

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA  
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E DE TECNOLOGIA  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E EXTENSÃO  
DOUTORADO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

PAULO RICARDO LOS

DESENVOLVIMENTO DE UM QUEIJO SEMIDURO CONDIMENTADO COM  
CRAVO (*Syzygium aromaticum*) E COMINHO (*Cuminum cyminum*)

PONTA GROSSA  
2020

PAULO RICARDO LOS

DESENVOLVIMENTO DE UM QUEIJO SEMIDURO CONDIMENTADO COM  
CRAVO (*Syzygium aromaticum*) E COMINHO (*Cuminum cyminum*)

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação  
em Ciência e Tecnologia de Alimentos, da  
Universidade Estadual de Ponta Grossa, como  
requisito para obtenção do título de Doutor e Ciência  
e Tecnologia de Alimentos

Orientador: Prof. Dr. Alessandro Nogueira

PONTA GROSSA  
2020

Los, Paulo Ricardo  
L878      Desenvolvimento de um queijo semiduro condimentado com cravo (*Syzygium aromaticum*) e cominho (*Cuminum cyminum*) / Paulo Ricardo Los.  
Ponta Grossa, 2020.  
170 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. Micro-estrutura. 2. Dimensão. 3. Especiarias. 4. Análise sensorial. 5.  
Microbiologia. I. Nogueira, Alessandro. II. Universidade Estadual de Ponta  
Grossa. Ciências e Tecnologia de Alimentos. III.T.

CDD: 664

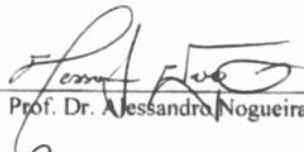
## TERMO DE APROVAÇÃO

PAULO RICARDO LOS

### Desenvolvimento de um queijo semiduro condimentado com cravo (*Syzygium aromaticum*) e cominho (*Cuminum cyminum*)”

Tese aprovada como requisito para obtenção do grau de Doutor(a) 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. Renata Dinnes Santos Salem - UEPG- PR



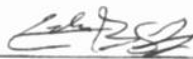
Prof. Dr. Deise Rosana Silva Simões - UEPG- PR



Prof. Dr. Marina Tolentino Marinho - UEPG- PR



Prof. Dr. Simone Beux - UTFPR - PR



Prof. Dr. Eduardo Bittencourt Sydney - UTFPR - PR

Ponta Grossa, 28 de maio de 2020.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por iluminar o caminho trilhado.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Alessandro Nogueira, que conduziu esse trabalho com maestria, sendo exemplo de profissionalismo e competência.

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. Deise Rosana Silva Simões e Dra. Marina Tolentino Marinho, pelo apoio e incentivo.

A todos do Grupo de Trabalho sobre a Ciência e Tecnologia da Maçã; Escola Tecnológica de Leite e Queijos dos Campos Gerais (em especial, minha amiga Priscila Judacewski) e funcionários da Universidade Estadual de Ponta Grossa.

A minha família, por todo amor e suporte.

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

A todos que de alguma forma, participaram e contribuíram para a finalização deste trabalho.

“A simplicidade é o último grau de sofisticação”  
(Leonardo da Vinci)

## RESUMO

O consumo de queijos finos no Brasil cresce a cada ano, e como alternativa para agregar valor e melhorar o perfil sensorial desses produtos, especiarias podem ser adicionadas. Com base nisso, o presente trabalho teve como objetivo no Capítulo I elaborar uma revisão de literatura sobre queijos semi duros. No Capítulo II a elaboração de um protocolo de fabricação de queijo semiduro, variando suas dimensões para o estudo da maturação, no Capítulo III o tratamento de especiarias cravo (*Syzygium aromaticum*) e cominho (*Cuminum cyminum*) por micro-ondas e no Capítulo IV a subsequente aplicação das especiarias no queijo semiduros. Foram realizadas análises microbiológicas e sensoriais nas especiarias, e pode-se concluir que após tratamento térmico, a potência de 810 W utilizada no micro-ondas possui efeito positivo na descontaminação, reduzindo a contagem de mesófilos de  $6 \times 10^4$  para  $1 \times 10^3$  e de bolores e leveduras de  $2,4 \times 10^6$  para  $4 \times 10^3$ . Além disso a elevação da temperatura para 94 °C, alcançada durante o tratamento térmico, melhora as características sensoriais do cominho e não altera o perfil sensorial do cravo. Para a avaliação de como a dimensão do queijo afeta a maturação e características sensoriais dos produtos, foram realizadas análises físico-químicas, de textura, sensoriais e microscopia eletrônica de varredura (MEV). Os resultados deixam claro que os queijos menores, com 450 g, possuem maturação acelerada, atingindo índices de extensão de proteólise de 8,15 g/100 g aos 60 dias de maturação comparados ao queijo de 5 kg com índice de 8,62 g/100 g aos 90 dias; esse fato ocorre devido a distribuição de bactérias lácticas, a qual pode ser observada por MEV. A avaliação sensorial detectou que queijos com 2,5 kg, fabricados com cultura do tipo LD, com características de produzirem aromas amanteigados, obtiveram melhor aceitabilidade pelos consumidores (85%), sendo assim selecionado para a aplicação de especiarias cravo e cominho. Utilizando planejamento experimental, foram aplicadas as especiarias previamente tratadas no queijo semiduro de 2,5 kg. Para a caracterização foram aplicados métodos físico-químicos e sensoriais com consumidores e painel treinado utilizando a análise de dominância temporal de sensações. Pode-se concluir que não houve modificação nos parâmetros físico-químicos. Os queijos que foram adicionados de cravo e cominho, na proporção de 0,6% cada, tiveram alterações sensoriais positivas, melhorando a aceitabilidade e reduzindo aromas pouco desejáveis como gosto ácido e residual ácido. Esse trabalho demonstra que é possível descontaminar especiarias com baixo custo para que sejam aplicadas em queijos. Além disso as dimensões dos queijos têm influência direta na maturação e como consequência, afetam sensorialmente os produtos, sendo um diferencial o conhecimento desses processos. A aplicação de especiarias melhora o perfil sensorial e aceitabilidade de produtos, sendo, portanto, uma alternativa para produtores de queijos agregarem valor a seus produtos.

Palavras chave: micro-estrutura de queijos, dimensão de queijos, tratamento de especiarias, análise sensorial, microbiologia.

## ABSTRACT

The consumption of fine cheeses in Brazil grows every year, and as an alternative to add value and improve the sensory profile of these products, spices can be added. Based on this, the present work aimed at Chapter I to elaborate a literature review on semi-hard cheeses. In Chapter II the elaboration of a semi-hard cheese making protocol, varying its dimensions for the study of maturation, in Chapter III the treatment of clove (*Syzygium aromaticum*) and cumin (*Cuminum cyminum*) spices by microwave and in Chapter IV the subsequent application of spices in semi-hard cheese. Microbiological and sensory analyzes were carried on the spices, and after the thermal treatment of 810W power microwave, with a positive effect on decontamination, with mesophilic count decreasing from  $6 \times 10^4$  to  $1 \times 10^3$  and molds and yeasts from  $2.4 \times 10^6$  to  $4 \times 10^3$ . In addition, the rise in temperature to  $94^\circ \text{C}$ , achieved during heat treatment, improves the sensory attributes of cumin and does not alter the sensory profile of the clove. For the evaluation of how the cheese dimension affects the maturation and sensory characteristics of the products, physical-chemical, texture, sensory analyzes and scanning electron microscopy (SEM) were performed. The results make it clear that smaller cheeses weighing 450 g have accelerated ripening, reaching proteolysis extension rates of 8.15 g/100g at 60 days of maturity compared to cheese greater than 5 kg with an index of 8.62 g/100g to 90 days; this fact occurs due to the distribution of lactic bacteria, which can be observed by SEM. The sensory evaluation detected that cheeses weighing 2.5 kg, manufactured with LD type culture with 60 days of ripening, with characteristics of producing buttery aromas, obtained better acceptability by consumers (85%), being thus selected for the application of clove and cumin spices. Using experimental planning, the previously treated spices were applied to the 2.5 kg semi-hard cheese. For the characterization, physical-chemical and sensory methods were applied with consumers and a trained panel using the temporal dominance analysis of sensations. It can be concluded that there was no change in the physical-chemical parameters. Cheeses that were added with cloves and cumin, in the proportion of 0.6% each, had positive sensory changes, improving acceptability and reducing undesirable aromas such as acidic and acidic aftertaste. This work demonstrates that it is possible to decontaminate spices at low cost so that they can be applied in cheeses. In addition, the dimensions of the cheeses have a direct influence on the ripening and, as a consequence, affect the products sensorially, with knowledge of these processes being a differential. The application of spices improves the sensory profile and acceptability of products, being, therefore, an alternative for cheese producers to add value to their products.

Keywords: cheese microstructure, cheese dimension, spice treatment, sensory analysis, microbiology.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1	Processo e amostragem de queijos semiduros de diferentes dimensões.....	57
Figura 2.2	Queijo semiduro fabricado com cultura LD com 60 dias de maturação.....	61
Figura 2.3	Índice de Extensão de Proteólise (IEP) para queijos semiduros de diferentes dimensões.....	67
Figura 2.4	Índice de Profundidade de Proteólise (IPP) para queijos semiduros de diferentes dimensões.....	68
Figura 2.5	Índice de Maturação (IM) para queijos semiduros de diferentes dimensões.....	69
Figura 2.6	Comparação entre queijos P e G para visualização da distribuição do espaçamento entre glóbulos de gordura nos queijos LD.....	74
Figura 2.7	Micrografias da microscopia eletrônica de varredura dos queijos semiduros em diferentes dimensões.....	75
Figura 2.8	Comparação de micrografias da microscopia eletrônica de varredura dos queijos semiduros em dimensões LDP (esquerda) e LDGG (direita).....	76
Figura 2.9	Resultados para análise de aceitabilidade de queijos semiduros em diferentes dimensões.....	77
Figura 2.10	Resultados da escala do ideal para queijos maturados por 30 dias com diferentes dimensões.....	79
Figura 2.11	Resultados da escala do ideal para queijos maturados por 60 dias com diferentes dimensões.....	80
Figura 2.12	Resultados da escala do ideal para queijos maturados por 90 dias com diferentes dimensões.....	82
Figura 2.13	Gráfico de análise de correspondência de análise <i>Check All That Apply</i> para queijos fabricados com culturas O e LD em diferentes dimensões e tempos de maturação.....	87
Figura 2.14	Análise de Componentes Principais para queijos fabricados com cultura O e LD em diferentes dimensões em diferentes tempos de maturação.....	89
Figura 3.1	Representação da tela do software SensoMaker.....	106
Figura 3.2	Parâmetros de análise de uma curva Tempo-Intensidade.....	107
Figura 3.3	Análise de termogravimetria para cominho em pó.....	110
Figura 3.4	Análise de termogravimetria para cravo em pó.....	110
Figura 3.5	Superfície de Resposta para a variável contagem de mesófilos em amostras de cominho tratadas termicamente por micro-ondas.....	113
Figura 3.6	Superfície de Resposta para a variável contagem de mesófilos em amostras de cravo tratados termicamente por micro-ondas.....	114
Figura 3.7	Resultado para análise de MSE para amostras de cominho.....	118
Figura 3.8	Resultado para análise de MSE para amostras de cravo.....	119
Figura 3.9	Resultado para análise do fator F para amostras de cominho....	120
Figura 3.10	Resultado para análise do fator F para amostras de cravo.....	121
Figura 3.11	Análise de ANOVA – 2 WAY para amostras de cominho.....	122

Figura 3.12	Análise de ANOVA – 2 WAY para amostras de cravo.....	123
Figura 3.13	Curva de tempo-intensidade para as amostras de cominho.....	125
Figura 3.14	Curva de tempo-intensidade para as amostras de cravo.....	126
Figura 4.1	Fluxograma de fabricação de queijo adicionado de especiaria.....	136
Figura 4.2	Queijo LDG60 adicionado de especiarias cravo (0,6%) e cominho (0,6%).....	142
Figura 4.3	Análise de aceitabilidade para amostras de queijo semiduro LDG60 adicionadas de cravo e cominho.....	145
Figura 4.4	Mapa de preferência de amostras de queijo semiduro adicionados de cravo e cominho.....	145
Figura 4.5	Perfil de classes de queijos semiduros adicionados de cravo e cominho.....	147
Figura 4.6	Resultados de análise de penalidades para a escala do ideal de queijos semiduros adicionados de cravo e cominho.....	149
Figura 4.7	Gráfico de Análise de Correspondência para dados CATA de queijos adicionados de cravo e cominho.....	152
Figura 4.8	Gráficos de dominância temporal de sensações para formulações adicionadas de cravo e cominho.....	154

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1	Principais parâmetros físico-químicos e sensoriais de queijos semiduros Danbo, Havarti, Gouda e Prato.....	21
Tabela 1.2	Principais análises sensoriais em queijos semi-duros.....	33
Tabela 2.1	Dimensões das formas utilizadas para fabricação de queijos semi-duros.....	56
Tabela 2.2	Parâmetros físico-químicos (g/100g) dos queijos fabricados com cultura tipo O fabricados em diferentes dimensões.....	63
Tabela 2.3	Parâmetros físico- químicos (g/100g) dos queijos fabricados com cultura tipo LD fabricados em diferentes dimensões.....	64
Tabela 2.4	Índices de maturação para os queijos tipo O e LD fabricados em diferentes dimensões.....	65
Tabela 2.5	Perfil de Textura de queijos fabricados com cultura tipo O em diferentes dimensões.....	71
Tabela 2.6	Perfil de Textura de queijos fabricados com cultura tipo LD em diferentes dimensões.....	72
Tabela 2.7	Penalidades individuais de atributos em queijos semiduros.....	83
Tabela 2.8	Resultados do teste Q de Cochran para atributos.....	85
Tabela 3.1	Planejamento fatorial completo 2 <sup>2</sup> com ponto central, para tratamento térmico de especiarias por micro-ondas.....	100
Tabela 3.2	Concentração das soluções de gosto básico (g/L) para teste de limite de detecção para seleção de avaliadores.....	104
Tabela 3.3	Descontaminação microbiológica por micro-ondas para amostras de cominho.....	112
Tabela 3.4	Tabela ANOVA para modelo de superfície de resposta do cominho para contagem de mesófilos.....	113
Tabela 3.5	Descontaminação microbiológica para amostras de cravo.....	113
Tabela 3.6	Tabela ANOVA para modelo de superfície de resposta do cravo para a resposta contagem de mesófilos.....	114
Tabela 3.7	Limiar geométrico das concentrações detectadas pelos avaliadores.....	115
Tabela 3.8	Parâmetros de intensidade do extrato de cominho.....	124
Tabela 3.9	Parâmetros de intensidade do extrato de cravo.....	125
Tabela 4.1	Planejamento Experimental 2 <sup>2</sup> para adição de especiarias cravo e cominho em queijo semiduro.....	135
Tabela 4.2	Resultados das análises físico-químicas para queijos semiduros LDG60 adicionados de cravo e cominho.....	143
Tabela 4.3	Resultados de Análise de Perfil de Textura (TPA) para queijos semiduros LDG60 adicionados de cravo e cominho.....	144
Tabela 4.4	Resultados por classes do teste de aceitabilidade de queijos semiduros adicionados de cravo e cominho.....	147
Tabela 4.5	Teste Q de Cochran para atributos significativos do teste CATA para queijos adicionados de cravo e cominho.....	150

## LISTA DE SIGLAS

<b>ABNT</b>	Associação Brasileira de Normas Técnicas
<b>AC</b>	Análise de Correspondência
<b>ACP</b>	Análise de Componentes Principais
<b>ANOVA</b>	Análise de Variância
<b>Av</b>	Avaliador
<b>BL</b>	Bactérias lácticas
<b>CAH</b>	Cluster Aglomerativa Hierárquica
<b>CATA</b>	<i>Check all that apply</i>
<b>CIP</b>	<i>Clean in Place</i>
<b>COEP</b>	Comitê de Ética e Pesquisa
<b>CTA</b>	Centro de Tecnologia Agroalimentar
<b>DEA</b>	Departamento de Engenharia de Alimentos
<b>DCU</b>	<i>Danisco Counting Units</i>
<b>EST</b>	Extrato Seco Total
<b>ETLQueijos</b>	Escola Tecnológica de Leite e Queijos dos Campos Gerais
<b>FESCON</b>	Fazenda Escola Capão da Onça
<b>IN</b>	Instrução Normativa
<b>MAPA</b>	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
<b>MSE</b>	<i>Mean Squared Error</i>
<b>PDO</b>	Produto com Denominação de Origem
<b>TDS</b>	<i>Temporal Dominance of Sensations</i> (Dominância Temporal de Sensações)
<b>TI</b>	Tempo Intensidade
<b>UEPG</b>	Universidade Estadual de Ponta Grossa
<b>UFC</b>	Unidades Formadoras de Colônias

