaliação colorimétrica

O crescimento das hifas iniciou para o queijo QF no quinto dia de maturação, apresentando índice de brancura (WI) de 75, enquanto para o queijo QC as hifas ficaram visíveis no sétimo dia de maturação (WI 78). No sétimo dia de maturação, a diferença do WI entre essas duas amostras de queijos foi de 7% ($p < 0,01$) (Tabela 3.4). Com 20 dias de maturação ainda as amostras de queijos apresentavam 2% de diferença significativa ($p < 0,01$) entre os queijos QF e QC, sendo a maior média para a amostra de queijo QF (WI= 90) (Tabela 3.7).

O índice de amarelecimento (IE) também foi avaliado, apresentando após 40 dias de maturação uma redução 38% para o queijo QF, e 45 % para o queijo QC ($p < 0,01$). O tempo zero apresenta maior índice de amarelecimento devido ao conteúdo de carotenoides presente no leite de vaca, diminuindo durante a maturação devido ao recobrimento do mofo branco na superfície do queijo. Com 20 dias de maturação IE apresentou 20% de diferença entre os queijos QF e QC, e 11% com 40 dias de maturação.

Tabela 3.7- Avaliação colorimétrica da superfície de queijos maturados com inóculo de esporos frescos e esporos comerciais de *P. candidum*.

Parâmetros colorimétricos	Amostra	Período de maturação (d)							p
		0	5	7	10	20	30	40	
WI	QF	81 ± 1 ^e	75 ± 2 ^d	84 ± 4 ^c	90,6 ± 0,2 ^a	90 ± 1 ^a	89,1 ± 0,9 ^a	87 ± 2 ^b	< 0,01
	QC	81 ± 1 ^b	73,3 ± 0,9 ^d	78 ± 5 ^c	89 ± 1 ^a	88 ± 2 ^a	89,3 ± 0,6 ^a	88,8 ± 0,7 ^a	< 0,01
p		-	0,04	0,03	< 0,01	< 0,01	0,2	< 0,01	
IE	QF	26 ± 1 ^b	35 ± 4 ^a	19 ± 6 ^c	11,4 ± 0,3 ^e	12 ± 2 ^e	14 ± 1 ^{de}	16 ± 2 ^d	< 0,01
	QC	26 ± 1 ^c	38 ± 1 ^a	30 ± 8 ^b	12 ± 1 ^d	15 ± 3 ^d	13,9 ^b ± 0,7 ^d	14,3 ± 0,9 ^d	< 0,01
p		-	0,05	0,01	0,13	0,02	0,2	< 0,01	
Hue Angle	QF	81,7 ± 0,2 ^d	81 ± 1 ^d	77 ± 2 ^e	89 ± 1 ^c	92 ± 1 ^a	92 ± 1 ^{ab}	91 ± 2 ^b	< 0,01
	QC	81,7 ± 0,2 ^c	81 ± 1 ^c	79 ± 1 ^d	83 ± 2 ^b	90 ± 2 ^a	91,7 ± 0,9 ^a	91 ± 1 ^a	< 0,01
p		-	0,5	0,1	< 0,01	0,2	0,4	0,9	
Choma	QF	16,9 ± 0,8 ^b	22 ± 2 ^a	13 ± 4 ^c	7,6 ± 0,2 ^f	8 ± 1 ^{ef}	9,2 ± 0,8 ^{de}	10 ± 1 ^d	< 0,01
	QC	16,9 ± 0,8 ^b	24,1 ± 0,9 ^a	18 ± 5 ^b	8,0 ± 0,9 ^c	10 ± 2 ^c	8,9 ± 0,4 ^c	9,4 ± 0,5 ^c	< 0,01
p		-	0,06	0,01	0,18	0,02	0,2	< 0,01	

Nota: QF: Queijos maturados com inóculo de esporos frescos de *P. candidum*. QC: Queijos maturados com inóculo de esporos comerciais de *P. candidum*. ^{abc}Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa entre os dias de maturação (Teste de Fischer, p < 0,05). Entre os queijos QF e QC da mesma coluna, o Teste t, p < 0,05 indica diferença significativa.

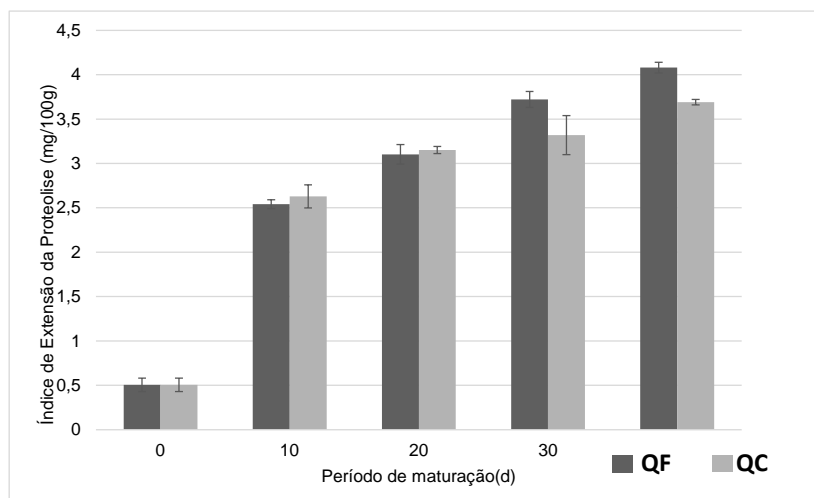
Avaliando o Hue Angle, foi observado diferença estatística apenas no décimo dia de maturação com uma diferença de 6%, entre os queijos QF e QC ($p < 0,01$). Com 40 dias de maturação, o queijo QF ($p = 0,9$) apresentou maior intensidade na sua coloração. Choma permite avaliar a saturação da cor das amostras, entre os queijos QF e QC a maior saturação é observado no queijo QC, apresentando uma diferença ($p = 0,02$) de 20% com 20 dias de maturação, enquanto que com 40 dias de maturação a diferença ($p < 0,01$) foi de 6%.

3.3.6 Avaliação da Proteólise

Os parâmetros utilizados para avaliar a proteólise dos queijos maturados com mofo branco, foram a determinação do índice de extensão da proteólise (IEP), índice de profundidade da proteólise (IPP) e o teor de tirosina. Para queijos maturados, a proteólise é comumente utilizada como índice de maturação. Observa-se que há uma tendência de aumento nos 3 parâmetros avaliados durante a maturação, para os queijos QF e QC (Figura 3.3, 3.4, 3.5).

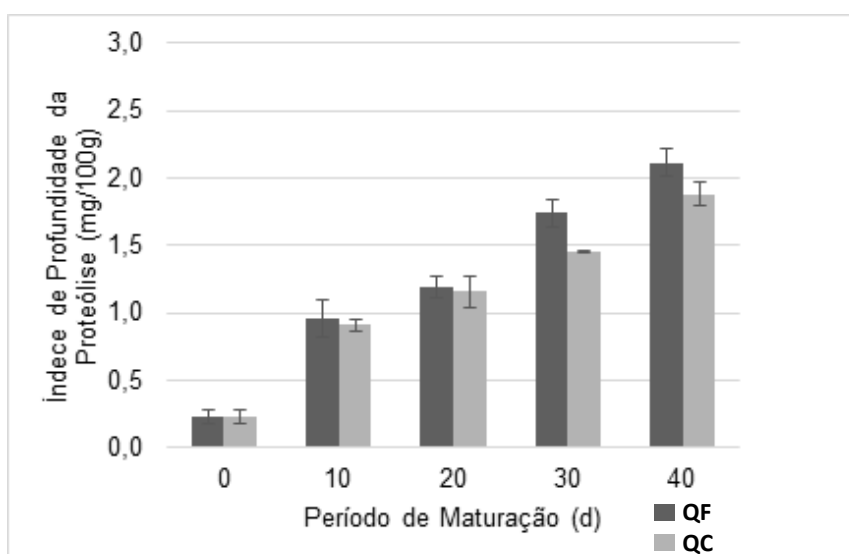
O Índice de Extensão da proteólise, está relacionado com os agentes coagulantes e das proteinases naturais do leite, os quais hidrolisam as proteínas dos queijos em peptídeos de alto peso molecular (NARIMATSU *et al.*, 2003), sendo caracterizada pela quantidade de substâncias nitrogenadas solúveis acumuladas durante o processo de obtenção do queijo (POMBO; LIMA, 1989). Na Figura 3.3, pode-se observar uma diferença não significativa de 3% entre as amostras QF e QC com 20 dias de maturação. Com 40 dias de maturação, o queijo QF apresentou 9% a mais ($p < 0,01$) de extensão da proteólise, que o queijo QC. No quadragésimo dia de maturação, a extensão da proteólise aumentou 87% para os queijos QF e 86% para os queijos QC (Figura 3.3) com relação ao tempo zero.