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	14
<b>OBJETIVOS</b> .....	16
<b>CAPÍTULO I: REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	17
1.1 INTRODUÇÃO.....	17
1.2 MÉTODOS.....	18
1.3 QUEIJOS SEMIDUROS.....	18
1.3.1 Maturação de Queijos Semiduros.....	22
1.3.1.1 Eventos primários.....	23
1.3.1.2 Eventos secundários.....	24
1.4 USO DE ESPECIARIAS EM QUEIJOS.....	25
1.4.1 Cominho.....	26
1.4.2 Cravo.....	28
1.4.3 Descontaminação Microbiológica de Especiarias.....	29
1.4.4 Micro-ondas.....	30
1.5 ANÁLISE SENSORIAL DE QUEIJOS SEMIDUROS.....	31
1.5.1 <i>Check-all-that-apply</i> (CATA).....	35
1.5.2 Tempo-Intensidade (TI).....	36
1.5.3 Dominância Temporal de Sensações (TDS).....	37
1.5.4 Outros Métodos Sensoriais.....	39
1.6 MICROESTRUTURA DE QUEIJOS.....	39
1.7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	40
REFERÊNCIAS.....	42
<b>CAPÍTULO II: AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE MATURAÇÃO EM QUEIJOS SEMIDUROS DE DIFERENTES DIMENSÕES POR MEIO DE ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS, SENSORIAIS E DE MICROESTRUTURA</b> .....	52
2.1 INTRODUÇÃO.....	53
2.2 MATERIAIS E METODOS.....	54
2.2.1 Desenvolvimento de Protocolo de Queijo Semiduro.....	54
2.2.2 Amostragem.....	56
2.2.3 Avaliação Físico-Química de Queijos Semiduros de Diferentes Dimensões.....	57
2.2.3.1 Análises físico-químicas.....	57
2.2.3.2 Análises de índices de maturação.....	58
2.2.3.3 Análise de Perfil de Textura ( <i>Texture profile analysis</i> - TPA).....	58
2.2.3.4 Análise de Microestrutura (MEV-FEG).....	58
2.2.3.5 Análise sensorial com consumidores.....	59
2.2.3.6 Análise Estatística.....	60
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	60
2.3.1 Análises Físico-Químicas.....	60
2.3.2 Análises de Índices de Maturação.....	65
2.3.3 Análise de Perfil de Textura.....	69
2.3.4 Análise de Microestrutura.....	73
2.3.5 Análise Sensorial.....	77

2.3.6	Correlação Estatística.....	88
2.4	CONCLUSÃO.....	90
	REFERÊNCIAS.....	92

**CAPÍTULO III: ESTUDO SENSORIAL POR TEMPO-INTENSIDADE DOS EFEITOS DA AÇÃO DE MICRO-ONDAS NA DESCONTAMINAÇÃO DE ESPECIARIAS CRAVO (*Syzygium aromaticum*) E COMINHO (*Cuminum cyminum*).....**

96

3.1	INTRODUÇÃO.....	97
3.2	MATERIAIS E MÉTODOS.....	99
3.2.1	Materiais.....	99
3.2.2	Análise Térmica (TG-DTA).....	99
3.2.3	Tratamento Térmico por Micro-ondas.....	99
3.2.4	Análise da Descontaminação Microbiológica.....	100
3.2.4.1	Preparo das amostras.....	100
3.2.4.2	Análise de <i>Salmonella spp.</i> .....	100
3.2.4.3	Análise de coliformes totais.....	101
3.2.4.4	Análise de bactérias mesófilas.....	101
3.2.4.5	Análise de bolores e leveduras.....	101
3.2.5	Análise Sensorial Tempo-Intensidade (TI).....	102
3.2.5.1	Preparo dos extratos de especiarias.....	102
3.2.5.2	Condições da análise.....	102
3.2.5.3	Recrutamento e pré-seleção.....	103
3.2.5.4	Seleção: teste de limite ( <i>threshold</i> ).....	103
3.2.5.5	Treinamento do painel: gostos básicos.....	105
3.2.5.6	Treinamento do painel: extratos de especiarias.....	105
3.2.5.7	Avaliação do painel pelo software PanelCheck.....	107
3.2.5.8	Análise das especiarias.....	108
3.2.6	Análise Estatística.....	109
3.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	109
3.3.1	Análise Térmica.....	109
3.3.2	Descontaminação Microbiológica.....	111
3.3.3	Análise Sensorial (Tempo-Intensidade).....	115
3.3.3.1	Treinamento para análise tempo-intensidade.....	116
3.3.3.2	Monitoramento da performance do painel.....	117
3.3.3.3	Análise de tempo-intensidade para as amostras de cravo e cominho.....	123
3.4	CONCLUSÃO.....	126
	REFERÊNCIAS.....	128

**CAPÍTULO IV: APLICAÇÃO DE ESPECIARIAS CRAVO E COMINHO EM QUEIJOS SEMIDUROS MATURADOS: AÇÃO NA MATURAÇÃO E AVALIAÇÃO SENSORIAL POR DOMINÂNCIA TEMPORAL DE SENSAÇÕES.....**

131

4.1	INTRODUÇÃO.....	132
4.2	MATEIRIAS E MÉTODOS.....	133
4.2.1	Materiais.....	133
4.2.2	Fabricação do Queijo com Especiarias.....	133

4.2.3	Análises Físico-Químicas.....	136
4.2.3.1	Análise de composição proximal.....	137
4.2.3.2	Análise dos índices de maturação.....	137
4.2.3.3	Análise do perfil de textura.....	137
4.2.4	Análises Sensoriais.....	137
4.2.4.1	Condições dos testes.....	137
4.2.4.2	Análise com consumidores.....	138
4.2.4.3	Mapa de preferência.....	138
4.2.4.4	Análise do perfil de classes.....	139
4.2.4.5	Dominância temporal de sensações.....	139
4.2.5	Análise Estatística.....	141
4.2.5.1	Dados físico-químicos.....	141
4.2.5.2	Dados sensoriais.....	141
4.3	RESULTADOS E DISCUSSAO.....	142
4.3.1	Análises Físico-Químicas.....	142
4.3.2	Análises Sensoriais.....	144
4.3.2.1	Aceitabilidade e mapa de preferência.....	144
4.3.2.2	Análise de perfil de classes.....	146
4.3.2.3	Análise de penalidades.....	148
4.3.2.4	CATA.....	150
4.3.2.5	Dominância Temporal de Sensações (TDS).....	152
4.4	CONCLUSÃO.....	156
	REFERÊNCIAS.....	157
	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>160</b>
	<b>ANEXO A - PROTOCOLO DE FABRICAÇÃO DE QUEIJO SEMI DURO PASTEURIZADO.....</b>	<b>162</b>
	<b>ANEXO B - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....</b>	<b>163</b>
	<b>ANEXO C - QUESTIONÁRIO DE RECRUTAMENTO DE EQUIPE SENSORIAL.....</b>	<b>165</b>
	<b>ANEXO D – FICHA DE AVALIAÇÃO PARA LIMITE DE DETECÇÃO TRESHOLD.....</b>	<b>166</b>
	<b>ANEXO E – TABELA DE CORREÇÃO DE PEARSON.....</b>	<b>167</b>
	<b>ANEXO F - FICHA CATA PARA QUEIJOS DE DIFERENTES DIMENSÕES.....</b>	<b>169</b>
	<b>ANEXO G - FICHA CATA PARA QUEIJOS ADICIONADOS DE ESPECIARIAS.....</b>	<b>170</b>

## INTRODUÇÃO

Com o aumento no consumo de queijos finos, inovações se fazem necessárias, no intuito de adaptar as características sensoriais ao paladar dos brasileiros.

Para o desenvolvimento desse mercado em ascensão, a compreensão dos fatores envolvidos no processo de maturação de queijos é fundamental, e auxilia a indústria a adaptar os métodos de produção ao mercado consumidor.

Uma das principais modificações que é possível realizar nos queijos está relacionada à dimensão dos mesmos, porém pouco se sabe sobre como essa alteração afeta os parâmetros físico-químicos relacionados aos processos que ocorrem durante a maturação. Outra modificação que necessita maiores estudos, é a adição de especiarias em queijos finos, o que pode contribuir com o perfil sensorial, e conseqüentemente, a intenção de compra dos produtos. No entanto, para que as mesmas sejam adicionadas, necessitam passar por tratamento térmico, já que muitas vezes possuem uma carga microbiana inicial elevada, capaz de contaminar o queijo e interferir no processo de maturação.

Várias tecnologias podem ser empregadas para que ocorra o tratamento térmico, porém, boa parte de custo elevado e pouco acessível a micro indústrias e pequenos produtores; com isso, estudos com a utilização de micro-ondas podem ser uma forma de resolver o problema.

Outro ponto importante, refere-se ao estudo da influência da temperatura no perfil sensorial de algumas especiarias e na avaliação de como a adição das mesmas afeta sensorialmente os produtos.

Com base nessas proposições, o objetivo principal deste trabalho foi a avaliação de como as diferentes dimensões de queijos semiduros podem afetar os processos de maturação bem como avaliar a descontaminação térmica das especiarias cravo e cominho, com a utilização de micro-ondas e posterior aplicação no queijo no qual a dimensão obteve os melhores resultados sensoriais e físico-químicos.

O Capítulo I foi destinado a uma revisão de literatura sobre queijos semiduros e quais métodos sensoriais que podem ser utilizadas para avaliar esse tipo de produto.

No Capítulo II foi avaliado como a dimensão do queijo afeta a maturação e características sensoriais dos produtos; para isso análises físico-químicas, de textura, sensoriais e microscopia eletrônica de varredura (MEV) foram aplicadas.



O Capítulo III teve como objetivo avaliar o tratamento térmico de especiarias cravo e cominho, por meio de micro-ondas, para a descontaminação microbiológica e posterior aplicação em queijos. Foram aplicadas análises microbiológicas e sensoriais nos produtos tratados termicamente.

No Capítulo IV avaliou-se a aplicação das especiarias cravo e cominho, utilizando planejamento experimental, no queijo semiduro desenvolvido nos capítulos anteriores. Como resposta, foram aplicados métodos físico-químicos e sensoriais com consumidores e painel treinado utilizando a análise de dominância temporal de sensações.

## OBJETIVOS

### OBJETIVO GERAL

*Elaborar* um novo protocolo de produção/fabricação de queijo semiduro, estudando suas dimensões e posterior aplicação de cravo e cominho tratados termicamente por micro-ondas.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

*Desenvolver* um novo protocolo de fabricação de queijo semiduro;

*Avaliar* a influência de cultura heterofermentativa (LD) e homofermentativa (O) na maturação e sensorial de queijos semiduros;

*Avaliar* a maturação de um novo queijo semiduro com diferentes dimensões utilizando Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) e análises físico-químicas; *Avaliar* a descontaminação microbiológica das especiarias cravo e cominho utilizando tratamento por micro-ondas;

*Avaliar* sensorialmente as especiarias cravo e cominho tratadas termicamente pelo método Tempo-Intensidade;

*Adicionar* especiarias cravo e cominho tratadas por micro-ondas em queijos semiduros a partir de planejamento experimental;

*Avaliar* sensorialmente queijos semiduros adicionados de cravo e cominho por meio de testes afetivos e dinâmicos.

## CAPÍTULO I: REVISÃO DE LITERATURA

### 1.1 INTRODUÇÃO

No Brasil, o consumo de queijos finos está aumentando, com estimativa de chegar a 9,3 kg *per capita* até 2030 (MINTEL, 2019). Com isso faz-se necessária a pesquisa, a fim de melhorar as condições de produção e consequente oferta desse tipo de produto (MARINHO *et al.*, 2015).

O queijo semiduro mais consumido no Brasil é o prato, com protocolo de produção baseado em queijos semiduros como o dinamarquês Danbo e o holandês Gouda. O queijo prato possui características principais de ser um queijo amanteigado, macio e com residual amargo (MATERA *et al.*, 2018).

Em algumas regiões do mundo são fabricados queijos semiduros com adição de especiarias. No Oriente Médio queijos como Otlu, Surk e Caara; na Europa queijos franceses e suíços como Bellevue e Bollette d'Ausnes e nos EUA queijos Cheddar e Monterrey Jack, todos pensando na melhoria da aceitabilidade sensorial pelos consumidores, sendo que para isso as especiarias devem passar por processo de descontaminação microbiológica (HAYALOGLU; FARKYE, 2011).

Essa descontaminação geralmente é realizada por meio de tratamento térmico utilizando calor seco direto, com temperaturas elevadas chegando próximo aos 140 °C, o que pode afetar sensorialmente a qualidade das mesmas, aumentando ou reduzindo o aroma e sabor (MAGEED *et al.*, 2012).

Para avaliar esses efeitos, a análise sensorial deve ser utilizada, e métodos dinâmicos se enquadram nesse tipo de análise, já que se faz necessário um aprofundamento na descrição e comportamento das amostras frente ao tratamento térmico e a evolução do sabor no paladar. Além disso esses métodos estão sendo difundidos para a caracterização de produtos complexos, como queijos, e interpretam os atributos de textura como sendo dinâmicos e variando entre produtos (DIJKSTERHUIS; PIGGOTT, 2000).

Para entender melhor a textura, a avaliação da microestrutura faz-se presente, auxiliando na compreensão de como a matriz proteica, distribuição da gordura e das culturas lácteas podem alterar parâmetros sensoriais (EL-BAKRY; SHEEHAN, 2014).

Portanto, esse capítulo tem como objetivo a avaliação de estudos científicos na área de [1] queijos semiduros, [2] tratamento térmico de especiarias, [3] métodos sensoriais dinâmicos e [4] microestrutura de queijos.

## 1.2 MÉTODOS

Para o levantamento bibliográfico foram considerados artigos disponíveis nas plataformas Scholar Google e Science Direct. Para a pesquisa de queijos semi-duros foram utilizadas as palavras chave: “*semi-hard, cheese, gouda, edam, prato, havarti e danbo*”. Os artigos considerados para a revisão deveriam conter as palavras no título ou nas palavras-chaves. Para a pesquisa de especiarias cravo e cominho foram consideradas as palavras chave “*spices, clove, cumin e microwave*”. Caso não estivessem no título, foram verificados os resumos de artigos publicados em qualquer ano. Para a pesquisa de análise sensorial foi utilizada a palavra chave “*sensory combinada com as palavras “acceptability, cheese, profile, TDS, CATA, TI e consumer*”. Foram considerados artigos que utilizaram métodos sensoriais em queijos semi-duros de leite bovino.

## 1.3 QUEIJOS SEMIDUROS

Segundo relatório da Mintel (2019), empresa líder em pesquisa global de mercado, o consumo de queijos finos ou especiais no Brasil está aumentando em cerca de 11,1% ao ano, com crescimento de 7,3 kg *per capita*/ano até 2019, com perspectivas de até 2030 chegar ao consumo de 9,6 kg de queijo *per capita*, onde aproximadamente 50% da população demonstra interesse em inserir queijos especiais ao consumo (MARINHO *et al.*, 2015).

Segundo a Portaria nº 146 de 7 de março de 1996 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), os queijos semiduros recebem essa classificação de acordo com o teor de umidade, sendo classificados dessa maneira os que possuem umidade entre 36,0 e 45,9% (BRASIL, 1996).

Esta classe de queijos faz parte dos queijos especiais, também chamados de finos ou maturados, sendo comumente encontrados na Europa produtos como Gouda e Edam (ÇAKIR; CLARK, 2009; FROHLICH-WYDER *et al.*, 2017).

Esses queijos são fabricados de modo similar, e a principal alteração se encontra nas dimensões do queijo, sendo o Gouda encontrado na forma de “roda” e o Edam na forma de “bola”. O extrato seco varia de 51 a 56%, com características principais a presença de olhaduras, riqueza de sabor principalmente com notas sensoriais de sabor de nozes (JO *et al.*, 2017).

Na Dinamarca os queijos semiduros mais conhecidos são o queijo Havarti e Danbo, com denominação de origem controlada. Os queijos dinamarqueses, Havarti e Danbo, tem como característica principal a produção de compostos aromáticos, como diacetil, que lembram a manteiga, devido a ação das culturas primárias utilizadas em sua produção (RITVANEN *et al.*, 2010) .

A gordura inicial do leite também afeta o sabor, sendo que em queijos Danbo foi verificada a presença de gosto amargo no queijo com baixo teor de gordura. Desta forma, a variação da cultura primária e do leite utilizado pode ocasionar uma modificação do perfil aromático desses queijos (RITVANEN *et al.*, 2005; SØRENSEN; BENFELDT, 2001).

A composição do queijo Havarti varia com a maturação, sendo que o extrato seco permanece em torno de 42%, com quantidade de gordura variando de no mínimo 22% e no máximo 39% (TUNICK; VAN HEKKEN, 2010). Características sensoriais preferidas em queijos Havarti, atribuídas por consumidores, foram cor amarela, textura macia e riqueza em sabor (RITVANEN *et al.*, 2010).

Em queijos Danbo, o extrato seco varia de 42 a 55%, com gordura entre 13 e 25%. Sensorialmente esse queijo se caracteriza como um queijo de textura firme, odor acentuado de queijo e manteiga e amargor decrescente à medida que se prolonga a maturação (MADSEN; ARDÖ, 2001).

No Brasil, o queijo semiduro mais consumido é o prato, com textura macia e sabor amanteigado, sendo produzido com base na fabricação de queijos dinamarqueses (BEMFEITO *et al.*, 2016; MATERA *et al.*, 2018). Esse queijo tem como características principais um perfil sensorial amanteigado, salgado e com sabor residual amargo, com extrato seco variando de 50 a 60% (COSTA *et al.*, 2018; MATERA *et al.*, 2018).

Pesquisas recentes com esse queijo demonstram um interesse em reduzir a quantidade de sal, com o intuito de reduzir o índice de doenças cardiovasculares na população brasileira. Em geral, os estudos que realizam a substituição ou redução do

cloreto de sódio demonstram uma boa aceitabilidade dos produtos, com poucas alterações físico-químicas e sensoriais (COSTA *et al.*, 2018; SILVA *et al.*, 2018).

Na Tabela 1.1 pode-se observar as principais pesquisas que relacionam as características físico-químicas, de dureza e sensoriais dos queijos semiduros abordados neste capítulo. Com isso pode-se observar uma semelhança entre esses queijos, tanto com relação aos principais parâmetros físico químicos, quanto nas características sensoriais.

Tabela 1.1: Principais parâmetros físico-químicos e sensoriais de queijos semiduros Danbo, Havarti, Gouda e Prato.

Queijos	Extrato seco (g/100g)	Proteína (g/100g)	Gordura (g/100g)	Características sensoriais	Dureza (N)	Autores
Danbo	42 a 55	26,5	13 a 27	Textura firme, odor acentuado, amargor	42,9 a 62,4	(HOLM; MORTENSEN; RISBO, 2006; MADSEN; ARDÖ, 2001; SØRENSEN; BENFELDT, 2001; WITTRUP; NØRGAARD, 2010)
Havarti	41 a 61	19,2	18 a 39	Cor amarela, textura macia, odor manteiga, pungente	19 a 56	(RITVANEN <i>et al.</i> , 2005; TUNICK; VAN HEKKEN, 2010)
Gouda	51 a 56	24,0	23 a 48	Presença de olhaduras, cremosidade, riqueza de sabor, sabor de nozes, pungente	34 a 77	(JO <i>et al.</i> , 2017; MESSENS <i>et al.</i> , 1999; RITVANEN <i>et al.</i> , 2005; TUNICK; VAN HEKKEN, 2010; VAN LEUVEN; VAN CAELENBERG; DIRINCK, 2008)
Prato	50 a 60	22,3 a 27,0	20 a 31	Ácido, salgado, amanteigado, sabor residual amargo	20 a 50	(COSTA <i>et al.</i> , 2018; MATERA <i>et al.</i> , 2018; SILVA <i>et al.</i> , 2018)

Fonte: o autor

Dentre os queijos citados, observa-se que a textura é um parâmetro que se modifica entre as amostras, variando de macia a firme e pode ser considerada com um parâmetro que define o tipo do queijo (NØRGAARD, 2010). O sabor ou residual amargo está presente em todos os queijos, e é considerado um parâmetro de qualidade para esse tipo de produto (COSTA *et al.*, 2018). A riqueza de sabor, sabores amanteigados e de nozes são características desejáveis que melhoram a aceitabilidade sensorial (JO *et al.*, 2017).

### 1.3.1 Maturação de Queijos Semiduros

A maturação de diferentes tipos de queijos ocorre em períodos que variam de duas semanas a mais de dois anos, sendo um processo complexo envolvendo mudanças bioquímicas e microbiológicas, resultando em textura, aroma e sabor específicos a cada variedade (MCSWEENEY, 2011).

Vários parâmetros influenciam o desenvolvimento da microbiota inoculada durante a maturação, entre eles o pH, o teor de umidade do produto, cloreto de sódio (sal) e a temperatura (BERESFORD *et al.*, 2001).

As mudanças bioquímicas que ocorrem durante a maturação podem ser divididas em duas etapas. Os eventos primários, causados pelas culturas *starter* adicionadas, são os metabolismos de lactose, lactato, citrato, lipólise e proteólise, seguido por eventos secundários, oriundos de culturas secundárias, sendo de formação de compostos aromáticos e de sabor, que incluem o metabolismo de aminoácidos e ácidos graxos (FOX *et al.*, 2017).

Poucas informações podem ser encontradas em livros e artigos científicos de como o tamanho do queijo afeta a maturação, textura e distribuição das bactérias lácticas e pouco se sabe sobre a influência dos parâmetros físico-químicos nesse processo. Alguns autores citam que queijos menores possuem uma maturação mais acelerada, porém não revelam detalhes em como essas alterações ocorrem e qual a correlação das mesmas com a modificação dos parâmetros físico-químicos (FOX *et al.*, 2017).



### 1.3.1.1 Eventos primários

O principal evento ocasionado principalmente pelas culturas *starters* é a glicólise, ou seja, a transformação da lactose em ácido láctico e lactato. Esse metabolismo acarreta na desmineralização das micelas de caseína, devido a redução do pH, e conseqüente fragilização da textura do queijo, deixando-o mais macio (MURTAZA *et al.*, 2014).

Cerca de 96% da lactose do leite é perdida no soro durante a fabricação, em forma de lactose ou lactato. A fermentação da lactose residual (4%) é feita pelas bactérias lácticas *starter*, durante a fabricação, produzindo ácido láctico e no início da maturação produzindo lactato. A fermentação completa da lactose no queijo pode evitar o desenvolvimento de uma microbiota contaminante durante a maturação e é fundamental para o desenvolvimento da microbiota secundária, responsável pela produção de aroma, sabor e olhaduras (FOX *et al.*, 2017).

O ácido láctico, principalmente sob a forma de L-lactato no queijo, pode ser utilizado na produção de compostos que colaboram para a intensificação de aromas em queijos (MCSWEENEY; FOX, 2004).

A formação do aroma ocorre por meio de reações de oxidação, para isso o lactato deve passar pela reação de racemização, a fim de se obter quantidades iguais de D- e L-lactato. Nessa reação bactérias lácticas oxidam L-lactato utilizando a enzima L-lactato desidrogenase, que reduz piruvato para D-lactato (MCSWEENEY; SOUSA, 2000). Embora a maior parte da lactose seja convertida em lactato no início da maturação, ocorre a formação de compostos aromáticos como diacetil, acetoína, acetaldeído, ou ácido acético, utilizando uma fração do piruvato intermediário produzido durante o metabolismo (PAGTHINATHAN; NAFEES, 2017).

A acidificação define quais micro-organismos irão se desenvolver e a atividade enzimática, tendo assim um efeito indireto na produção de aroma (HASSAN; EL-GAWAD; ENAB, 2013).

Os principais compostos voláteis responsáveis pelo aroma em queijos semiduros são o diacetil e acetaldeído, sintetizados a partir do metabolismo de oxidação do citrato, desencadeado por meio de enzimas liberadas pelas culturas *starter* (MCSWEENEY, 2011).

O leite possui uma quantidade pequena de citrato (130 mg/100 mL), sendo que na massa de queijo essa concentração aumenta em aproximadamente três vezes,

devido a dessoragem. O citrato é metabolizado durante a maturação por microrganismos do tipo *Lactococcus lactis diacetylactis* e *Leuconostoc* sp. (POGAČIĆ *et al.*, 2013).

#### 1.3.1.2 Eventos secundários

O principais eventos secundários que ocorrem em queijos semiduros são a lipólise e proteólise. A lipólise ocorre por enzimas exógenas ou endógenas do leite, capazes de liberar ácidos graxos de cadeia curta, que contribuem significativamente para o desenvolvimento do sabor e de compostos voláteis em queijos (MCSWEENEY, 2011).

A hidrólise de triglicérides é a transformação mais significativa durante a maturação. Ácidos graxos livres contribuem para o aroma do queijo, e sua intensidade depende não somente da concentração, mas da distribuição entre as fases aquosa e gordurosa, o pH do meio, a presença de certos cátions e a degradação proteica (THIERRY *et al.*, 2017).

Agentes lipolíticos presentes no queijo tem origem no leite e na microbiota. O leite contém uma lipase potente, chamada lipase-lipoproteína, que pode ser inativada por pasteurização; por esse motivo queijos fabricados com leite pasteurizado possuem um perfil aromático diferente se comparados aos produzidos com leite cru (FOX *et al.*, 2017).

As culturas *starter* possuem lipases intracelulares importantes para a produção de compostos aromáticos, como cetonas, e ainda podem oxidar formando lactonas, que participam de maneira efetiva na composição final do aroma (THIERRY *et al.*, 2017).

A proteólise é o evento bioquímico secundário que contribui para a maciez na textura devido a hidrólise da caseína e para a diminuição da atividade de água devido a interação entre grupos amino da caseína. Essa reação tem influência no sabor através da produção de aminoácidos, que servem como substrato para outras vias metabólicas geradoras de aroma e sabor (PAGTHINATHAN; NAFEES, 2017).

Durante a maturação a proteólise é catalisada por uma série de enzimas oriundas do coagulante e do leite, e a hidrólise das caseínas é feita principalmente pela plasmina, enzima nativa do leite. Em queijos semiduros de massa lavada, foi

verificado que essa enzima tem um aumento de atividade, devido a solubilização e consequente eliminação de inibidores da plasmina (VÉLEZ *et al.*, 2015).

Um padrão correto da proteólise segue uma sequência de hidrólise inicial pelas enzimas residuais do coagulante, indicado pelo índice de extensão de proteólise, verificado por meio de análises físico-químicas de nitrogênio solúvel em ácido tricloroacético (TCA 12%), ainda no início da maturação, onde os peptídeos de cadeia média liberados, contendo prolina, contribuem para o gosto amargo do queijo. Os compostos de metabolismo secundário desses peptídeos são os responsáveis pela parte principal do sabor, por meio da liberação de aminoácidos livres, de sabor agradável, indicado pela análise de profundidade de proteólise, verificando a concentração de nitrogênio solúvel em pH 4,6 (ZHAO; SCHIEBER; GÄNZLE, 2016).

#### 1.4 USO DE ESPECIARIAS EM QUEIJOS

O uso de ervas e especiarias em queijos contribui para a melhoria da qualidade e aceitabilidade dos produtos, melhorando aspectos nutricionais e sensoriais, como sabor, aroma e coloração. Porém, para que a adição seja feita de maneira efetiva, é necessário o uso de especiarias de alta qualidade, a fim de não comprometer o processo de maturação dos queijos (HAYALOGLU; FARKYE, 2011).

Além de impactar no sabor dos queijos, as ervas e especiarias podem causar alterações microbiológicas no produto, uma vez que podem estar contaminadas devido má manipulação. Diversos vegetais podem ser utilizados em queijos finos, desde ervas secas, pimentas, cebola, e especiarias como cravo e cominho (HAYALOGLU; FARKYE, 2011).

Ao norte da Holanda, na região da Frísia, ocorreu avanço das queijarias e fabricação extensiva de manteiga. O leiteiro, resíduo proveniente do processamento da manteiga, era utilizado para a fabricação de queijos com cravo na região sul da Frísia, e na região norte o mesmo resíduo era utilizado para a fabricação de queijo com cominho; com o passar dos anos, os dois queijos se fundiram, dando origem ao “*Kanterkaas*” (BOEKEL, 1953).

O “*Kanterkaas*” possui denominação de origem controlada, sendo permitida sua fabricação apenas na região da Frísia. Sua denominação engloba os queijos adicionados somente de cravo (*Kanternagelkaas*) ou cominho (*Kanterkomijnnekaas*),

sendo ambos semiduros, com casca lisa, e coloração que varia de amarelo ouro a amarelo-esverdeado (GALLE *et al.*, 2011).

A adição de especiarias pode ser em forma de pós ou desidratadas e sua incorporação geralmente é realizada na massa antes da enformagem, sendo importante a qualidade microbiológica das mesmas, devendo para isso, passar por tratamento químico, térmico ou irradiação (HAYALOGLU; FARKYE, 2011).

Em queijos fabricados com leite de ovelha, a adição de cominho não alterou a maturação, sendo que foi observada uma melhora na proteólise e características sensoriais do produto (CAKIR; CAKMAKCI; HAYALOGLU, 2016).

Em queijos Prato com teor reduzido de sódio adicionados de especiarias para melhorar a aceitabilidade e características sensoriais, não foram observadas alterações físico-químicas e de maturação, ou seja, a adição de especiarias é uma alternativa viável para melhorar a qualidade sensorial de queijos semiduros (SILVA *et al.*, 2018).

#### 1.4.1 Cominho

O cominho (*Cuminum cyminum*) é uma planta da família Apiacea, geralmente utilizado como aditivo de sabor em diversas preparações alimentícias. Sua composição engloba 37% de fibras, 15,6% de proteínas, 6% de umidade, 9% de cinzas e 11% de lipídeos (EL-GHORAB *et al.*, 2010).

O cominho é originário do Egito, e atualmente é cultivado na região do Oriente Médio em ampla escala. Sua utilização em alimentos ocorre por meio das sementes desidratadas, contendo os óleos essenciais responsáveis pelo aroma e sabor dessa especiaria. Quando utilizado, o cominho se destina a acrescentar sabor, principalmente em produtos cárneos, porém com usos também em produtos lácteos, como queijos. (AMIN, 2012).

Seu óleo essencial compreende de 2 a 4% da massa total da semente, tendo como característica principal gosto amargo e sabor adstringente, devido ao seu principal componente, a timoquinona (JOHRI, 2011; SRINIVASAN, 2018).

Os óleos essenciais de especiarias possuem atividade na diminuição de risco de diversas doenças, devido a capacidade antioxidante presente nesses produtos. Estudos indicam uma inibição de radicais livres de aproximadamente 85% para o cominho em pó (EL-GHORAB *et al.*, 2010; MNIF; AIFA, 2015). Os principais

compostos fenólicos encontrados no cominho são catequina, epicatequina, ácido dicafeoilquínico, ácido caféico, ácido siríngico, ácido clorogênico e quercetina (VALLVERDÚ-QUERALT *et al.*, 2014).

Em extração acelerada do óleo essencial, utilizando micro-ondas como método não destrutivo, foi observado uma melhoria na qualidade da composição do óleo essencial, com maior disponibilidade dos compostos bioativos e aroma intensificado (BENMOUSSA *et al.*, 2018).

Além de atividade antioxidante, os óleos essenciais de especiarias são conhecidos por apresentarem capacidade antimicrobiana, apresentando estabilidade de vida de prateleira, porém sua concentração no produto em pó não é o suficiente para garantir a inocuidade do produto, sendo encontrados indícios de presença de mesófilos aeróbios e coliformes, principalmente devido a higiene ambiental em que a especiaria se encontra (KEDIA *et al.*, 2014).

Estudos realizados mostram que culturas fúngicas são mais sensíveis que bactérias quando expostas ao óleo essencial de cominho (SHETTY; SINGHAL; KULKARNI, 1994; WANNER *et al.*, 2010).