Figura 3.3- Índice de extensão da proteólise de queijos maturados com mofo branco, inoculados com esporos frescos e esporos comerciais de *P. candidum* com 40 dias de maturação.



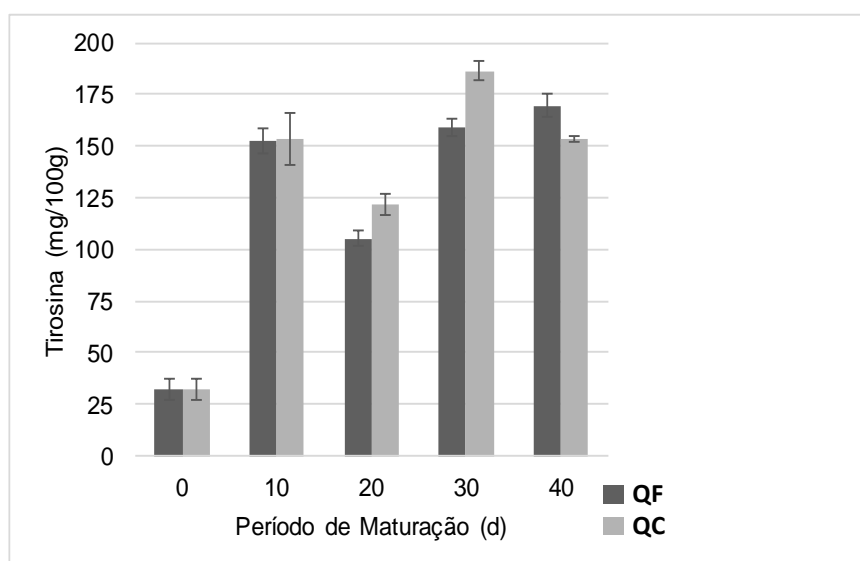
O índice de profundidade da proteólise aumentou significativamente ($p < 0,01$) durante os 40 dias de maturação, 89% para os queijos QF e 88% para os queijos QC (Figura 3.4), apresentando uma variação de 11% ($p < 0,01$), entre os queijos QF e QC. O índice de profundidade da proteólise é resultado da hidrólise dos peptídeos de alto peso molecular em peptídeos de baixo peso molecular, devido a atividade das bactérias lácticas, quantificada pelo teor em nitrogênio não proteico (NARIMATSU *et al.*, 2003).

Figura 3.4 - Índice de profundidade da proteólise de queijos maturados com mofo branco, inoculados com esporos frescos e esporos comerciais de *P. candidum* com 40 dias de maturação.



O teor de Tirosina durante a maturação tende a aumentar, devido a descarboxilação enzimática da tiamina (PEROTTI *et al.*, 2005). Após 40 dias de maturação, a tirosina aumentou ($p < 0,01$) 81% para os queijos QF e 79% para o queijo QC (Figura 3.5), apresentando uma variação de 10 % ($p = 0,01$), entre os queijos QF e QC.

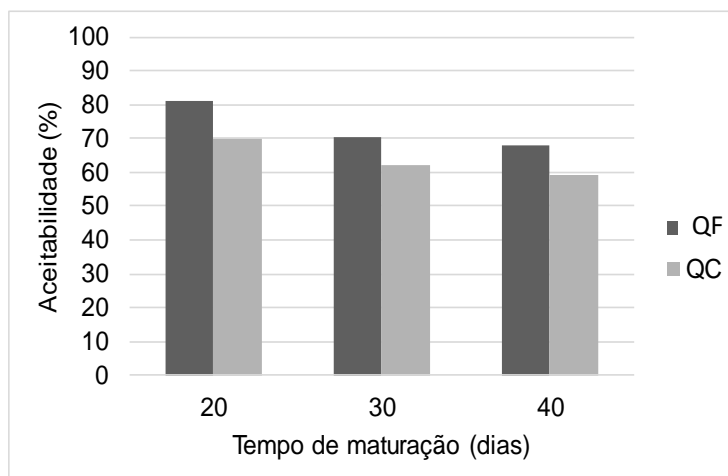
Figura 3.5- Avaliação de Tirosina de queijos maturados com mofo branco, inoculados com esporos frescos e esporos comerciais de *P. candidum* com 40 dias de maturação.



3.3.7 Análise Sensorial

A aceitabilidade dos queijos QF e QC foi avaliada nos tempos 20, 30 e 40 dias de maturação (Figura 3.6). Com 20 dias de maturação, a maior aceitação (81%) foi para a amostra de queijo QF com uma diferença de 15% com relação à amostra de queijo QC ($p < 0,01$). A menor aceitação foi para a amostra de queijo QC (59 %) com 40 dias de maturação.

Figura 3.6- Aceitabilidade de queijos maturados com inóculo de esporos frescos e esporos comerciais de *P. candidum* com 20, 30 e 40 dias de maturação.

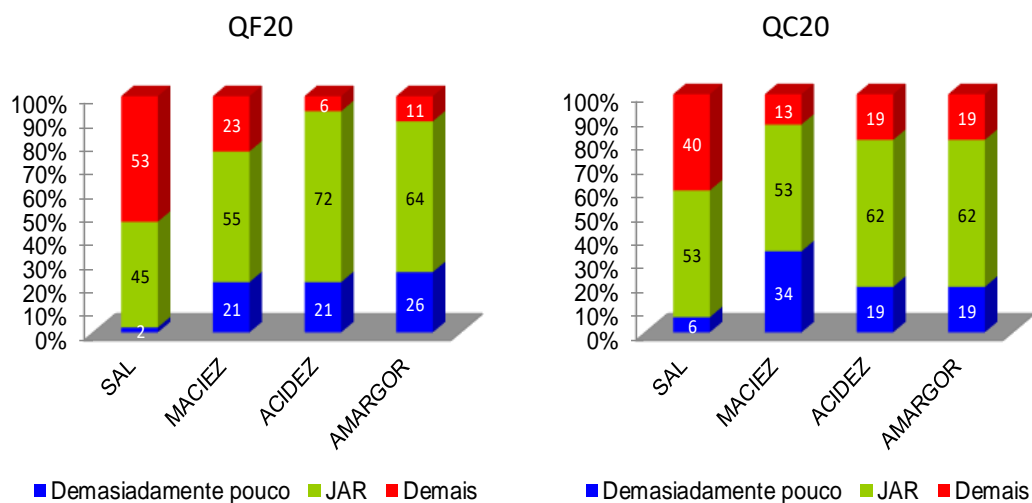


Os atributos que influenciaram significativamente a aceitação das amostras, foram avaliados em teste de escala do ideal, seguido da análise de penalidade. Para discussão, foram considerados os atributos com frequência maior que 20% (Figura 3.7, 3.8 e 3.9).

A avaliação da escala do ideal para os queijos maturados por 20 dias pode ser observada na Figura 3.7. Os avaliadores indicaram que o queijo QF apresenta maior porcentagem de ideal nos atributos maciez, acidez e amargor, comparados com o queijo QC.

No queijo QF, os atributos com efeito significativo para a penalização da média hedônica (aceitabilidade) foram o excesso do sal e maciez penalizando a média hedônica em 0,3 e 0,2 pontos, respectivamente, bem como, a falta de maciez, acidez e amargor, foi penalizado em 0,6, 0,2 e 0,2 pontos, respectivamente. Para o queijo QC, os avaliadores penalizaram a média hedônica pelo excesso de sal em 0,7 pontos, enquanto a falta de maciez penalizou em 1,0 ponto (Figura 3.7).

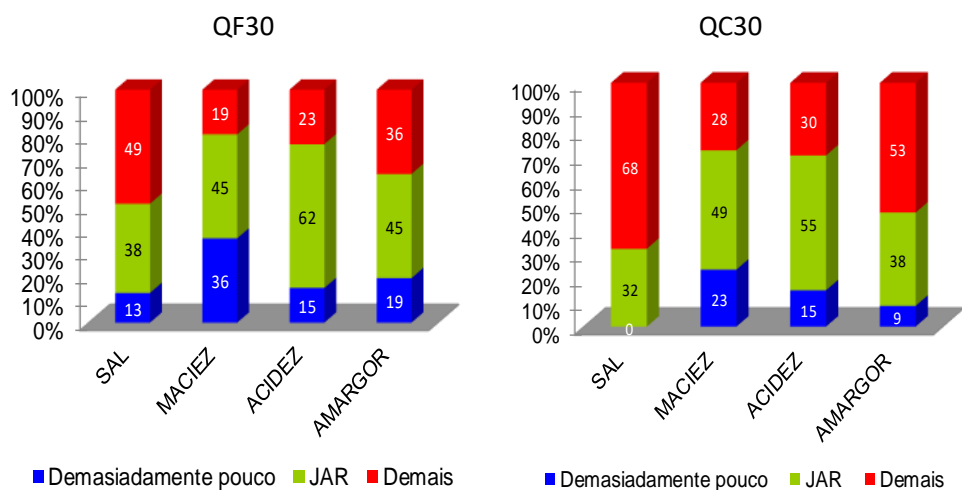
Figura 3.7- Escala do ideal para queijos maturados com inóculo de esporos frescos e esporos comerciais de *P. candidum* com 20 dias de maturação.



Na Figura 3.8 são apresentadas a escala do ideal para os queijos QF e QC com 30 dias de maturação. Pode ser observado que as maiores médias do ideal, pertencem a amostra QF, para os atributos sal, acidez e amargor.

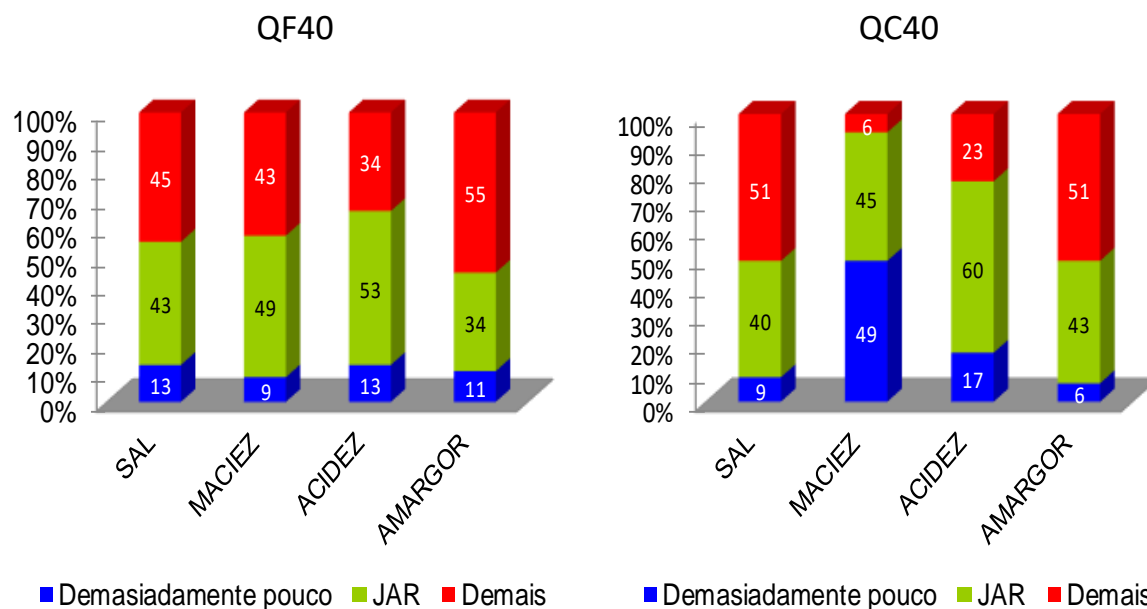
No queijo QF, os atributos com efeito significativo para a penalização da média hedônica (aceitabilidade) foram o excesso do sal, acidez e amargor, penalizando a média hedônica em 0,7, 1,4 e 1,6, respectivamente, bem como a falta de maciez, penalizou em 1,2 pontos. Para o queijo QC, os avaliadores penalizaram a média hedônica pelo excesso de sal, maciez, acidez e amargor em 1,3, 0,8, 0,7 e 1,8 pontos, enquanto a falta de maciez penalizou com 0,6 pontos.

Figura 3.8- Escala do ideal para queijos maturados com inóculo de esporos frescos e esporos comerciais de *P. candidum* com 30 dias de maturação.



Na Figura 3.9 são apresentadas a escala do ideal para os queijos QF e QC com 40 dias de maturação. Pode ser observado que as maiores médias do ideal, pertencem a amostra QF, para os atributos sal e maciez.

Figura 3.9 - Escala do ideal para queijos maturados com inóculo de esporos frescos e esporos comerciais de *P. candidum* com 40 dias de maturação.



No queijo QF, os atributos com efeito significativo para a penalização da média hedônica (aceitabilidade) foram o excesso do sal, maciez, acidez e amargor, penalizando a média hedônica em 0,8, 0,8, 1,4 e 1,6 pontos, respectivamente. Para o queijo QC, os avaliadores penalizaram a média hedônica pelo excesso de sal, acidez e amargor em 1,1, 1,2 e 2,0 pontos, enquanto a falta de maciez penalizou em 2,1 pontos.

Dos atributos avaliados (acidez, sal, amargor e maciez), condizem com as expectativas que levam a uma aceitabilidade ou não, de produtos lácteos, influenciando nas penalidades (GANESAN *et al.*, 2014; MARCANO *et al.*, 2015; TORRI; SALINI, 2016). Os resultados de penalidades individuais, para cada amostra são apresentados na Tabela 3.8.

Tabela 3.8- Penalidades individuais de atributos em queijos maturados com inóculo de esporos frescos e esporos comerciais de *P. candidum*.