Em sementes de cominho *in natura*, um estudo para verificar a composição volátil da especiaria, submetida a condições de torra e forno micro-ondas provou que o uso de forno micro-ondas a 730 W por 10 minutos apresentou um maior rendimento de óleo essencial, retendo melhor as características voláteis do mesmo, porém não foi verificada a inibição de micro-organismos (BEHERA; NAGARAJAN; JAGAN MOHAN RAO, 2004).

A combinação de radiação ultravioleta e infravermelha na descontaminação de sementes de cominho resultou em descontaminação efetiva quando utilizaram a radiação UV máxima (ERDOĞDU; EKIZ, 2011).

Durante a utilização da radiação micro-ondas, foi observado que o tratamento aumenta a concentração de aldeídos nas sementes, indicativo de que esse tratamento melhora as características sensoriais da especiaria, sendo preferível o tratamento por micro-ondas do que por aquecimento direto convencional (MAGEED *et al.*, 2012).

Em pesquisa realizada para a caracterização sensorial de cominho, foram encontrados atributos como cítrico, floral, herbal, picante e doce, sendo a característica mais importante o aroma de cominho. Além disso, amostras cultivadas em diferentes regiões, foram submetidas a análise Tempo-Intensidade (TI), utilizada

para demonstrar quais apresentavam aroma mais intenso (DATTATREYA; PRAKASH; BHAT, 2004; RAVI; PRAKASH; BHAT, 2013).

Estudo comprova que uma temperatura de 82 °C em tratamento a vácuo para descontaminação da especiaria não gera alterações sensoriais perceptíveis, sendo que foi detectada somente uma alteração de cor, medida instrumentalmente (DUNCAN *et al.*, 2017).

#### 1.4.2 Cravo

O cravo é uma inflorescência da planta *Syzygium aromaticum*, da família das Mirtáceas, comumente conhecido como aditivo em diversos alimentos. O cravo em pó possui 10% de umidade, 9% de cinzas, 60% de carboidratos, 6% de proteína, 6% de cinzas e 10% de lipídios, sendo que destes, 14% equivalem aos óleos essenciais do ingrediente, o qual possui inúmeras aplicações terapêuticas e antimicrobianas (RANA; RANA; RAJAK, 2011).

A composição do óleo essencial do cravo consiste de 36 componentes, sendo que o principal e mais conhecido é o eugenol, correspondendo a 88% da composição, com propriedades anestésicas, antimicrobianas, antivirais e compostos antioxidantes (CHAIEB *et al.*, 2007).

Pesquisas demonstram que o extrato puro de cravos, a uma concentração de 160 µg/mL provou ter uma atividade antioxidante de 90%, comparável a conservantes químicos como BHT (KIM *et al.*, 2011). Dentre os compostos fenólicos de importância em sua fração oleosa, se destacam o ácido gálico e seus derivados, quercetina e kaempferol (SHAN *et al.*, 2005).

O óleo essencial de cravo provou ter efeitos redutores em *Listeria monocytogenes* presente em queijos e produtos cárneos, com redução da atividade do micro-organismo a concentrações a partir de 1% (FU *et al.*, 2007). O uso de óleo de cravo é eficaz na inibição de micro-organismos como *Streptococcus aureus*, *Escherichia coli*, porém os mesmos ainda se mantêm presentes nos produtos (AYOOLA *et al.*, 2008).

Para a verificação da inibição fúngica em alimentos, foi comparado o uso de óleos essenciais de cravo e tomilho. O óleo de cravo mostrou baixa eficiência na inibição fúngica se comparado com o tomilho, sendo assim susceptível a contaminação por essa classe de micro-organismos (OMIDBEYGI *et al.*, 2007). Em

outro estudo, o óleo de cravo provou ser eficaz para a inibição de *Aspergillus niger* e o tomilho para *A. flavus*, porém ainda apresentando efeito menor se comparado a outras especiarias (VIUDA-MARTOS *et al.*, 2010).

Em pesquisa realizada para a quantificação de óleo essencial de cravo durante o processo de moagem, foi observada uma redução em sua quantidade, devido ao aquecimento por atrito, resultando em temperaturas superiores a 55 °C (SINGH; GOSWAMI, 2000).

Poucas informações sobre o perfil sensorial de cravo são encontradas na literatura. Nos alimentos o cravo confere um gosto doce aos produtos no qual é aplicado, com aromas pungente, adstringente e picante (HEINRICHS *et al.*, 2016).

#### 1.4.3 Descontaminação Microbiológica de Especiarias

Como citado anteriormente, apesar das especiarias possuírem capacidade antimicrobiana, não são isentas de micro-organismos patogênicos que possam vir a contaminar os produtos em que serão aplicadas. No caso dos queijos, onde as especiarias são adicionadas cruas na massa antes da enformagem, é necessária a descontaminação das mesmas, a fim de diminuir a contagem microbiológica no produto final (BOURDOUX *et al.*, 2016).

Métodos conhecidos de esterilização são comumente empregados em especiarias como radiação ionizante e jato de plasma, proporcionando descontaminação significativa sem alteração das propriedades dos alimentos, porém com alto custo para aplicação (HERTWIG *et al.*, 2015; ORTEGA-RIVAS; SALMERÓN-OCHOA, 2014; TAKEMURA *et al.*, 2014).

Radiação ultravioleta desempenha efeitos positivos na desinfecção, quando as partes em exposição recebem pelo menos 400 J/m<sup>2</sup>. Algumas desvantagens desse método é a penetrabilidade, já que somente as superfícies em exposição são desinfetadas, além de ocorrer a oxidação de componentes instáveis a esse tipo de radiação (MORRIS; BRODY; WICKER, 2007; ORTEGA-RIVAS; SALMERÓN-OCHOA, 2014).

No método UV é necessário conhecer parâmetros críticos de aplicação como transmissividade do produto, configuração geométrica do reator, o comprimento de onda, potência, o fluxo do produto (em caso de produtos líquidos) e área de superfície (MORRIS *et al.*, 2007). Estudo sobre o efeito de luz UV e radiação infravermelho na

descontaminação de sementes de cominho, indica que somente a radiação UV não é suficiente para uma redução significativa na contagem de micro-organismos, sendo necessária a combinação de outros métodos de descontaminação (ÇAKIR *et al.*, 2012).

O uso de ultrassom para descontaminação é conhecido, porém limita-se a uma matriz líquida. No líquido, além da formação de pontos de calor e produção de radicais livre ocorre a formação de áreas de instabilidade, de altas e baixas pressões, causando cavitação, principal processo que causa a diminuição da espessura da membrana celular, ruptura e consequente motilidade dos micro-organismos (PIYASENA; MOHAREB; MCKELLAR, 2003).

Sendo assim, a busca por métodos eficientes e economicamente viáveis é interessante ou desejável. O método de radiação por micro-ondas é um deles.

#### 1.4.4 Micro-Ondas

O método de radiação por micro-ondas surge como uma alternativa com custo reduzido, fácil acesso e com descontaminação efetiva (GUO *et al.*, 2017). Para que o tratamento térmico seja efetivo, é necessária a distribuição uniforme da temperatura, fator este dependente do design do aparelho utilizado, e do tipo de processo, em batelada ou contínuo, e das características do produto como geometria das partículas e propriedades dielétricas (AHMED; RAMASWAMY, 2010; WANG *et al.*, 2003).

O princípio do aquecimento dos produtos baseia-se na absorção da energia eletromagnética gerada pelo micro-ondas, que faz rotacionar moléculas de água (dipolos) ou polares de acordo com o campo eletromagnético alternado formado, gerando calor por atrito (EKEZIE *et al.*, 2017).

O aquecimento do material a partir do seu interior está entre as vantagens de utilizar micro-ondas como tratamento térmico. Esse tipo de aquecimento auxilia na manutenção de determinadas características dos alimentos, pois diminui o stress térmico, decorrente do aquecimento lento e em gradiente realizado nos métodos convencionais, porém, devido à elevação da temperatura, a qualidade volátil do produto tratado pode ser comprometida (VENKATESH; RAGHAVAN, 2004).

Em cominho, testes foram realizados comparando a aplicação de micro-ondas e torra, já que essa especiaria passa pelo último processo antes de ser adicionada em alimentos. Os resultados mostram que há uma redução da quantidade de voláteis



após o procedimento de torra, sendo necessária a otimização do processo para que ocorra a menor perda (BEHERA; NAGARAJAN; JAGAN MOHAN RAO, 2004).

### 1.5 ANÁLISE SENSORIAL DE QUEIJOS SEMIDUROS

A análise sensorial é uma ferramenta que utiliza os órgãos dos sentidos a fim de avaliar e analisar produtos, com base em cálculos estatísticos. A utilização de análise sensorial auxilia a entender melhor o consumidor e em como os aspectos e características do produto influenciam a escolha do mesmo (PECORE, 2003).

Os métodos sensoriais se dividem em discriminativos, afetivos e descritivos. Os métodos discriminativos são também chamados de testes de diferença, onde o objetivo principal consiste em descobrir se existe diferença significativa entre amostras (DUTCOSKY, 2015).

Os métodos afetivos, também chamados de testes subjetivos, utilizam a percepção individual de avaliadores consumidores, ou seja, que tenham hábito de consumir o produto, porém sem treinamento prévio, e tem como objetivo mensurar a preferência ou aceitabilidade de um produto. Esse tipo de teste leva em consideração fatores fisiológicos, psicológicos e de ambiente e sua relação com o alimento que está sendo testado, sendo que, métodos como segmentação e mapas de preferência vêm sendo utilizados em estudos recentes (QANNARI, 2017).

Os métodos descritivos são os que descrevem qualitativamente e quantitativamente as amostras, com o objetivo de caracterizar as propriedades sensoriais dos alimentos. Para que isso ocorra de maneira significativa, um painel de avaliadores deve ser treinado e monitorado, utilizando de ferramentas estatísticas (MURRAY *et al.*, 2001).

A análise sensorial de queijos pode ser dividida em duas categorias, afetiva e descritiva. A afetiva envolve consumidores e sua percepção de aceitabilidade e preferência. Esses testes são importantes para explorar o papel que o consumidor tem na escolha e aceitabilidade do produto. A descritiva envolve o treinamento de um painel de avaliadores, incluindo ferramentas qualitativas e quantitativas para definir a relação entre análise sensorial e análise instrumental (DRAKE, 2007).

O controle de qualidade utilizado por algumas empresas busca parâmetros físico-químicos para detecção de problemas, descartando a análise sensorial como ferramenta de qualidade; porém problemas sensoriais podem não ser detectáveis por

análise instrumental. A análise instrumental pode substituir a análise sensorial desde que validada experimentalmente e que apresente intensa relação entre os dados e valores obtidos (CROISSANT; WATSON; DRAKE, 2011).

A inclusão do consumidor no processo de elaboração de novos produtos vem sendo estudada, pois a avaliação por consumidores reduz custos e amplia a visão de mercado frente a um novo produto (VARELA; ARES, 2012).

Um dos métodos que vem ganhando espaço para a caracterização de produtos utilizando consumidores como avaliadores é o CATA (*Check-all-that-apply*), onde os mesmos escolhem dentre uma lista de atributos os termos que melhor se associam à amostra apresentada, caracterizando qualitativamente o produto testado (VIDAL *et al.*, 2013).

Aspectos como cor, aroma e sabor são os fatores que mais afetam a preferência e aceitabilidade de um queijo. Esses aspectos são influenciados pelo período de maturação, onde a temperatura empregada nesse processo causam alterações sensoriais importantes para a aceitabilidade de queijos semiduros (KRAGGERUD; SOLEM; ABRAHAMSEN, 2012).

Técnicas dinâmicas vêm sendo empregadas para quantificar atributos específicos, que podem sofrer alterações durante o processo de maturação. Dentre os métodos dinâmicos mais conhecidos estão as análises Tempo-Intensidade (TI) e Dominância Temporal das Sensações (*TDS – Temporal Dominance of Sensations*) (DIJKSTERHUIS; PIGGOTT, 2000).

Na Tabela 1.2 podem ser verificadas as análises sensoriais amplamente aplicadas em queijos semiduros.

Tabela 1.2: Análises sensoriais aplicadas em queijos semi-duros.

(continua)

Métodos	Tipo de Queijo	Quantidade de Avaliadores	Principais características avaliadas	Referência
Aceitabilidade	Queijo de vaca adicionado de leite vegetal	15	Cor, textura, sabor e impressão global	MOHAMED <i>et al.</i> , 2014
	Cheddar maturado	120	Aceitabilidade	GANESAN <i>et al.</i> , 2014
	Cheddar	30	Cor, odor, textura, sabor e aceitabilidade global	ULPATHAKUMBURA <i>et al.</i> , 2016
	Prato	100	Aparência, aroma, textura, sabor e global	AZAMBUJA <i>et al.</i> , 2017
	Cheddar maturado 180 dias	27	Aceitabilidade	HICKEY <i>et al.</i> , 2018
	Suíço	100	Aceitabilidade	CASTADA <i>et al.</i> , 2019
	Queijos artesanais	80	Aceitabilidade	RAMIREZ-RIVERA <i>et al.</i> , 2018
	Cheddar Prato	120 60	Aceitabilidade Aceitabilidade	LIPKOWITZ <i>et al.</i> , 2018 BEMFEITO <i>et al.</i> , 2016
Perfil Descritivo	Cheddar e Muçarela	8	12 horas de treinamento, atributos: amargo, amanteigado, cozido, peixe, frutado, rançoso, metálico, nozes, abacaxi, salgado, ácido, sulfuroso, doce, umami e soro	GANESAN <i>et al.</i> , 2014
	Prato	10	10 horas de treinamento, brilho, cor, azedo, amanteigado, ervas, salgado, doce, amargo, residual amargo, residual manteiga, dureza, coesividade, fraturabilidade, adesividade	SILVA <i>et al.</i> , 2018 (continuação)
	Suíço	8	10 horas de treinamento, atributos: amargo, cozido, diacetill, nozes, picante, salgado, ácido, doce, umami e soro	CASTADA <i>et al.</i> , 2019
	Artesanais	7	Atributos: cor, firmeza, soro, salgado, ácido e cremosidade	RAMIREZ-RIVERA <i>et al.</i> , 2018
	Cheddar	10	Frutado, sulfuroso, gordura, nozes, amargo, salgado, ácido, doce e umami	LIPKOWITZ <i>et al.</i> , 2018
Perfil Livre	Queijos semiduros aplicados de pó de casca de uva	21 experientes	Aparência, odor, textura e sabor	TORRI <i>et al.</i> , 2016
Análise Descritiva por Ordenação	Cheddar adicionado de leiteinho	8 experientes	Ácido, estábulo, oxidado, residuais	HICKEY <i>et al.</i> , 2017

Tabela 1.2: Análises sensoriais aplicadas em queijos semi-duros

(conclusão)

	Cheddar	25 treinados	Lácteo, estábulo, cremoso, pastoso, ácido, amargo, salgado, aparência, frutado, oxidado	O'CALAGHAM <i>et al.</i> , 2017
	Queijos semiduros	22 experientes	Não cita os atributos	ALI <i>et al.</i> , 2019
	Cheddar e suíço	30 experientes	Azedo, doce, nozes, pungente, diacetil, frutado, cremoso, salgado, ácido, amargo, firmeza, untuoso, gomoso, amanteigado	RYAN <i>et al.</i> , 2015
	Cheddar	20 não treinados e inexperientes	Aparência	BERTUZZI <i>et al.</i> , 2017
Dominância Temporal de Sensações	Prato	10 treinados e experientes	6 horas de treinamento Atributos: salgado, doce, ácido, amargo, manteiga e ervas finas	SILVA <i>et al.</i> , 2018
	Gouda	667 consumidores	1 hora de treinamento, atributos: macio, queijo, gorduroso, derretimento, creme, denso, ácido, maturado e salgado, tempo indeterminado	THOMAS <i>et al.</i> , 2017
	Minas Padrão	17 treinados	Atributos: macio, firme, quebradiço, borrachudo, salgado, amargo, rançoso, ácido, amanteigado, doce, picante	BEMFEITO <i>et al.</i> , 2016 (conclusão)
	Prato	26 experientes	Atributos de textura e sabor simultâneos	RODRIGUES <i>et al.</i> , 2018
Mapa de Preferência	Queijos semiduros	217 consumidores	Mapa externo	ZHANG <i>et al.</i> , 2011
	Havarti	153 consumidores	Mapa interno	RITVANEN <i>et al.</i> , 2010
	Queijo suíço	53 consumidores	Mapa interno	SILVA <i>et al.</i> , 2017
	Emental	46 consumidores	Mapa interno	DEEGAN <i>et al.</i> , 2014

### 1.5.1 *Check-All-That-Apply* (CATA)

. O CATA é um método subjetivo que tem como objetivo analisar as características do produto a partir de avaliações realizadas com consumidores (JORGE *et al.*, 2015).