Atributos	Média hedônica	Penalidade	Hedônica corrigida
QF20			
Excesso de sal		0,3	7,6
Excesso de maciez		0,2	7,5
Falta de maciez	7,3	0,6	7,9
Falta de acidez		0,2	7,5
Falta de amargor		0,2	7,5
QC20			
Excesso de sal		0,7	7,0
Falta de maciez	6,3	1,0	7,3
QF30			
Excesso de sal		0,7	7,0
Excesso de acidez		1,4	7,7
Excesso de amargor	6,3	1,6	7,9
Falta de maciez		1,2	7,5
QC30			
Excesso de sal		1,3	6,9
Excesso de maciez		0,8	6,4
Excesso de acidez	5,6	0,7	6,3
Excesso de amargor		1,8	7,4
Falta de maciez		0,6	6,2
QF40			
Excesso de sal		0,8	6,9
Excesso de maciez		0,8	6,9
Excesso de acidez	6,1	1,4	7,5
Excesso de amargor		1,6	7,7
QC40			
Excesso de sal		1,1	6,4
Excesso de acidez		1,2	6,5
Excesso de amargor	5,3	2,0	7,3
Falta de maciez		2,1	7,4

Os resultados do teste sensorial *Check-all-that-apply* (CATA) são apresentados conforme a Tabela 3.9. Como pode-se observar, os resultados para o teste de Cochran indicam que não houve diferença significativa para aos tributos de cor amarelo claro, cremoso, odor de manteiga, mofo, casca aveludada, brilhante e ácido. Entretanto, apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) para os atributos salgado, amargo, residual amargo, e alta qualidade. Os atributos significativos são apresentados na Análise de Correspondência (Figura 3.10). O gráfico representa o total de 86,45% ($F1 = 76,99$; $F2 = 9,46$).

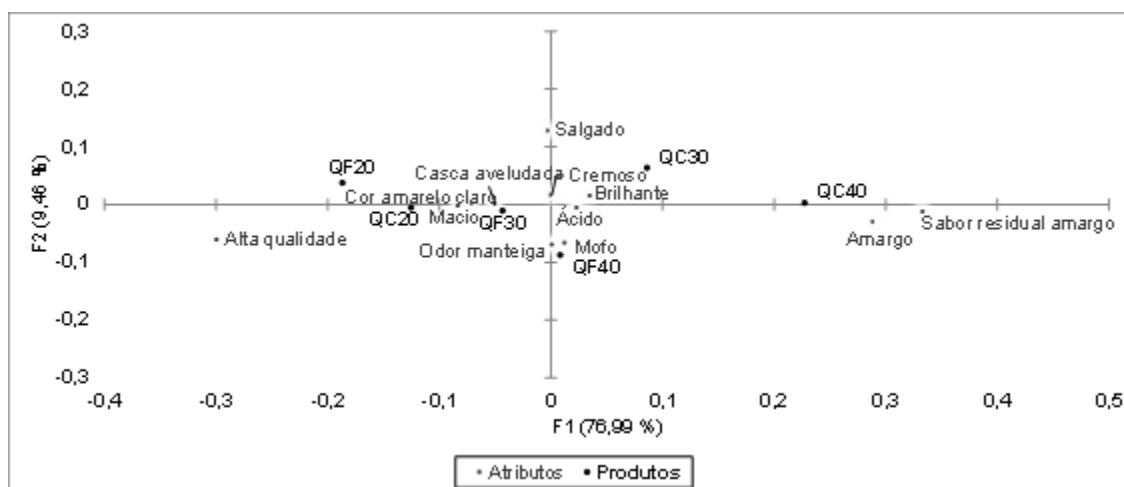
Tabela 3.9- Resultados do teste Q de Cochran para atributos.

Atributos	QF20	QF30	QF40	QC20	QC30	QC40	p
Cor amarelo claro	0,83	0,74	0,81	0,80	0,80	0,72	0,17
Cremoso	0,56	0,50	0,55	0,55	0,57	0,62	0,48
Odor manteiga	0,26	0,27	0,33	0,18	0,27	0,25	0,14
Salgado	0,46 ^{ab}	0,43 ^{ab}	0,34 ^a	0,36 ^a	0,54 ^b	0,44 ^{ab}	< 0,01
Amargo	0,19 ^a	0,30 ^{abc}	0,39 ^{bcd}	0,23 ^{ab}	0,41 ^{cd}	0,52 ^d	<0,01
Mofo	0,27	0,35	0,37	0,31	0,33	0,34	0,28
Casca aveludada	0,58	0,53	0,60	0,59	0,60	0,55	0,67
Brilhante	0,23	0,33	0,29	0,28	0,34	0,30	0,39
Sabor residual amargo	0,14 ^a	0,23 ^{ab}	0,29 ^{abc}	0,18 ^{ab}	0,34 ^{bc}	0,45 ^c	<0,01
Alta qualidade	0,33 ^b	0,27 ^{ab}	0,27 ^{ab}	0,30 ^b	0,18 ^{ab}	0,14 ^a	<0,01
Ácido	0,23	0,22	0,28	0,19	0,20	0,28	0,62
Macio	0,62	0,60	0,61	0,52	0,60	0,49	0,1

Nota: ^{abc}Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa entre as amostras teste Q de Cochran ($p < 0,05$).

As amostras de queijos QF com 20 e 30 dias de maturação, e o queijo QC com 20 dias de maturação foram classificadas como queijos de casca aveludada, cor amarelo claro, odor de manteiga e de alta qualidade. Essas amostras, foram as que apresentaram maiores porcentagens de aceitabilidade pelos avaliadores (Figura 3.6). A amostra de queijo QC com 30 dias de maturação foi classificada como queijo salgado, cremoso e brilhante.

Figura 3.10- Análise de correspondência de análise “Check all that apply” para queijos maturados com inóculo de esporos frescos e esporos comerciais em até 40 dias de maturação.

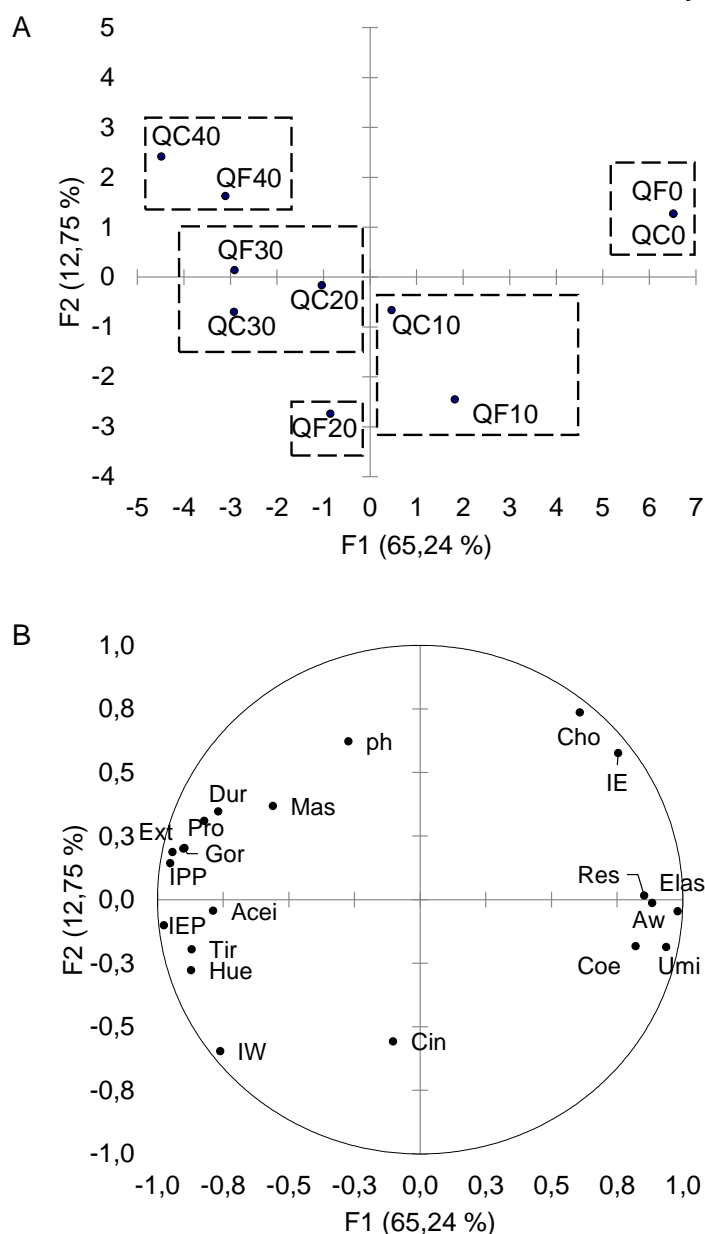


O queijo QF com 40 dias de maturação, foi caracterizado como um queijo ácido e mofo, enquanto o queijo QC com 40 dias de maturação, foi caracterizado como um queijo amargo, com residual amargo. Este último, foi o queijo que obteve menor aceitabilidade entre as amostras avaliadas. O gosto amargo, com residual amargo e aroma amoniacal é comum em queijos maturados com mofo branco. Isso se dá pela atividade proteolítica, com produção de pequenos peptídeos e compostos de amônia, a partir da hidrólise das proteínas, principalmente nas regiões hidrofóbicas da caseína α S1 e β -caseína (FOX *et al.*, 2017).