O CATA permite a utilização de outros métodos sensoriais concomitantes, como métodos afetivos, que auxiliam o avaliador a discriminar entre as amostras provando facilitar o entendimento do método e a caracterização dos produtos testados (JAEGER *et al.*, 2015). Dentre os testes afetivos utilizados concomitantemente ao CATA, destacam-se o teste de aceitabilidade, a escala do ideal, JAR (*Just About Right*), (VARELA; ARES, 2012).

Os dados de aceitabilidade são coletados por meio de escala hedônica de 5, 7 ou 9 pontos, indo do gostei extremamente ao desgostei extremamente. Os resultados podem ser utilizados para a elaboração de mapas de preferência. Em queijos tipo havarti, frescal, emental e suíço foram elaborados mapas de preferência para compreender o comportamento dos avaliadores frente aos produtos (RITVANEN *et al.*, 2010; GOMES *et al.*, 2011; ZHANG *et al.*, 2011; DEEGAN *et al.*, 2014; SILVA *et al.*, 2017).

A escala JAR (*Just About Right*) é outro método utilizado concomitantemente com o CATA, sendo utilizada para avaliar atributos independentes que possam interferir na aceitabilidade do produto avaliado. A escala consiste em 5 pontos (1-abaixo do ideal, 5-acima do ideal), e com os dados obtidos é possível avaliar se o produto se afasta ou se aproxima do ideal, e o quanto penaliza a escala hedônica, por meio da utilização de análise de penalidades (Penalty Analysis) (JAEGER *et al.*, 2015).

O método CATA consiste em uma lista de palavras ou termos, selecionados pela equipe desenvolvedora do produto, que caracterizem as amostras, apresentadas ao avaliador, que por sua vez é orientado a marcar todas que ele considere apropriadas para caracterizar tal produto (MEYNER; CASTURA; CARR, 2013).

Os dados obtidos são compilados em uma tabela de contingência, onde é realizada a verificação da frequência de marcações, e utilizando análises estatísticas não paramétricas, é possível definir os atributos que melhor se associam aos queijos (ARES *et al.*, 2014).

Poucos estudos utilizaram o CATA para aplicação em queijos, sendo que nos últimos 10 anos, apenas três estudos utilizando queijo Fresco, Cheddar e de cabra

foram avaliados pelo CATA (MEYNER, 2017; DRAKE *et al.*, 2005; DEMORAES *et al.*, 2018). O método vem sendo utilizado largamente para demais produtos lácteos como requeijão (TORRES *et al.*, 2017) e tortas de queijo (MARCANO *et al.*, 2017).

Como o teste CATA é realizado com consumidores, faz-se necessário a utilização de um número de avaliadores que varia entre 100 a 150 pessoas, a fim de se evitar desvios e erros de avaliação (ARES *et al.*, 2014).

### 1.5.2 Tempo-Intensidade (TI)

A análise Tempo-Intensidade surgiu na década de 1950, como uma metodologia para avaliar intensidade de gosto amargo em cervejas. Durante os anos 1970, passou por estudos aprofundados para a melhoria da técnica e foi um dos métodos mais usados nesse período, com a utilização de gráficos para a quantificação das intensidades percebidas (ASTM, 2013).

Na década de 1980, com o avanço da tecnologia, o uso de computadores passou a ser adotado, facilitando a coleta de dados e propiciando a exploração aprofundada dos mesmos, gerando métodos diferenciados para sua análise a partir dos anos 1990 (PEYVIEUX; DIJKSTERHUIS, 2001).

Uma das principais características do método consiste no uso de escalas onde um atributo específico é quantificado pelos avaliadores, à medida que passa o tempo, tornando o método dinâmico. Métodos dinâmicos têm a vantagem de avaliarem um estímulo desde o início da percepção até sua dissolução no paladar, diferente dos métodos estáticos que avaliam o atributo como um todo, não levando em consideração o processo de percepção (DIJKSTERHUIS; PIGGOTT, 2000).

A percepção das características avaliadas pode durar de alguns minutos a horas, sendo necessário o treinamento dos avaliadores. Nesse quesito existem divergências, sendo reportados estudos que fazem treinamentos longos, focando na consistência do painel avaliador e outros que realizam treinamentos curtos, focando na capacidade de distinção dos avaliadores, sendo necessárias análises posteriores dos dados para averiguação do desempenho do painel (PEYVIEUX; DIJKSTERHUIS, 2001).

Além da utilização de estatística multivariada para verificar a consistência e discriminação dos avaliadores, os dados gerados pelo perfil T-I devem passar por análise específica. Ao longo do tempo, surgiram inúmeras variações para a análise

estatística, existindo controvérsias sobre como tratar aos dados obtidos (VARELA; ARES, 2014)

Normas técnicas internacionais sobre aplicação do método, treinamento dos avaliadores e análise dos dados obtidos, por meio de estatística básica e multivariada, dando credibilidade ao método (ASTM, 2013).

Testes de tempo intensidade são realizados quando se altera a intensidade de algum atributo específico como o teor de sal, tipo de bactéria láctica ou a inserção de especiarias. Rodrigues *et al.* (2014) estudou a diferença na concentração de sal em queijos tipo mozzarella. Feron *et al.* (2014) e Overginton (2011) estudaram efeitos das interações de aromas em modelos de queijo base utilizando o teste TI.

### 1.5.3 Dominância Temporal de Sensações (TDS)

Uma variação do método Tempo-Intensidade, a Dominância Temporal de Sensações (TDS) avalia em determinado tempo, a intensidade e dominância de diversos atributos em um produto, sendo esta uma vantagem sobre o método TI que avalia somente um ou dois atributos por vez (LABBE *et al.*, 2009; LE RÉVÉREND *et al.*, 2008).

O método tempo-intensidade permite avaliar a cinética de um atributo, ou seja, como sua percepção varia com o tempo. Já a dominância temporal de sensações ilustra a variação de atributos em função do tempo (LE RÉVÉREND *et al.*, 2008).

A percepção de atributos envolve parâmetros como salivacão, mastigação, movimento da língua e mecanismos fisiológicos de resposta do organismo, que são diferentes para cada indivíduo. Nesse contexto métodos dinâmicos são efetivos para avaliar e quantificar atributos (DI MONACO *et al.*, 2014).

A avaliação de atributos simultâneos permite avaliar o produto como um todo, e as interações dos atributos uns com os outros. O método avalia interativamente os atributos do produto, quantificando sua dominância durante o tempo de avaliação (LABBE *et al.*, 2009).

O termo dominante é utilizado para caracterizar a sensação mais percebida pelo avaliador, não necessariamente a mais intensa (DI MONACO *et al.*, 2014). Alguns estudos utilizam a percepção de produtos simultâneos, como a harmonização de queijos e vinhos, e como isso é percebido sensorialmente (GALMARINI *et al.*, 2017).

Para que os resultados sejam significativos, é necessária a seleção de avaliadores, assim como seu treinamento e engajamento com o método, já que os mesmos avaliam diversos atributos simultaneamente. O método de seleção e treinamento segue os princípios utilizados para o perfil sensorial tradicional, incluindo a definição dos atributos descritivos pelos próprios avaliadores, porém mais rápido e com uma etapa adicional de familiarização com o software de coleta de dados (DI MONACO *et al.*, 2014).

A análise das curvas TDS é realizada com a comparação da curva de cada atributo com uma linha de significância calculada. Se a curva do atributo ultrapassa a linha de significância, pode-se considerar que o atributo é dominante no intervalo de tempo correspondente (GALMARINI *et al.*, 2017).

Estudos realizados indicam uma boa correlação da TDS com perfil sensorial descritivo, com vantagens de analisar o produto durante e após a deglutição, gerando dados mais complexos sobre as características da amostra analisada (LABBE *et al.*, 2009).

Silva *et al.* (2018) utilizaram 10 avaliadores que já haviam participado de um painel sensorial de queijos em análise descritiva, e por meio do TDS avaliaram como a redução de sódio em queijo prato afeta o sabor.

Em estudo similar com queijo prato, foram avaliados atributos de sabor e textura simultaneamente, utilizando avaliadores experientes em TDS (RODRIGUES *et al.*, 2018). Em queijo Minas o mesmo foi realizado, sendo avaliados atributos de textura como dureza, firmeza, cremosidade e borrachudo, além de atributos de aroma e sabor como sal, amargo, rançoso, amanteigado, doce e picante (BEMFEITO *et al.* 2016).

Em queijo Gouda, o teste foi aplicado com 667 consumidores que passaram por 1 hora de treinamento, onde os atributos avaliados foram macio, amargo, gorduroso, lácteo, denso, ácido, maturado e salgado (THOMAS *et al.*, 2017).

Um estudo realizado com queijo fresco adicionado de especiarias utilizou o TDS como um dos métodos aplicados, juntamente com outras técnicas sensoriais, a fim de elucidar quais especiarias mais se destacaram na percepção sensorial, sendo que a adição de ervas e alho, foram as que melhoraram a aceitabilidade dos produtos (MEYNER, 2017).



#### 1.5.4 Outros Métodos Sensoriais

O perfil sensorial descritivo está entre os métodos mais conhecidos e utilizados para a caracterização sensorial de queijos. Em queijos semiduros é utilizado amplamente para a descrição de queijos cheddar, devido à complexidade aromática. Os avaliadores passam por um treinamento de aproximadamente 50 horas para que sejam aptos a avaliar os produtos com atributos como frutado, sulfuroso, gordura de leite, nozes, amargo, salgado, ácido, doce e umami (GANESAN *et al.*, 2014; LIPKOWITZ *et al.*, 2018).

Em estudo para verificar as discrepâncias entre produtores e um painel treinado, Ramirez-Rivera *et al.* (2018) utilizaram o perfil descritivo, onde atributos como cor, firmeza, sabor de soro, salgado, ácido e cremosidade foram comuns para os dois painéis, verificando assim a validade do conhecimento a longo prazo de produtores de queijo.

Em queijos de massa semi-cozida como suíço e prato, foram utilizados avaliadores treinados, e foram verificados os atributos amargo, cozido, diacetil, nozes, picante, salgado, ácido, doce, umami e soro (SILVA *et al.*, 2018, CASTADA *et al.*, 2019).

Um método descritivo que vem ganhando espaço é a análise descritiva por ordenação (ADO), onde diversos estudos com queijo cheddar foram conduzidos. Nessa análise se faz necessário a presença de avaliadores experientes, selecionados a partir da participação em painéis sensoriais podendo variar de 8 a 10 pessoas (HICKEY *et al.*, 2017; O'CALLAGHAM *et al.*, 2017, ALI *et al.*, 2019). Quando são convidadas pessoas inexperientes, é necessário um maior número, variando de 20 a 30 avaliadores e treinamento prévio (RYAN *et al.*, 2015; BERTUZZI *et al.*, 2017).

#### 1.6 MICROESTRUTURA DE QUEIJOS

A avaliação da microestrutura de queijos se faz por meio de microscopia eletrônica de varredura, que gera uma imagem por meio da reflexão de um campo de elétrons que incidem sobre uma superfície seca e metalizada com ouro (EL-BAKRY; SHEEHAN, 2014). Nos queijos é possível visualizar a estrutura de caseína, localização dos glóbulos de gordura e distribuição das culturas lácteas.

Para que seja possível a visualização de culturas lácticas, gordura e matriz proteica, o preparo da amostra deve ser realizado com a fixação das bactérias por solução de glutaraldeído, retirada da gordura por meio de desidratação em soluções de etanol, e secagem (EL-BAKRY; SHEEHAN, 2014).

A gordura é avaliada de acordo com a quantidade de glóbulos, sua distribuição e tamanhos. Essa gordura pode ser subdividida em três categorias, sendo elas em glóbulos de gordura, glóbulos de gordura fundidos que mantém a membrana globular e glóbulos de gordura não globulares (HICKEY *et al.*, 2015).

A matriz proteica tem influência na distribuição de gordura, e influencia a textura do queijo, sendo que queijos com glóbulos de gordura únicos, menores e bem distribuídos possuem uma matriz mais coesa, gerando uma textura mais rígida (BUFFA *et al.*, 2002).

As culturas lácteas podem ser encontradas em colônias na interface entre os glóbulos de gordura e a matriz de caseína. O posicionamento das mesmas na matriz proteica é influenciada pelos glóbulos de gordura, sendo que estes quando uniformes e bem distribuídos contribuem para uma homogeneização da cultura utilizada (MARCHESSEAU; GASTALDI; LAGAUDE, 1997; PEREIRA; GOMES; XAVIER MALCATA, 2009).

## 1.7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Sendo o queijo prato um dos mais consumidos no Brasil, o estudo de queijos Harvarti, Danbo e Gouda, que deram origem ao mesmo, foram abordados a fim de se levantar informações básicas. A compilação dessas informações se faz necessária para o desenvolvimento de um novo produto.

Em análises sensoriais realizadas nesses tipos de queijos ficou evidente que as características de textura (dureza), sabor amanteigado e riqueza de sabor devem estar presentes para uma boa aceitabilidade. Uma variedade de tamanhos de queijos semiduros são encontradas entretanto, pouco se sabe sobre como isso afeta a maturação, o que torna um tema importante para a pesquisa.

Seguindo essa linha, a aplicação de especiarias comprovadamente melhora o perfil sensorial de queijos, e melhora a demanda por esse tipo de produto, sendo, portanto, uma alternativa para agregar valor aos queijos produzidos dando uma gama maior de opções aos consumidores.

Entretanto, a inserção dessas especiarias deve ser realizada após descontaminação microbiológica. Portanto, o uso de métodos modernos, eficientes e baratos se faz necessário, e dentre estes, o tratamento térmico por micro-ondas enquadra-se, sendo acessível à maior parte dos pequenos produtores.

A fim de avaliar como todos esses parâmetros se correlacionam, métodos sensoriais modernos, como métodos sensoriais dinâmicos ou análises com consumidores, podem ser utilizados para a caracterização dos produtos de maneira eficiente.

## REFERÊNCIAS

- AHMED, J.; RAMASWAMY, H. S. Microwave pasteurization and sterilization of foods. **Food Science and Technology**, v. 167, p. 691, 2004.
- ALI, B. *et al.* Production of ingredient type flavoured white enzyme modified cheese. **Journal of Food Science and Technology**, v. 56, n. 4, p. 1683-1695, 2019.
- AMIN, G. **Cumin**. In: Handbook of Herbs and Spices. Woodhead Publishing, 2012. p. 250-259.
- AMINIFAR, M. *et al.* Microstructural, compositional and textural properties during ripening of lighvan cheese, a traditional raw sheep cheese. **Journal of Texture Studies**, v. 41, n. 4, p. 579–593, 2010.
- ARES, G. *et al.* Further investigations into the reproducibility of check-all-that-apply (CATA) questions for sensory product characterization elicited by consumers. **Food Quality and Preference**, v. 36, p. 111-121, 2014.
- ASTM. Standard Guide for Time-Intensity Evaluation of Sensory Attributes 1. **ASTM International**, 2013.
- AYOOLA, G. A. *et al.* Chemical analysis and antimicrobial activity of the essential oil of *Syzigium aromaticum* (clove). **African Journal of Microbiology Research**, v.2, p; 162 – 166, 2008.
- AZAMBUJA, N. C. *et al.* Effect of adjunct culture *Lactobacillus helveticus* (B02) on the composition, proteolysis, free amino acids release and sensory characteristics of prato cheese. **Food and Nutrition Sciences**, v. 8, n. 05, p. 512, 2017.
- BEHERA, S.; NAGARAJAN, S.; JAGAN MOHAN RAO, L. Microwave heating and conventional roasting of cumin seeds (*Cuminum cyminum* L.) and effect on chemical composition of volatiles. **Food Chemistry**, v. 87, n. 1, p. 25–29, 2004.
- BEMFEITO, R. M. *et al.* Temporal dominance of sensations sensory profile and drivers of liking of artisanal Minas cheese produced in the region of Serra da Canastra, Brazil. **Journal of Dairy Science**, v. 99, n. 10, p. 7886–7897, 2016a
- BENMOUSSA, H. *et al.* Microwave hydrodiffusion and gravity for rapid extraction of essential oil from Tunisian cumin (*Cuminum cyminum* L.) seeds: Optimization by response surface methodology. **Industrial Crops and Products**, 2018.
- BERESFORD, T. P. *et al.* Recent advance in cheese microbiology. **International Dairy Journal**, v. 11, p. 259–274, 2001.
- BOEKEL, D. I. P. N. Dairying in Holland. **International Journal of Dairy Technology**, v. 1, p. 212 -210, 1953.