3.3.8 Correlação Estatística

Todas as variáveis foram utilizadas para avaliar seus principais efeitos sobre os queijos, por meio de análise multivariada. Foi aplicado a Análise de Componentes Principais (PCA), para avaliar a composição físico química, textura, cor, maturação e sensorial. Utilizando o gráfico de dispersão 2D, foi possível identificar os queijos de acordo com a forma de inóculo do *P. candidum* e o período de maturação, sendo apresentadas as variáveis discretas (*scores*) (A) e contínuas (*loadings*) (B). O primeiro componente (PC1) foi capaz de explicar 65,24% da variação, enquanto o PC2 explicou 12,75%, totalizando 77,99% da variação total (Figura 3.11).

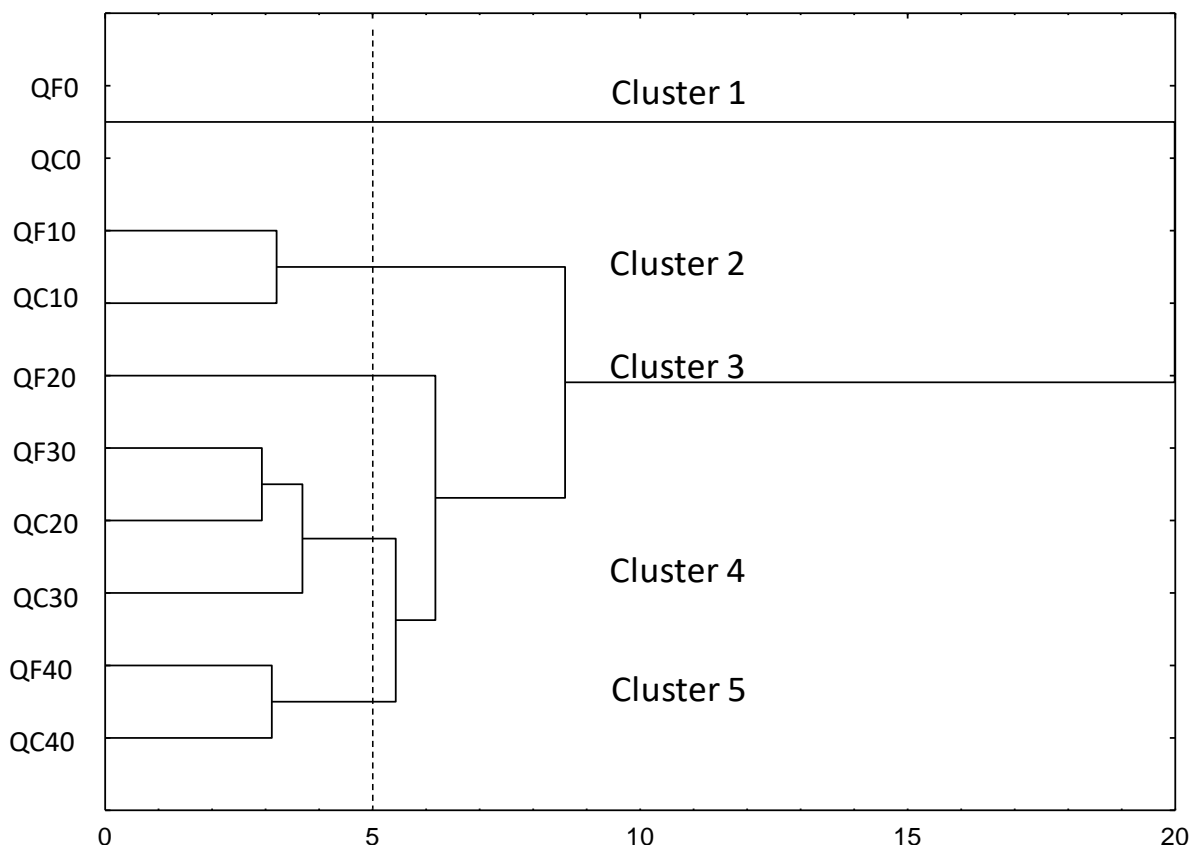
Figura 3.11- Análise de componentes principais para queijos maturados com inóculo de esporos frescos e esporos comerciais de *P. candidum* em até 40 dias de maturação.



Nota: A: Gráfico de dispersão de escores; B: Gráfico de cargas fatoriais. Dur: dureza; Ext: extrato seco total; Mas: mastigabilidade; Pro: proteína; Gor: gordura; IPP: índice de profundidade da proteólise; IEP: índice de extensão da proteólise; Acei: aceitabilidade; Tir: tirosina; Hue: ângulo hue; IW: índice de brancura; Cin: cinzas; Cho: Choma; IE: índice de amarelo; Res: resiliência; Elas: Elasticidade; Coe: Coabilidade; Aw: atividade de água; Umi: Umidade.

As semelhanças encontradas entre as amostras foram avaliadas por análise hierárquica de agrupamento e estão apresentadas como dendograma. De acordo com a similaridade, 5 grupos foram sugeridos (Figura 3.12).

Figura 3.12- Dendograma obtido na Análise Hierárquica de Agrupamentos



No cluster 1, foram agrupados os queijos frescos, após etapa de salga, sem receber a aspersão dos inóculos. No cluster 2, foram agrupados os queijos QF e QC após 10 dias de maturação, correlacionando com os parâmetros de atividade de água, coesividade, umidade e elasticidade. No cluster 3, foi isolado o queijo QF20 (20 dias de maturação), com altos índice de aceitabilidade e índice de brancura.

No cluster 4, foram agrupados os queijos QC com 20 dias de maturação, e os queijos QC30 e QF30 com 30 dias de maturação, correlacionando com os parâmetros de tirosina, ângulo hue e índice de extensão de proteólise. No cluster 5, foram agrupados os queijos QF40 e QC40, com 40 dias de maturação, correlacionados com os parâmetros de índice de profundidade da proteólise, proteína, gordura, mastigabilidade, dureza, extrato seco total e pH.

3.4 CONCLUSÃO

Com a utilização do delineamento experimental seguido da avaliação da metodologia de superfície de resposta, foi possível definir as melhores condições (concentrações de nutrientes e pH do meio) para obtenção da conidiação de *P. candidum*.

A partir da conidiação do *P. candidum*, uma suspensão de esporos frescos foi definida para aplicação na superfície de queijos frescos, levando em consideração o rápido fechamento do micélio superficial.

A aplicação de esporos frescos apresentou um arranque inicial de 2 dias no aparecimento e desenvolvimento do micélio superficial do queijo, diminuindo o risco de contaminação indesejada. Os queijos maturados com esporos frescos foram os melhores aceitos sensorialmente, e apresentam características desejadas, por se manter com características de um queijo pouco maturado, além de apresentar maior densidade superficial do micélio, melhorando a sua aparência. Desta forma, o inóculo de esporos frescos de *P. candidum* em queijos maturados com mofo branco se torna favorável.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, J. C.; DE AGUIAR SOBRAL, L.; ARES, G.; DELIZA, R. Understanding consumers' perception of lamb meat using free word association. **Meat Science**, v. 117, p. 68–74, 2016.