BOURDOUX, S. *et al.* Performance of drying technologies to ensure microbial safety of dried fruits and vegetables. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 15, n. 6, p. 1056-1066, 2016.

BRASIL. Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade dos Produtos Lácteos. Portaria 146 de 07 de março de 1996. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, DO ABASTECIMENTO E DA REFORMA AGRÁRIA, **Diário Oficial da União de 11/03/1996**, Seção 1, p. 3977, 1996.

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

ÇAKIR, E. *et al.* Evaluation of texture changes due to compositional differences using oral processing. **Journal of Texture Studies**, v. 43, n. 4, p. 257–267, 2012.

CAKIR, Y.; CAKMAKCI, S.; HAYALOGLU, A. A. The effect of addition of black cumin (*Nigella sativa* L.) and ripening period on proteolysis, sensory properties and volatile profiles of *Erzincan Tulum* (Şavak) cheese made from raw Akkaraman sheep's milk. **Small Ruminant Research**, v. 134, p. 65-73, 2016.

CASTADA, H. Z. *et al.* Swiss cheese flavor variability based on correlations of volatile flavor compounds, **Descriptive Sensory Attributes, and Consumer Preference. Foods**, v. 8, n. 2, p. 78, 2019.

COSTA, R. G. B. *et al.* Sodium substitutes in Prato cheese: Impact on the physicochemical parameters, rheology aspects and sensory acceptance. **LWT-Food Science and Technology**, v. 90, p. 643-649, 2018.

CROISSANT, A. E.; WATSON, D. M.; DRAKE, M. A. Application of sensory and instrumental volatile analyses to dairy products. **Annual Review of Food Science and Technology**, v. 2, p. 395-421, 2011.

DATTATREYA, A.; PRAKASH, M.; BHAT, K. K. Sensory flavor profiling and mapping of market samples of cumin (*Cuminum cyminum* L.). **Journal of Food Quality**, v. 27, n. 4, p. 264-273, 2004.

DE MORAES, G. M. D. *et al.* Potentially probiotic goat cheese produced with autochthonous adjunct culture of *Lactobacillus mucosae*: Microbiological, physicochemical and sensory attributes. **LWT-Food Science and Technology**, v. 94, p. 57-63, 2018.

DEEGAN, K. C. *et al.* Characterisation of the sensory properties and market positioning of novel reduced-fat cheese. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 21, p. 169-178, 2014.

DEMARIGNY, Y. *et al.* Influence of raw milk microflora on the characteristics of Swiss-type cheeses: II. Biochemical and sensory characteristics. **Lait**, v. 77, p. 151–167, 1997.

DI MONACO, R. *et al.* Temporal dominance of sensations: A review. **Trends in Food Science and Technology**, v. 38, n. 2, p. 104–112, 2014.

DIJKSTERHUIS, G. B.; PIGGOTT, J. R. Dynamic methods of sensory analysis. **Trends in Food Science and Technology**, v. 11, n. 8, p. 284–290, 2000.

DRAKE, M. A. Invited review: Sensory analysis of dairy foods. **Journal of Dairy Science**, v. 90, n. 11, p. 4925-4937, 2007.

DRAKE, M. A.; YATES, M. D.; GERARD, P. D. Impact of serving temperature on trained panel perception of Cheddar cheese flavor attributes. **Journal of Sensory Studies**, v. 20, n. 2, p. 147-155, 2005.

DRAKE, S. L.; LOPETCHARAT, K.; DRAKE, M. A. Comparison of two methods to explore consumer preferences for cottage cheese. **Journal of Dairy Science**, v. 92, n. 12, p. 5883–5897, 2009.

DUNCAN, S E. *et al.* Processes to preserve spice and herb quality and sensory integrity during pathogen inactivation. **Journal of Food Science**, v. 82, n. 5, p. 1208-1215, 2017.

DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. 4 ed. Curitiba: Champagnat, 2013.

EKEZIE, F. C. *et al.* Microwave-assisted food processing technologies for enhancing product quality and process efficiency: A review of recent developments. **Trends in Food Science & Technology**, v. 67, p. 58-69, 2017.

EL-BAKRY, M.; SHEEHAN, J. Analysing cheese microstructure: a review of recent developments. **Journal of Food Engineering**, v. 125, p. 84-96, 2014.

EL-GHORAB, A. H. *et al.* A comparative study on chemical composition and antioxidant activity of ginger (*Zingiber officinale*) and cumin (*Cuminum cyminum*). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 58, n. 14, p. 8231-8237, 2010.

ERDOĞDU, S. B.; EKİZ, H. İ. Effect of ultraviolet and far infrared radiation on microbial decontamination and quality of cumin seeds. **Journal of Food Science**, v. 76, n. 5, p. M284-M292, 2011.

FERON, G. *et al.* Understanding aroma release from model cheeses by a statistical multiblock approach on oral processing. **PloS one**, v. 9, n. 4, p. e93113, 2014.

FOX, P. F. *et al.* **Fundamentals of cheese science**. Boston, MA, USA: Springer, 2017.

FRÖHLICH-WYDER, M. T. *et al.* **Cheeses with propionic acid fermentation**. In: Cheese. Academic Press, 2017. p. 889-910.

GALLE, Sara A. *et al.* Typicality and geographical origin markers of protected origin cheese from the Netherlands revealed by PTR-MS. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 59, n. 6, p. 2554-2563, 2011.

GALMARINI, M. V. *et al.* Could Time-Intensity by a trained panel be replaced with a progressive profile done by consumers? A case on chewing-gum. **Food Quality and Preference**, v. 48, p. 274–282, 2016.

GANESAN, B. *et al.* 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.

HASSAN, F.; EL-GAWAD, M. A.; ENAB, A. Flavour compounds in cheese (Review). **Research on Precision Instrument and Machinery**, v. 2, p. 15–29, 2013.

HAYALOGLU, A. A.; FARKYE, N. Y. Cheese with added herbs, spices and condiments. **Encyclopedia of Dairy Sciences**, v. 2, p. 783–789, 2011.

HENNEBERRY, S. *et al.* Sensory quality of unheated and heated Mozzarella-style cheeses with different fat, salt and calcium levels. **International Journal of Dairy Technology**, v. 69, n. 1, p. 38–50, 2016.

HERTWIG, C. *et al.* Impact of remote plasma treatment on natural microbial load and quality parameters of selected herbs and spices. **Journal of Food Engineering**, v. 167, p. 12–17, 2015.

HICKEY, C. D. *et al.* The effect of buttermilk or buttermilk powder addition on functionality, textural, sensory and volatile characteristics of Cheddar-style cheese. **Food Research International**, v. 103, p. 468–477, 2018.

HICKEY, C. D. *et al.* The influence of cheese manufacture parameters on cheese microstructure, microbial localization and their interactions during ripening: A review. **Trends in Food Science & Technology**, v. 41, n. 2, p. 135–148, 2015.

HOLM, V. K.; MORTENSEN, G.; RISBO, J. Quality changes in semi-hard cheese packaged in a poly (lactic acid) material. **Food Chemistry**, v. 97, n. 3, p. 401–410, 2006.

JAEGER, S. R. *et al.* The concurrent use of JAR and CATA questions in hedonic scaling is unlikely to cause hedonic bias, but may increase product discrimination. **Food Quality and Preference**, v. 44, p. 70–74, 2015.

JO, Y. *et al.* Sensory and chemical properties of Gouda cheese. **Journal of Dairy Science**, v. 101, n. 3, p. 1967–1989, 2018.

JOHRI, R. K. *Cuminum cyminum* and *Carum carvi*: An update. **Pharmacognosy Reviews**, v. 5, n. 9, p. 63, 2011.

JORGE, E. da C. *et al.* Application of a check-all-that-apply question for evaluating and characterizing meat products. **Meat Science**, v. 100, p. 124–133, 2015.

KEDIA, A. *et al.* Antifungal and antiaflatoxigenic properties of *Cuminum cyminum* (L.) seed essential oil and its efficacy as a preservative in stored commodities. **International Journal of Food Microbiology**, v. 168, p. 1–7, 2014.

- KIM, I. S. *et al.* Antioxidant activities of hot water extracts from various spices. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 12, n. 6, p. 4120-4131, 2011.
- KIRALAN, M. Volatile compounds of black cumin seeds (*Nigella sativa* L.) from microwave-heating and conventional roasting. **Journal of Food Science**, v. 77, n. 4, p. C481-C484, 2012.
- KRAGGERUD, H.; SOLEM, S.; ABRAHAMSEN, R. K. Quality scoring - A tool for sensory evaluation of cheese? **Food Quality and Preference**, v. 26, n. 2, p. 221–230, 2012.
- LABBE, D. *et al.* Temporal dominance of sensations and sensory profiling: A comparative study. **Food Quality and Preference**, v. 20, n. 3, p. 216–221, 2009.
- LIPKOWITZ, J. B. *et al.* Discriminating aging and protein-to-fat ratio in Cheddar cheese using sensory analysis and a potentiometric electronic tongue. **Journal of Dairy Science**, v. 101, n. 3, p. 1990-2004, 2018.
- MADSEN, J. S.; ARDÖ, Y. Exploratory study of proteolysis, rheology and sensory properties of Danbo cheese with different fat contents. **International Dairy Journal**, v. 11, n. 4-7, p. 423-431, 2001.
- MAGEED, M. A. *et al.* Effect of microwaves on essential oils of coriander and cumin seeds and on their antioxidant and antimicrobial activities. **Journal of Essential Oil Bearing Plants**, v. 15, n. 4, p. 614-627, 2012.
- MARCANO, J. *et al.* Relating dynamic perception of reformulated cheese pies to consumers' expectations of satiating ability. **Food Research International**, v. 78, p. 369-377, 2015.
- MARCHESSEAU, S.; GASTALDI, E.; LAGAUDE, A. Influence of pH on protein interactions and microstructure of process cheese. **Journal of Dairy Science**, v. 80, n. 8, p. 1483–1489, 1997.
- MARINHO, M. T. *et al.* Ripened semihard cheese covered with lard and dehydrated rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) leaves: processing, characterization, and quality traits. **Journal of Food Science**, v. 80, n. 9, p. S2045-S2054, 2015.
- MATERA, J. *et al.* Brazilian cheeses: A survey covering physicochemical characteristics, mineral content, fatty acid profile and volatile compounds. **Food Research International**, v. 108, p. 18-26, 2018.
- MCSWEENEY, P. L. H. Biochemistry of Cheese Ripening. In: **Encyclopedia of Dairy Sciences**, (Second Edition), Springer, Boston, 2011, p. 667–674.
- MCSWEENEY, P. L. H.; FOX, P. F. Metabolism of residual lactose and of lactate and citrate. **Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology**, v. 1, p. 361-371, 2004.
- MESSENS, W. *et al.* Proteolysis of high-pressure-treated Gouda cheese. **International Dairy Journal**, v. 9, n. 11, p. 775-782, 1999.



MEYNER, M.; CASTURA, J. C.; CARR, B. T. Existing and new approaches for the analysis of CATA data. **Food Quality and Preference**, v. 30, n. 2, p. 309–319, 2013.

MEYNER, M. Temporal liking and CATA analysis of TDS data on flavored fresh cheese. **Food Quality and Preference**, v. 47, p. 101-108, 2017.

MNIF, S.; AIFA, S. Cumin (*Cuminum cyminum* L.) from traditional uses to potential biomedical applications. **Chemistry & Biodiversity**, v. 12, n. 5, p. 733-742, 2015.

MOHAMMED, N. K. *et al.* The effects of different extraction methods on antioxidant properties, chemical composition, and thermal behavior of black seed (*Nigella sativa* L.) Oil. **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, v. 2016, p. 1–10, 2016.

MONEEB, A. H. M. *et al.* Effect of grazing cows in an intensive silvopastoral system with *Leucaena leucocephala* on Panela cheese properties: yield, composition, fatty acid profile and sensory acceptability. **Animal Science Journal**, v. 90, n. 9, p. 1303 – 1312, 2019.

MORRIS, C.; BRODY, A. L.; WICKER, L. Non-thermal food processing/preservation technologies: A review with packaging implications. **Packaging Technology and Science**, v. 20, n. 4, p. 275–286, 2007.

MURTAZA, M. A. *et al.* Cheddar cheese ripening and flavor characterization: A Review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 54, n. 10, p. 1309–1321, 2014.

MURRAY, J. M.; DELAHUNTY, C. M.; BAXTER, I. A. Descriptive sensory analysis: past, present and future. **Food research international**, v. 34, n. 6, p. 461-471, 2001.

O'CALLAGHAN, T. F. *et al.* Effect of pasture versus indoor feeding systems on quality characteristics, nutritional composition, and sensory and volatile properties of full-fat Cheddar cheese. **Journal of Dairy Science**, v. 100, n. 8, p. 6053-6073, 2017.

OMIDBEYGI, M. *et al.* Antifungal activity of thyme, summer savory and clove essential oils against *Aspergillus flavus* in liquid medium and tomato paste. **Food Control**, v. 18, n. 12, p. 1518-1523, 2007.

ORTEGA-RIVAS, E.; SALMERÓN-OCHOA, I. Nonthermal food processing alternatives and their effects on taste and flavor compounds of beverages. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 54, n. 2, p. 190-207, 2014.

OVERINGTON, A. R. *et al.* Flavour release and perception in cheese bases. **Australian Journal of Dairy Technology**, v. 65, n. 3, p. 162, 2010.

PAGTHINATHAN, M.; NAFEES, M. S. M. Biochemistry of cheese ripening. **Journal of Agricultural Sciences**, v.1, n. 10, p. 16 -26, 2017.

PECORE, S. **Guidelines for sensory analysis in food product development and quality control**. Springer Science & Business Media, 2012.

PEREIRA, C. I.; GOMES, A. M. P.; MALCATA, F. X. Microstructure of cheese: processing, technological and microbiological considerations. **Trends in Food Science & Technology**, v. 20, n. 5, p. 213-219, 2009.

PEYVIEUX, C.; DIJKSTERHUIS, G. Training a sensory panel for TI: A case study. **Food Quality and Preference**, v. 12, n. 1, p. 19–28, 2001.

PIYASENA, P.; MOHAREB, E.; MCKELLAR, R. C. Inactivation of microbes using ultrasound: A review. **International Journal of Food Microbiology**, v. 87, n. 3, p. 207–216, 2003.

POGAČIĆ, T. *et al.* Diversity and dynamic of lactic acid bacteria strains during aging of a long ripened hard cheese produced from raw milk and undefined natural starter. **Food Microbiology**, v. 36, n. 2, p. 207-215, 2013.

QANNARI, El Mostafa. Sensometrics approaches in sensory and consumer research. **Current Opinion in Food Science**, v. 15, p. 8-13, 2017.

RAMÍREZ-RIVERA, E. *et al.* Comparison of performance and quantitative descriptive analysis sensory profiling and its relationship to consumer liking between the artisanal cheese producers panel and the descriptive trained panel. **Journal of Dairy Science**, v. 101, n. 7, p. 5851-5864, 2018.

RANA, I. S.; RANA, A. S.; RAJAK, R. C. Evaluation of antifungal activity in essential oil of the *Syzygium aromaticum* (L.) by extraction, purification and analysis of its main component eugenol. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 42, n. 4, p. 1269-1277, 2011.

RAVI, R.; PRAKASH, M.; BHAT, K. K. Characterization of aroma active compounds of cumin (*Cuminum cyminum* L.) by GC-MS, E-Nose, and sensory techniques. **International Journal of Food Properties**, v. 16, n. 5, p. 1048–1058, 2013.

RENNA, M. *et al.* Chemical, nutritional and microbiological characterization of organic Fontina PDO cheese. Italian **Journal of Food Science**, v. 21, n. 3, 2009.