AOAC. Official Methods of Analysis. **The Association of Official Analytical Chemists International**, p. 431, 2016.

BA, D.; BOYACI, I. H. Modeling and optimization i: Usability of response surface methodology. **Journal of Food Engineering**, v. 78, n. 3, p. 836-845, 2007.

BARBANO, D. M.; LYNCH, J. M.; FLEMING, J. R. Direct and indirect determination of true protein content of milk by kjeldahl analysis: Collaborative study. **Journal of AOAC Internations**, v.74. p. 281, 1991.

BARBEDO, J. G. Automatic object counting in Neubauer chambers. **Embrapa Informática Agropecuária**, p.1-4. 2013.

BATTY, D., WAITE-CUSIC, J.G., MEUNIER-GODDIK, L. Influence of cheese-making recipes on the composition and characteristics of Camembert-type cheese. **Journal of Dairy Science**, v. 102, n.1, p. 1–13, 2019.

BOCKELMANN, W.; PORTIUS, S.; LICK, S.; HELLER, K. J. Sporulation of *Penicillium camemberti* in submerged batch culture. **Systematic and Applied Microbiology**, v.

22, n.3, p. 479-485, 1999.

BOUALEM, K.; LABRIE, S.; GERVAIS, P.; WACHÉ, Y.; CAVIN, J. F. Conidiation of *Penicillium camemberti* in submerged liquid cultures is dependent on the nitrogen source. **Biotechnology Letters**, v. 38, n. 2, p. 329–335, 2016.

BOURDICHON, F.; CASAREGOLA, S.; FARROKH, C.; FRISVAD, J. C.; GERDS, M. L.; HAMMES, W. P.; HARNETT, J.; HUYS, G.; LAULUND, S.; OUWEHAND, A.; POWELL, I. B.; PRAJAPATI, J. B.; SETO, Y.; SCHURE, E. T.; BOVEN, A. V.; VANKERCKHOVEN, V.; ZGODA, A.; TUIJTELAARS, S.; HANSEN, E. B. Food microbiology food fermentations : microorganisms with technological beneficial use. **International Journal of Food Microbiology**, v. 154, n. 3, p. 87–97, 2012.

BRASIL. Portaria N° 146, de 07 de março de 1996. Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade dos Produtos Lácteos. Ministério da Agricultura do Abastecimento e da Reforma Agrária. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF. 11 mar 1996.

CASTELL-PALOU, A.; VÁQUIRO, H. A.; CÁRCEL, J. A.; ROSSELLÓ, C.; FEMENIA, A.; SIMAL, S. Mathematical modeling of moisture distribution and kinetics in cheese drying. **Drying Technology**, v. 30, p. 1247-1255, 2012.

COMPARINI, A.; PASSOS, G.; GRAZIADEI, H.; FERREIRA-SILVA, P. H.; LOUZADA, F. Metodologia de superfície De resposta: uma introdução nos softwares r e estatística. **São Carlos**, 14p, 2009.

DE RENSIS, C. M. V. B., PETENATE, A. J., VIOTTO, W. H. Chemical Composition, Rheological and Sensorial Characterization of Reduced Fat Prato Cheese. **Food Science and Technology**, v. 29, n. 3, p. 488-494, 2009.

DIAS, G.; TAVARES, G. M.; CARVALHO, A. F. FURTADO, M. M. Effect of the addition of a supplementary culture on the physical-chemical and sensory characteristics of Camembert-type cheese. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 71, n. 3, p. 500- 506, 2012.

DIMITRELI, G.; THOMAREIS, A. S. Texture evaluation of block-type processed cheese as a function of chemical composition and in relation to its apparent viscosity. **Journal of Food Engineering**, v. 79, n. 4, p. 1364-1373, 2007.

ELDESOUKY, A.; PULIDO, A. F.; MESIAS, F. J. The role of packaging and presentation format in consumers' preferences for food: an application of projective techniques. **Journal of Sensory Studies**, v. 30, p. 360-369, 2015.

FOX, P. F.; GUINEE, T. P.; COGAN, T. M.; McSWEENEY, P. L. H. **Fundamentals of Cheese Science**. 2017.

FURTADO, M. M. **A arte e a ciência do queijo**. São Paulo: Globo, 297 p., 1999.

GALLI, B. D.; MARTIN, J. G. P.; DA SILVA, P. P. M.; 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, 2016.

GANESAN, B.; BROWN, K.; IRISH, D. A.; BROTHERSEN, C.; McMAHON, D. J. Manufacture and sensory analysis of reduced-and low-sodium Cheddar and Mozzarella cheeses. **Journal of Dairy Science**, v. 97, n. 4, p. 1970-1982, 2014.

GILLOT, G.; DECOURCELLE, N.; DAUER, G.; BARBIER, G.; COTON, E.; DELMAIL, D.; MOUNIER, J. 1-Octanol, a self-inhibitor of spore germination in *Penicillium camemberti*. **Food Microbiology**, v. 57, p. 1-7, 2016.

GUNASEKARAN, S.; AK, M. M. **Cheese Rheology and Texture**. CRC Press LLC, Florida, 2003.

HARBUTT, J. **O livro do queijo**. Ed. São Paulo: *Globo*, 2010.

HICKEY, D. K.; GUINEE, T. P.; HOU, J.; WILKINSON, M. G. Effects of variation in cheese composition and maturation on water activity in Cheddar cheese during ripening. **International Dairy Journal**, v. 30, n. 1, p. 53-58, 2013.

IAL (INSTITUTO ADOLFO LUTZ). **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: Métodos físico-químicos para análise de alimentos**, 1ª versão eletrônica. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

JACKSON, S.; DOBSON, A. D. W. Yeasts and molds: *Penicillium camemberti*. **Module in Food Science**, p. 776-779, 2016.

JASTER, H.; JUDACEWSKI, P.; CAROLINE, J.; ZIELINSKI, A. A. F.; DEMIANTE, I. M.; LOS, P. P.; ALBERTI, A.; NOGUEIRA, A. Quality assessment of the manufacture of new ripened soft cheese by *Geotrichum candidum*: physico-chemical and technological properties. **Food Science and Technology**, v. 39, n.1, p. 50-58, 2018.

JUDACEWSKI, P. **Qualidade de queijo tipo Camembert: Culturas primárias e inóculo de micélio microfragmentado**. 2015. 85 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Estadual de Ponta Grossa, Paraná, 2015.

JUDACEWSKI, P.; LOS, P. R.; BENVENUTTI, L.; ALBERTI, A.; SIMÕES, D. R. S.; 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, 2016.

JUDACEWSKI, P.; LOS, P. R.; LIMA, L. S.; ALBERTI, A.; ZIELINSKI, A. A. F.; NOGUEIRA, A. Perceptions of Brazilian consumers regarding white mould surface-ripened cheese using free word association. **International Journal of Dairy Technology**, v. 72, n. 4, p. 585-590, 2019.

KRASNIEWSKI, I.; MOLIMARD, P.; FERON, G.; VERGOIGNAN, C.; DURAND, A.; CAVIN, J. F.; COTTON, P. Impact of solid medium composition on the conidiation in *Penicillium camemberti*. **Process Biochemistry**, v. 41, p. 1318-1324, 2006.

KRULL, R.; WUCHERPFENNIG, T.; ESFANDABADI, M. E.; WALISKO, R.; MELZER, G.; HEMPEL, D. C.; KAMPEN, I.; KWAVE, A.; WITTMANN, C. Characterization and control of fungal morphology for improved production performance in biotechnology. **Journal of Biotechnology**, v. 163, n. 2, p. 112-123, 2013.