RITVANEN, T. *et al.* Sensory evaluation, chemical composition and consumer acceptance of full fat and reduced fat cheeses in the Finnish market. **Food Quality and Preference**, v. 16, n. 6, p. 479-492, 2005.

RITVANEN, T. *et al.* The characterization of the most-liked reduced-fat Havarti-type cheeses. **Journal of Dairy Science**, v. 93, n. 11, p. 5039-5047, 2010.

RODRIGUES, J. F. *et al.* Tds of cheese: Implications of analyzing texture and taste simultaneously. **Food Research International**, v. 106, p. 1-10, 2018.

RODRIGUES, J. F. *et al.* Utilization of temporal dominance of sensations and time intensity methodology for development of low-sodium Mozzarella cheese using a mixture of salts. **Journal of Dairy Science**, v. 97, n. 8, p. 4733-4744, 2014.

RYAN, P. M. *et al.* Reduced-fat Cheddar and Swiss-type cheeses harboring exopolysaccharide-producing probiotic *Lactobacillus mucosae* DPC 6426. **Journal of Dairy Science**, v. 98, n. 12, p. 8531-8544, 2015.

SHAN, B. *et al.* Antioxidant capacity of 26 spice extracts and characterization of their phenolic constituents. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 53, n. 20, p. 7749-7759, 2005.

SHETTY, R. S.; SINGHAL, R. S.; KULKARNI, P. R. Antimicrobial properties of cumin. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, v. 10, n. 2, p. 232-233, 1994.

SILVA, H. L. A. *et al.* Sodium reduction and flavor enhancer addition in probiotic prato cheese: Contributions of quantitative descriptive analysis and temporal dominance of sensations for sensory profiling. **Journal of Dairy Science**, v. 101, n. 10, p. 8837-8846, 2018.

SINGH, K. K.; GOSWAMI, T. K. Cryogenic grinding of cloves. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 24, n. 1, p. 57-71, 2000.

SØRENSEN, John; BENFELDT, Connie. Comparison of ripening characteristics of Danbo cheeses from two dairies. **International Dairy Journal**, v. 11, n. 4-7, p. 355-362, 2001.

SRINIVASAN, K. Cumin (*Cuminum cyminum*) and black cumin (*Nigella sativa*) seeds: traditional uses, chemical constituents, and nutraceutical effects. **Food Quality and Safety**, v. 2, n. 1, p. 1-16, 2018.

TAKEMURA, Y. *et al.* Inactivation treatment of bacterial spores contaminated spices by atmospheric plasma jet. **Plasma Medicine**, v. 4, n. 1-4, 2014.

THIERRY, A. *et al.* **Lipolysis and metabolism of fatty acids in cheese**. In: Cheese. Academic Press, 2017. p. 423-444.

THOMAS, A. *et al.* Measuring temporal liking simultaneously to Temporal Dominance of Sensations in several intakes. An application to Gouda cheeses in 6 European countries. **Food Research International**, v. 99, p. 426-434, 2017.

TORRES, F. R. *et al.* Rapid consumer-based sensory characterization of requeijão cremoso, a spreadable processed cheese: Performance of new statistical approaches to evaluate check-all-that-apply data. **Journal of Dairy Science**, v. 100, n. 8, p. 6100-6110, 2017.

TORRI, L. *et al.* A sensory-and consumer-based approach to optimize cheese enrichment with grape skin powders. **Journal of Dairy Science**, v. 99, n. 1, p. 194-204, 2016.

TUNICK, M. H.; VAN HEKKEN, D. L. Torsion gelometry of cheese. **Journal of Dairy Science**, v. 85, n. 11, p. 2743-2749, 2002.

ULPATHAKUMBURA, C. P. *et al.* Effect of biopreservatives on microbial, physico-chemical and sensory properties of Cheddar cheese. **Food Bioscience**, v. 13, p. 21-25, 2016.

VALLVERDÚ-QUERALT, Anna *et al.* A comprehensive study on the phenolic profile of widely used culinary herbs and spices: Rosemary, thyme, oregano, cinnamon, cumin and bay. **Food Chemistry**, v. 154, p. 299-307, 2014.

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.

VARELA, Paula; ARES, Gaston. **Novel techniques in sensory characterization and consumer profiling**. CRC Press, 2014.

VÉLEZ, M. A. *et al.* Influence of cheese making technologies on plasmin and coagulant associated proteolysis. **LWT-Food Science and Technology**, v. 64, n. 1, p. 282-288, 2015.

VENKATESH, M. S.; RAGHAVAN, G. S. V. An overview of microwave processing and dielectric properties of agri-food materials. **Biosystems Engineering**, v. 88, n. 1, p. 1-18, 2004.

VIDAL, L. *et al.* Influence of information on consumers' evaluations using check-all-that-apply questions and sorting: a case study with milk desserts. **Journal of Sensory Studies**, v. 28, n. 2, p. 125–137, 2013.

VIUDA-MARTOS, M. *et al.* Antioxidant activity of essential oils of five spice plants widely used in a Mediterranean diet. **Flavour and Fragrance Journal**, v. 25, n. 1, p. 13-19, 2010.

WANG, Y. *et al.* Dielectric properties of foods relevant to RF and microwave pasteurization and sterilization. **Journal of Food Engineering**, v. 57, n. 3, p. 257-268, 2003.

WANNER, J. *et al.* Chemical composition and antimicrobial activity of cumin oil (*Cuminum cyminum*, *Apiaceae*). **Natural Product Communications**, v. 5, n. 9, p. 1934578 - 1000500904, 2010.

WITTRUP, C.; NØRGAARD, L. Rapid near infrared spectroscopic screening of chemical parameters in semi-hard cheese using chemometrics. **Journal of Dairy Science**, v. 81, n. 7, p. 1803-1809, 1998.

ZHANG, X. Y. *et al.* Sensory profile and Beijing youth preference of seven cheese varieties. **Food Quality and Preference**, v. 22, n. 1, p. 101-109, 2011.

ZHAO, C. J.; SCHIEBER, A.; GÄNZLE, M. G. Formation of taste-active amino acids, amino acid derivatives and peptides in food fermentations—A review. **Food Research International**, v. 89, p. 39-47, 2016.

ZIELINSKI, A. A. F. *et al.* 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.

## **CAPÍTULO II: AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE MATURAÇÃO EM QUEIJOS SEMIDUROS DE DIFERENTES DIMENSÕES POR MEIO DE ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS, SENSORIAIS E DE MICROESTRUTURA**

### **RESUMO**

O consumo de queijos finos no Brasil cresce a cada ano, sendo necessário o desenvolvimento de novas tecnologias para esse setor. A compreensão dos processos de maturação nesse tipo de produto é de grande importância, sendo que pouco se sabe sobre como esse processo se relaciona com as dimensões dos queijos. Com base nisso, o objetivo desse trabalho foi a elaboração de um novo protocolo de produção de queijo semiduro e a avaliação do processo de maturação em queijos com diferentes dimensões. Para isso, foram utilizadas análises físico-químicas, de micro estrutura e sensoriais. Os resultados deixam claro que os queijos menores, com 450 g, possuem maturação acelerada, atingindo índices de extensão de proteólise de 8,15 g/100g aos 60 dias de maturação comparados ao queijo maior de 5 kg com índice de 8,62 g/100g aos 90 dias; esse fato ocorre devido a distribuição de bactérias lácticas, a qual pode ser observada por MEV. A avaliação sensorial detectou que queijos com 2,5 kg, fabricados com cultura do tipo LD (heterofermentativa), com características de produzirem aromas amanteigados, obtiveram melhor aceitabilidade pelos consumidores (85%). Correlacionando os dados físico-químicos e sensoriais foi possível determinar que o queijo mais bem aceito (85% de aceitabilidade) foi o queijo de 12 cm de altura e 20 cm de diâmetro, pesando 2,5 kg com 60 dias de maturação.

**Palavras chave:** dimensão, consumidores, MEV, cultura láctica.

### **ABSTRACT**

The consumption of fine cheeses in Brazil grows every year, requiring the development of new technologies for this sector. Understanding the ripening processes in this type of product are of great importance, and little is known about how this process relates to the dimensions of the cheeses. Based on this, the main goal of this work was the elaboration of a new semi-hard cheese protocol and the evaluation of the ripening process in cheeses with different dimensions. For this, physical-chemical, microstructure and sensory analyzes were used. The results make it clear that the smaller cheeses with 450 g have accelerated ripening, reaching proteolysis rates of 8.15 g / 100 g at 60 days, compared to cheese with 5 kg with an index of 8.62 g / 100g at 90 days; this fact occurs due to the distribution of lactic bacteria, which can be observed by SEM. The sensory evaluation detected that cheeses weighing 2.5 kg, manufactured with LD-type culture (heterofermentative), with characteristics of producing buttery aromas, obtained better acceptance by consumers (85%), being thus selected for the application of clove and cumin spices. Correlating the physical-chemical and sensory data, it was possible to determine that the best accepted cheese (85% acceptability) was the cheese 12 cm high and 20 cm in diameter, weighing 2.5 kg with 60 days of maturation.

**Keywords:** size, consumers, SEM, lactic culture.

## 2.1 INTRODUÇÃO

O consumo de queijos finos tem aumentado no Brasil, sendo estimado um consumo de 9,3 kg *per capita* do produto em 2030 (MINTEL, 2019). Com base nessa previsão, torna-se necessário o avanço tecnológico nos processos de fabricação e na qualidade desse tipo de produto.

Dentre esses produtos destacam-se queijos semiduros europeus, como Gouda, Edam e Havarti, que possuem características sensoriais agradáveis (CAKIR; CLARK, 2009; DÜSTERHÖFT; ENGELS; HUPPERTZ, 2017), as quais se adaptam bem ao paladar dos brasileiros, que estão iniciando uma cultura de produção e consumo de queijos especiais.

A maturação é o processo no qual o queijo adquire textura, aroma e sabores característicos. Esse processo deve ocorrer em ambiente com umidade e temperatura controlados, a fim de selecionar e estimular o crescimento bacteriano ou fúngico que se faz necessário durante o período de maturação (FOX, 2017).

Outro fator de importância para a maturação é a dimensão do queijo, uma vez que a troca gasosa, distribuição de gordura, bactérias lácticas e perda de umidade são fatores que influenciam a maturação, porém existem poucos relatos sobre os processos que ocorrem quando as dimensões dos queijos são alteradas (ROMEIH; MOE; SKEIE, 2012).

Para verificar essas modificações, análises físico-químicas podem ser úteis na elucidação dos processos, principalmente as relacionadas com índices de maturação. A maturação é caracterizada pela proteólise, lipólise e glicólise ocorridas no queijo, as quais podem ser desencadeadas por enzimas provenientes do coalho, de enzimas endógenas do leite ou enzimas exógenas da cultura láctica (LEROY; DE VUYST, 2004).

Análises físicas instrumentais como da textura e avaliação da microestrutura por microscopia eletrônica podem auxiliar no entendimento da alteração da rede protéica durante a maturação. Em conjunto, análises sensoriais podem ser realizadas (LANGTON; ASTRDM; HERMANSSON, 1996).

A análise sensorial que mais se adapta ao desenvolvimento de um novo produto é a análise com consumidores, que permite verificar qual a percepção dos mesmos com relação a características sensoriais do produto. Uma das análises que vem sendo utilizada com frequência é a *Check all that apply* (CATA) que em conjunto com análise

de aceitabilidade e escala do ideal demonstram a forma na qual determinados atributos caracterizam as amostras (VARELA; ARES, 2012).

Com base nessas informações, o objetivo do trabalho foi desenvolver um novo queijo semiduro, baseado em queijos europeus e que se adapte ao paladar dos brasileiros. Para selecionar o queijo, dimensões diferentes foram utilizadas, a fim de entender melhor como o processo de maturação ocorre em diferentes dimensões. Esses queijos passaram por avaliações físicas, químicas e sensoriais, onde o queijo que obteve o melhor desempenho foi escolhido para a posterior aplicação de especiarias.

## 2.2 MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.2.1 Desenvolvimento de Protocolo de Queijo Semiduro

O queijos foram fabricados na planta piloto da Escola Tecnológica de Leite e Queijos dos Campos Gerais (ETLQueijos) do Departamento de Engenharia de Alimentos (DEA) da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG). Foram utilizados para cada batelada 120 L de leite bovino, proveniente de gado da raça Holandesa (*Holstein Friesian*), da primeira ordenha, obtido da Fazenda Escola Capão da Onça (FESCON) da UEPG, situada ao km 07(25°05'42''S 50°09'43'' O) da estrada de acesso ao distrito de Itaiacoca, Ponta Grossa, Paraná, Brasil.

Foram elaborados dois tipos de queijos semiduros com diferentes culturas lácticas liofilizadas O e LD. A cultura do tipo O possui característica de produção de ácido láctico, contendo os micro-organismos *Lactococcus lactis*, e *Lactobacillus lactis* subsp. *Cremonis* (FD-DVS RSF – 736, Christian Hansen, São Paulo, Brasil). A cultura LD possui característica de formação de aroma e contém *Lactococcus lactis*, *Lactococcus lactis* subsp. *Lactics* biovar *Diacetylactis*, *Leuconostoc* sp. (Lyofast, M030 N, Sacco, São Paulo, Brasil).

Os equipamentos utilizados são em aço inox 304 AISI e consistem em tanques encamisados (120 L, MecMilk®, Pompéia, Brasil) que passaram por limpeza superficial utilizando detergente neutro e sanitização com uso de solução de hipoclorito de sódio (200 mg/L). As paredes e piso da planta bem como todos os utensílios utilizados foram lavados antes do início da produção e após com detergente neutro e enxaguados com água tratada.



O leite, proveniente da primeira ordenha, foi tratado termicamente em tanque encamisado (capacidade 125 L) (63 °C por 30 minutos), após foi resfriado com circulação de água, para o controle da temperatura entre 32 - 34 °C.

Após a temperatura de 32 °C ser alcançada, foi adicionada cultura *starter* liofilizada previamente diluída, na contagem de 5 DCU/L, com mexedura manual de 5 minutos para completa diluição. A unidade DCU (*Danisco Counting Units*) é uma unidade utilizada para determinar a viabilidade das células, indicando a quantidade exata para cada *blend* de culturas utilizadas, não necessariamente indica a quantidade em gramas que devem ser utilizadas.

Após a adição e dissolução das culturas foram adicionados 0,4 mL/L de cloreto de cálcio 50% (CaCl<sub>2</sub>, Coalhopar®, São Paulo, Brasil). Assim que foram completados 45 minutos da adição da cultura, 0,016 g/L de coalho em pó (HA-LA 2154 IMCU, Christian Hansen, São Paulo, Brasil) diluído em 50 mL de água deionizada foi acrescentado ao leite.

Ocorrida a coagulação e formação do gel (pH 6,4, 35 min), foi realizado o corte em cubos de 1 cm de aresta com utilização de liras, e a massa foi mexida lentamente, a fim de não danificar o coagulado. Após esse processo, o soro foi retirado na quantidade de 1/3 do volume inicial do leite. O aquecimento foi realizado por adição de água a temperatura de 55 °C (aproximadamente 35 L) até a massa atingir a temperatura de 36 °C. A massa foi agitada por 20 minutos, até atingir o ponto, caracterizado por cubos firmes ao toque, que ao serem comprimidos nas mãos mantêm o formato, porém com grãos separados. O soro foi drenado completamente, a massa foi salgada com adição de 300 g de cloreto de sódio tratado em estufa a 100 °C por 12 horas (sal refinado iodado, Lebre, Rio de Janeiro, Brasil) por 100 L de leite, e a massa transferida para as formas de polipropileno (RP-500, Jandaplast®, Paraná, Brasil) com dessorador em tecido morin.

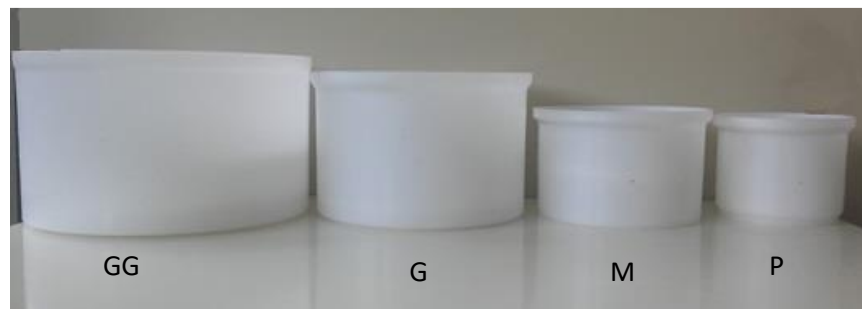
As formas escolhidas tinham dimensões diferentes para verificação das alterações durante o processo de maturação e sua relação com o tamanho dos queijos. Para isso, quatro tamanhos de forma foram utilizados (GG – PAR5000, G – RMFT1000, M- RP1000, P – RH250, Jandaplast, Paraná, Brasil). As medidas são apresentadas na Tabela 2.1.