LECLERCQ-PERLAT, M.-N.; SICARD, M.; PERROT, N.; TRELEA, I. C.; PICQUE, D.; CORRIEU, G. Temperature and relative humidity influence the ripening descriptors of Camembert-type cheeses throughout ripening. **Journal of Dairy Science**, v. 98, n. 2, p. 1325-1335, 2015.

LOS, P. R. **Caracterização físico-química e sensorial de queijos maturados por *Penicillium candidum* em diferentes períodos de maturação**. 2016. 140 f.

Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Estadual de Ponta Grossa, Paraná, 2016.

MARCANO, J.; VERELA, P.; CUNHA, L. M.; FISZMAN, S. Relating dynamic perception of reformulated cheese pies to consumers' expectations of satiating ability. **Food Research International**, v. 78, p. 369-377, 2015.

MARZO, S. DI.; DI MONACO, R.; CAVELLA, S.; ROMANO, R.; BORRIELLO, I.; MASI, P. Correlation between sensory and instrumental properties of Canestrato Pugliese slices packed in biodegradable films. **Trends in Food Science and Technology**, v. 17, n. 4, p. 169- 176, 2006.

NARIMATSU, A.; DORNELLAS, J. R. F.; SPADOTI, L. M.; PIZAIA, P. D.; ROIG, S. M. Avaliação da proteólise e do derretimento do queijo prato obtido por ultrafiltração. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, p. 177-182, 2003.

OLIVEIRA, E. W.; ESMERINO, E. A.; CARR, B. T.; PINTO, L. P. F.; SILVA, H. L. A.; PIMENTEL, T. C.; BOLINI, H. M. A.; CRUZ, A. G.; FREITAS, M. Q. Reformulating Minas Frescal cheese using consumers' perceptions: Insights from intensity scales and check-all-that-apply questionnaires. **Journal of Dairy Science**, v.100, n. 8, p. 6111-6124, 2017.

PATHARE, P. B.; OPARA, U. L.; AL-SAID, F. A. J. Colour measurement and analysis in fresh and processed foods: A review. **Food and Bioprocess Technology**, v. 6, n. 1, p. 36-60, 2013.

PEREIRA, A. C. P.; JUDACEWSKI, P.; COELHO, G.; SALEM, R. D. S.; MARINHO, M. T.; ALBERTI, A.; ZIELINSKI, A.A.F.; DEMIATE, I. M.; NOGUEIRA, A. Assessment of physicochemical, textural and microbiological properties of brazilian white mold surface-ripened cheeses: a technological approach. **Food Technology**, v. 50, n. 1, p. 1-8, 2020.

PEROTTI, M. C.; BERNAL, S. M.; MEINARDI, C. A.; ZALAZAR, C. A. Free fatty acid profiles of Reggianito Argentino cheese produced with different starters. **International Dairy Journal**. v. 15, p. 1150- 1155, 2005.

POLLARD, A.; SHERKAT, F.; SEURET, M. G.; HALMOS, A. L. Textural changes of natural cheddar cheese during the maturation process. **Journal of Food Science**, v. 68, n. 6, p. 2011-2016, 2003.

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

RÜCKERL, I.; MUHTEREM-UYAR, M.; MURI-KLINGER, S.; WAGNER, K. H.; STESSL, B. *L. monocytogenes* in a cheese processing facility: Learning from contamination scenarios over three years of sampling. **International Journal of Food Microbiology**, v. 189, p. 98-105, 2014.

SCHLESSER, J. E.; SCHMIDT, S. J.; SPECKMAN, R. Characterization of chemical and physical changes in Camembert cheese during ripening. **Journal of Dairy Science**, v. 75, n. 7, p. 1753-1760, 1992.

SHUKLA, R.; SHUKLA, Y. A.; PATHAK, S. Sensory evaluation of Guava cheese prepared from different varieties. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, v. 7, n. 2, p. 780-789, 2018.

SOŁOWIEJ, B.; GLIBOWSKI, P.; MUSZYŃSKI, S.; WYDRYCH, J.; GAWRON, A.; JELIŃSKI, T. The effect of fat replacement by inulin on the physicochemical properties and microstructure of acid casein processed cheese analogues with added whey protein polymers. **Food Hydrocolloids**, v. 44, p. 1-11, 2015.

SPINLER, H. E.; GRIPON, J. C. Surface Mould-ripened Cheeses. In: FOX, P. F.; MCSWEENEY, P. L. H.; COGAN, T. M.; GUINEE, T. P. **Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology** - Volume 2: Major Cheese Groups. 3 ed. London: Chapman & Hall, 2004.

TORRI, Luisa; SALINI, Silvia. An itinerant sensory approach to investigate consumers' perception and acceptability at a food exhibition. **Food Research International**, v. 90, p. 91-99, 2016.

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, 1959.

YOON, Y.; LEE, S.; CHOI, K.-H. Microbial benefits and risks of raw milk cheese. **Food Control**, v. 63, p. 201-215, 2016.

ZIELINSKI, A. A. F.; HAMINIUK, C. W. I.; NUNES, C. A.; SCHNITZLER, E.; VAN RUTH, S. M.; 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.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As expectativas e percepções dos consumidores de queijo maturado com mofo branco foram compreendidas com a utilização do método de associação de palavras, onde os voluntários brasileiros definem o queijo maturado com mofo branco, como um queijo de alta qualidade, agradável, bonito, com aroma de amônia e leite, com textura macia e cremosa. Essas características refletem na preferência de um queijo maturado em um curto período de maturação.

Na tentativa de reduzir o tempo de fechamento do micélio superficial do queijo maturado com mofo branco, foi desenvolvido um meio de cultura nutritivo capaz de proporcionar a formação de conidióforos de *P. candidum*, para então estabelecer uma suspensão de esporos frescos.

A aplicação do inóculo de esporos frescos de *P. candidum* para queijos maturados com mofo branco, proporcionou características de um queijo pouco maturado, com maior densidade superficial do micélio, o que melhora sua aparência. Além disto, o arranque inicial com ganho de 2 dias quando comparado aos queijos maturados com esporos comerciais, é positivo, ao fato que diminui a contaminação indesejada.

Devido as características desejadas pelos consumidores, as amostras de queijos maturados com inóculo de esporos frescos apresentaram maiores notas na avaliação da aceitação sensorial, sendo um queijo com sabor pouco maturado e de boa aparência. Desta forma, o inóculo de esporos frescos de *P. candidum* se torna favorável para maturação em queijos com mofo branco.

As avaliações e informações presente nesta tese, podem ajudar no desenvolvimento de estratégias para favorecer, fortalecer e aumentar o consumo de queijos maturados com mofo branco.

ANEXO A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Universidade Estadual de Ponta Grossa
Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação
COMISSÃO DE ÉTICA EM PESQUISA EM SERES HUMANOS
Av.: Gen. Carlos Cavalcanti, 4748 CEP: 84030-900 Bloco M, Sala 100
Campus Uvaranas Ponta Grossa Fone: (42) 3220.3108 e-mail: seccoep@uegp.br

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Você _____,
está sendo convidado a participar da pesquisa “PRODUÇÃO E APLICAÇÃO DA SUSPENSÃO DE BIOMASSA DE *Penicillium candidum* COMO INÓCULO SUPERFICIAL EM QUEIJO” tendo como pesquisador responsável o Prof^a Dr Alessandro Nogueira da Universidade Estadual de Ponta Grossa e como pesquisador a doutoranda Priscila Judacewski, da Universidade Estadual de Ponta Grossa. O objetivo da pesquisa é desenvolver uma biomassa fresca de *Penicillium candidum* como inóculo superficial em queijo.

A sua participação no estudo será da seguinte forma: provar os queijos de forma individual e preencher as fichas expressando sua opinião a respeito do produto (ficha encontra-se anexada). Gostaríamos de esclarecer que sua participação é totalmente voluntária, podendo você: recusar-se a participar, ou mesmo desistir a qualquer momento sem que isto acarrete qualquer ônus ou prejuízo à sua pessoa. Informamos ainda que as informações serão utilizadas somente para os fins desta pesquisa, e serão tratadas com o mais absoluto sigilo e confidencialidade, de modo a preservar a sua identidade. Os benefícios esperados são disponibilidade de alimentos enriquecidos nutricionalmente a baixo custo, com segurança para o consumo e de aceitação sensorial considerável para futuros consumidores na possibilidade desse produto vir a ser comercializado. No seu caso, você estará contribuindo de forma expressiva para o sucesso dessa pesquisa. Caso você tenha mais dúvidas ou necessite maiores esclarecimentos, pode nos contatar nos endereços abaixo ou procurar o Comitê de Ética em Pesquisa da UEPG, cujo endereço consta deste documento.

Após as análises você será informado dos resultados desta pesquisa da qual participa. Sua participação é voluntária, portanto, não receberá recompensa ou gratificação nem pagará para participar. Será garantido o livre acesso a todas as informações e retirada de dúvidas sobre o estudo, enfim, tudo o que você queira saber antes, durante e depois da participação na pesquisa sem prejuízo ou perda de qualquer benefício que possa ter adquirido, tendo também todas as dúvidas esclarecidas sobre a sua participação neste trabalho. Em caso de dúvidas, você poderá entrar em contato com qualquer um dos membros da pesquisa ou com a Comissão de Ética em Pesquisa da UEPG:

Alessandro Nogueira

Avenida. Carlos Cavalcanti, – Uvaranas, Campus Universitário nº – 4748 Ponta Grossa /PR

Priscila Judacewski

Avenida. Carlos Cavalcanti, – Uvaranas, Campus Universitário nº – 4748 Ponta Grossa /PR

Comitê de Ética em Pesquisa

UEPG campus Uvaranas, Bloco M, sala 100
3108.

Telefone: (42) 3220-

Assinatura do convidado para a pesquisa

Assinatura pesquisador responsável

Assinatura pesquisador participante

Ponta Grossa, ____ de _____ de 2018.

ANEXO B – MODELO DE FICHA PARA AVALIAÇÃO SENSORIAL

Universidade Estadual de Ponta Grossa
 Departamento de Engenharia de Alimentos
 Pós-Graduação Stricto Sensu em Ciência e Tecnologia de Alimentos
 Laboratório de Análise Sensorial de Alimentos

Nome: _____

1) Por favor, prove a amostra e avalie quanto a impressão Global (aparência e sabor) de acordo com a escala a seguir:

- 1- Desgostei extremamente
- 2- Desgostei muito
- 3- Desgostei moderadamente
- 4- Desgostei ligeiramente
- 5- Indiferente
- 6- Gostei ligeiramente
- 7- Gostei moderadamente
- 8- Gostei muito
- 9- Gostei extremamente

Amostra: _____ Nota: _____

2) Marque com X a escala que indica sua opinião sobre o produto

Sal

Muito Salgado Ideal Pouco salgado

Maciez

Muito Salgado Ideal Pouco salgado

Acidez

Muito Salgado Ideal Pouco salgado

Amargo

Muito Salgado Ideal Pouco salgado

3) Marque com um X em TODAS as características que se aplicam na amostra que você provou:

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Cor amarelo claro | <input type="checkbox"/> Casca aveludada |
| <input type="checkbox"/> Casca branca | <input type="checkbox"/> Brilhante |
| <input type="checkbox"/> Cremoso | <input type="checkbox"/> Odor de iogurte |
| <input type="checkbox"/> Odor de manteiga | <input type="checkbox"/> Sabor residual amargo |
| <input type="checkbox"/> Sabor de estábulo | <input type="checkbox"/> Amônia |
| <input type="checkbox"/> Salgado | <input type="checkbox"/> Alta qualidade |
| <input type="checkbox"/> Amargo | <input type="checkbox"/> Ácido |
| <input type="checkbox"/> Mofo | <input type="checkbox"/> Macio |
| <input type="checkbox"/> Gorduroso | <input type="checkbox"/> Caro |

ANEXO C - CORRELAÇÃO DE PEARSON PARA ANÁLISES FÍSICO QUÍMICAS, INSTRUMENTAIS E ACEITAÇÃO SENSORIAL DE QUEIJOS MATURADOS COM ESPOROS FRESCOS E ESPOROS COMERCIAIS DE *P. candidum*.

Variáveis	pH	Umi	Aw	Gor	Pro	Ext	Cin	Dur	Elas	Coe	Mas	Res	IW	IE	Hue	Cho	IEP	IPP	Tir	Acei
pH	1,00																			
Umi	-0,29	1,00																		
Aw	-0,28	0,93	1,00																	
Gor	0,35	-0,82	-0,85	1,00																
Pro	0,16	-0,90	-0,87	0,94	1,00															
Ext	0,28	-1,00	-0,94	0,83	0,92	1,00														
Cin	0,06	0,03	-0,07	-0,17	-0,24	-0,04	1,00													
Dur	0,40	-0,90	-0,78	0,60	0,70	0,89	-0,11	1,00												
Elas	-0,44	0,79	0,83	-0,84	-0,73	-0,78	-0,31	-0,58	1,00											
Coe	-0,52	0,72	0,80	-0,81	-0,68	-0,72	-0,21	-0,57	0,96	1,00										
Mas	0,13	-0,69	-0,59	0,47	0,68	0,71	-0,28	0,71	-0,21	-0,16	1,00									
Res	-0,35	0,72	0,86	-0,71	-0,63	-0,72	-0,37	-0,59	0,89	0,92	-0,26	1,00								
IW	-0,18	-0,64	-0,71	0,56	0,60	0,65	0,32	0,43	-0,60	-0,41	0,30	-0,53	1,00							
IE	0,18	0,65	0,70	-0,55	-0,61	-0,66	-0,28	-0,47	0,58	0,38	-0,33	0,50	-0,99	1,00						
Hue	0,18	-0,69	-0,89	0,73	0,66	0,70	0,35	0,45	-0,81	-0,76	0,28	-0,87	0,78	-0,73	1,00					
Cho	0,43	0,47	0,56	-0,40	-0,47	-0,48	-0,29	-0,29	0,41	0,23	-0,23	0,41	-0,95	0,95	-0,65	1,00				
IEP	0,27	-0,87	-0,95	0,86	0,84	0,87	0,13	0,73	-0,84	-0,77	0,51	-0,83	0,81	-0,81	0,89	-0,68	1,00			
IPP	0,48	-0,85	-0,93	0,93	0,86	0,86	0,03	0,72	-0,88	-0,85	0,51	-0,83	0,63	-0,63	0,84	-0,45	0,96	1,00		
Tir	0,01	-0,78	-0,81	0,86	0,85	0,78	-0,11	0,58	-0,73	-0,62	0,38	-0,60	0,83	-0,84	0,73	-0,75	0,89	0,83	1,00	
Acei	0,31	-0,65	-0,82	0,60	0,55	0,66	0,44	0,53	-0,77	-0,81	0,33	-0,96	0,50	-0,46	0,87	-0,39	0,77	0,75	0,47	1,00

Nota: Umi: umidade; Aw: atividade de água; Gor: Gordura; Pro: proteína; Ext: extrato seco total; Cin: cinzas; Dur: dureza; Elas: elasticidade; Coe: coesividade; Mas: mastigabilidade; Res: Resiliência; IW: índice de brancura; IE: índice de amarelo; Hue: ângulo hue; Cho: choma; IEP: índice de extensão da proteólise; IPP: índice de profundidade da proteólise; Tir: tirosina; Acei: aceitabilidade.