Os queijos fabricados foram prensados por 2 horas, com 1 kg/kg de queijo, com viragens na metade do tempo. Após esse período permaneceram durante

aproximadamente 15 horas em temperatura ambiente (22 a 25 °C) para acidificação, até o pH atingir 5,2.

Tabela 2.1: Dimensões das formas utilizadas para fabricação de queijos semiduros.

Tamanho	Altura (cm)	Diâmetro (cm)	Código da forma	Capacidade (kg)
GG	15,0	24,5	PAR -5000	5
G	12,5	20,0	RMFT-1000	2,5
M	9,0	15,0	RP-1000	1
P	8,5	10,0	RH-250	0,5

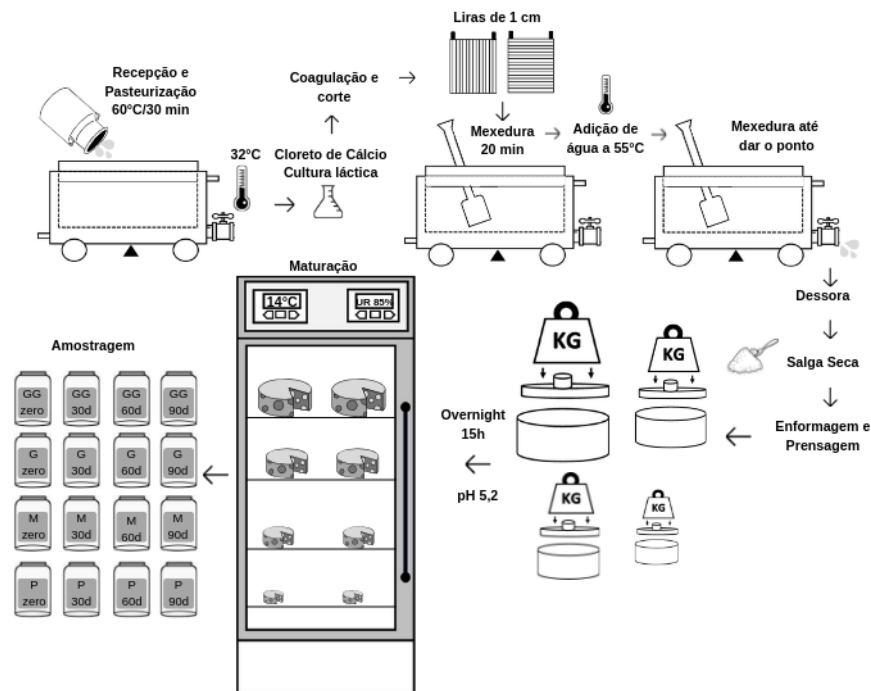


Após esse período os queijos foram transferidos para a câmara de maturação, com refrigeração no teto e aspersores de umidade, reguladas em 14 °C e umidade relativa de 85% por 24 horas, (sensor modelo N322RHT, NOVUS®, Rio Grande do Sul, Brasil), respectivamente. O queijo permaneceu na câmara de maturação (UR 85%, 14 °C), sendo virado a cada 2 dias, até atingir tempo de maturação de 30, 60 e 90 dias. O protocolo de fabricação pode ser observado no ANEXO A.

### 2.2.2 Amostragem

O processo de amostragem é exemplificado na Figura 2.1. As amostras foram avaliadas nos períodos de zero (0), trinta (30), sessenta (60) e noventa (90) dias de maturação. Para isso, nos queijos G e GG uma cunha de 250 g cada foi retirada, e o restante retornou para a câmara fria a fim de continuar o processo de maturação. Para que não houvesse interferência na continuidade do processo, duas camadas de uma cobertura plástica especial para queijos (Coatlab Amarela, Granolab, São Paulo, Brasil) foi aplicada à região do corte, a fim de impedir a perda de umidade. Para os queijos M e P a peça inteira foi utilizada na amostragem.

Figura 2.1: Processo e amostragem de queijos semiduros de diferentes dimensões



Fonte: o autor.

As amostras destinadas às análises físico-químicas foram trituradas e homogeneizadas até granulometria aproximada de 2,5 mm e armazenadas em embalagens plásticas a temperatura de -4 °C, até o momento da análise. Ao final foram obtidas 4 amostras de cada queijo, 16 amostras no total. Considerando as duas culturas, foram obtidas 32 amostras.

## 2.2.3 Avaliação Físico-Química de Queijos Semiduros de Diferentes Dimensões

### 2.2.3.1 Análises físico-químicas

Os queijos foram analisados em diferentes pontos de maturação quanto aos parâmetros de extrato seco total por gravimetria (IAL, 2008), gordura por butirômetro de Gerber (Funke Gerber, Berlim, Alemanha) especial para queijo (IAL, 2008), proteína bruta pelo método de micro-Kjedahl utilizando fator de conversão de 6,38 (AOAC, 2016), cinzas por incineração em mufla (El Labor, EF200F, São Paulo, Brasil) a 550 °C por 12 horas (IAL, 2008), cloreto de sódio pelo método descrito por Barbano (1991) e pH por peagâmetro de bancada (Tecnopeon, MPA210, São Paulo, Brasil).

### 2.2.3.2 Análise de índices de maturação

A maturação dos queijos foi avaliada por meio de três índices: índice de maturação por teor de tirosina pelo método descrito por Vakaleris e Prince (VAKALERIS; PRICE, 1959), índice de extensão de maturação pelo método de quantificação de nitrogênio solúvel em pH 4,6, e índice de profundidade de maturação por meio de nitrogênio solúvel em ácido tricloroacético (TCA) 12%, ambos métodos descritos pela AOAC (AOAC, 2016).

### 2.2.3.3 Análise de perfil de textura

O perfil de textura foi analisado utilizando texturômetro modelo *TA.XTPlus Texture Analyser* (Stable Micro Systems, UK). As amostras foram preparadas cortando-as em cilindros de 15 mm de diâmetro por 15 mm de altura, sem casca. Foram realizados seis ensaios para cada amostra, utilizando probe cilíndrico de alumínio P36R (36 mm de diâmetro), com compressão dupla de 30% da altura inicial da amostra, velocidade do teste foi de 0,8mm/s, à temperatura de 20 °C. Foram considerados os parâmetros dureza (N), adesividade (N.s), elasticidade, coesividade, mastigabilidade (N) e resiliência, calculados com base no software *Texture Exponent Lite* (Stable Micro Systems, UK) (MARINHO *et al.*, 2015).

### 2.2.3.4 Análise de Microestrutura (MEV-FEG)

A análise de MEV-FEG (Microscopia Eletrônica de Varredura de Alta Resolução, Mira 3, Tescan, República Tcheca) foi realizada com os queijos com 60 dias de maturação fabricados com a cultura LD. Segundo estudo realizado por Buffa *et al.* (2002), a partir desse tempo é possível observar de maneira clara a distribuição dos micro-organismos na estrutura dos queijos.

Para realização da análise, cubos de 0,5 mm<sup>3</sup> foram submetidos a um processo de fixação da estrutura, utilizando solução de glutaraldeído 2% por quatro horas, e posterior desidratação utilizando soluções com concentração de etanol crescente: 30%, 50%, 70%, 95% e 100%, por um período de permanência em cada solução de 30 minutos, esta última por três vezes, e por fim, mantidas em acetona por uma hora. Após isso as amostras foram desidratadas em dessecador contendo sílica

gel, por 24 horas. A análise foi realizada em MEV-FEG a 15 kV; os fotomicrográficos foram analisados a um nível de magnitude de 500, 1000, 2000 e 4000 vezes, ou coletadas em magnitude que apresentassem a estrutura de forma mais clara (AMINIFAR *et al.*, 2010).

### 2.2.3.5 Análise sensorial com consumidores

A análise sensorial com consumidores permite o uso concomitante de diferentes análises, que auxiliam o avaliador a entender melhor o produto. Dentre as análises mais utilizadas estão a avaliação de aceitabilidade de um produto e a avaliação utilizando a escala do ideal.

As doze amostras foram apresentadas de forma aleatória, uma por vez, em dias diferentes, em copos codificados com três dígitos aleatórios. Todos os avaliadores provaram todas as amostras de queijo, cada uma em seu tempo de maturação. Cada pedaço de queijo, sem casca, correspondia a  $20 \pm 3$  g, a temperatura de  $23 \pm 2^\circ\text{C}$ , sob luz branca, em cabines insonorizadas e inodoras. (ARES; JAEGER, 2015). Noventa consumidores participaram da avaliação sensorial, os quais assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), concordando em participar da análise e permitindo o uso das informações cedidas. A análise com consumidores foi realizada após aprovação pelo Comitê de Ética e Pesquisa (n° 1.941.390)

A análise de aceitabilidade foi realizada utilizando-se de escala hedônica de nove pontos, onde a nota 9 equivalia ao termo gostei extremamente e a nota 1 ao termo desgostei extremamente (HERSLETH *et al.*, 2005).

Foi solicitado aos consumidores avaliar a aceitabilidade do produto, e por meio da escala do ideal (JAR) avaliar os queijos quanto a quantidade de sal, acidez e maciez (PLAEHN, 2014).

Para a avaliação CATA, os atributos selecionados para compor a ficha sensorial foram cor amarela escuro, cremoso, opaco, gorduroso, salgado, amargo, macio, sabor residual amargo, baixa qualidade, alta qualidade, brilhante, odor iogurte, odor manteiga, ácido, farelento, cor amarela claro, sabor de creme (ARES; JAEGER, 2013). A ficha sensorial encontra-se no ANEXO D.

### 2.2.3.6 Análise Estatística

Os dados coletados foram apresentados como média  $\pm$  desvio padrão (SD) e foram submetidos à análise de homogeneidade de variância Brown- Forsythe, e se considerados homogêneos foram submetidos à Análise de Variância fator único (1-ANOVA), a fim de estabelecer diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre as amostras. Depois disso, os dados foram submetidos a teste de diferença mínima significativa de Fischer, para culturas e tempos de maturação, indicando quais amostras apresentam diferenças entre si. Para Análise de Componentes Principais os dados foram autoescalados, e foi aplicada a fim de correlacionar os parâmetros entre si, explicando as alterações ocorridas durante o tempo de maturação e entre as culturas utilizadas a partir software Statistica 7.0 (ZIELINSKI *et al.*, 2015).

Os dados da análise de aceitabilidade foram compilados em %, e submetidos a ANOVA e teste de diferença significativa mínima de Tukey. Os resultados da JAR foram submetidos a análise de penalidades e os dados do CATA foram analisados primeiramente através de análise de correspondência, onde somente atributos com frequências maiores que 20% foram considerados. Para verificar quais atributos se correlacionam melhor com cada amostra, os dados foram submetidos ao teste Q de Cochran, que por meio de estatística não paramétrica, avalia dados de contingência, apresentando as diferenças significativas entre atributos, com  $p < 0,05$ . Através do gráfico da Análise de Correspondência (AC), foi possível caracterizar cada amostra com base nos dados obtidos dos consumidores (MEYNER *et al.*, 2013).

## 2.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 2.3.1 Análises Físico-Químicas

O aspecto interno e externo do queijo fabricado com a cultura LD de tamanho G pode ser observado na Figura 2.2. Percebe-se a formação de olhaduras devido a característica de produção de gás carbônico pela cultura.

Figura 2.2: Queijo semiduro fabricado com cultura LD com 60 dias de maturação



Os resultados das análises físico-químicas são apresentados na Tabela 2.2 e Tabela 2.3 para os queijos O e LD respectivamente. Pode-se observar que o extrato seco total (EST) se altera durante a maturação para todos os queijos, e em particular para os queijos P. Esse aumento pode ser verificado nos queijos maiores, G e GG, somente com 60 e 90 dias respectivamente. Esses valores são devidos à perda de umidade dos queijos, processo que ocorre naturalmente, porém que ocorre mais lentamente nos queijos de dimensões maiores. Em estudos similares, redução de até 10% no valor de umidade foram encontrados (PINHO *et al.*, 2004).

As cinzas e cloreto de sódio seguem a mesma tendência do extrato seco total, sendo menores nos tempos zero para todos os queijos, e à medida que se prolonga a maturação, devido à perda de umidade, os queijos menores (P) concentram um maior teor de cinzas nos tempos 60 e 90 dias de maturação. Os queijos M, G e GG mantêm o teor de cinzas dos 60 para os 90 dias. Resultados semelhantes foram encontrados em queijos maturados por 50 dias, onde o teor de sólidos totais, cinzas e cloreto de sódio aumentaram com a maturação (KHOSROUSHAHI *et al.*, 2006).

Para os queijos LD, um aumento no teor de cinzas, passa a ser observado a medida que se prolonga a maturação, e nos queijos menores é evidente o aumento no teor de cinzas e sal. Em queijos brancos iranianos formulados com diferentes culturas lácteas foram observados aumentos similares ao se prolongar o tempo de maturação, porém sem comparativo com queijos de dimensões diferentes (KHOSROUSHAHI *et al.*, 2006).

O teor de proteínas nos queijos foi maior no tempo zero para os queijos GG tipo O, e à medida que passa o tempo de maturação tem seu quantitativo reduzido.

Nos queijos LD não houve diferença no teor de proteínas. Para os queijos de maior dimensão (GG), fabricados com a cultura O, com 90 dias de maturação, foi obtido o menor valor para proteínas, e os queijos G, M e P obtiveram valores estatisticamente constantes (KHOSROSHAHI *et al.*, 2006).



Tabela 2.2: Parâmetros físico-químicos (g/100g) dos queijos fabricados com cultura tipo O fabricados em diferentes dimensões.

Amostra/tempo	EST	Cinzas	Sal	Proteína	Gordura	pH*
GG0	47,05 <sup>fg</sup> ± 0,24	2,94 <sup>g</sup> ± 0,13	0,71 <sup>h</sup> ± 0,02	24,74 <sup>abcd</sup> ± 2,45	25,00 <sup>b</sup> ± 0,5	4,64 <sup>e</sup> ± 0,01
GG30	48,34 <sup>f</sup> ± 2,38	3,13 <sup>efg</sup> ± 0,02	0,81 <sup>g</sup> ± 0,02	23,17 <sup>bcde</sup> ± 1,08	26,67 <sup>b</sup> ± 0,28	4,47 <sup>f</sup> ± 0,01
GG60	53,20 <sup>e</sup> ± 0,36	3,36 <sup>cdef</sup> ± 0,02	0,92 <sup>f</sup> ± 0,01	23,33 <sup>bcde</sup> ± 0,65	37,00 <sup>a</sup> ± 0,50	4,96 <sup>c</sup> ± 0,01
GG90	60,19 <sup>b</sup> ± 0,30	3,37 <sup>cdef</sup> ± 0,35	1,01 <sup>d</sup> ± 0,01	21,23 <sup>e</sup> ± 4,71	37,67 <sup>a</sup> ± 0,76	4,98 <sup>bc</sup> ± 0,06
G0	46,70 <sup>g</sup> ± 1,29	3,06 <sup>fg</sup> ± 0,01	0,67 <sup>h</sup> ± 0,01	24,88 <sup>abc</sup> ± 0,56	25,67 <sup>b</sup> ± 1,15	4,65 <sup>e</sup> ± 0,01
G30	53,00 <sup>e</sup> ± 0,7	3,66 <sup>bc</sup> ± 0,03	1,02 <sup>d</sup> ± 0,01	24,09 <sup>abcd</sup> ± 0,15	27,00 <sup>b</sup> ± 0,1	4,49 <sup>f</sup> ± 0,02
G60	55,96 <sup>d</sup> ± 0,71	3,69 <sup>bc</sup> ± 0,02	1,08 <sup>c</sup> ± 0,02	25,00 <sup>abc</sup> ± 0,39	35,67 <sup>a</sup> ± 0,76	4,84 <sup>d</sup> ± 0,03
G90	60,94 <sup>b</sup> ± 0,13	3,69 <sup>bc</sup> ± 0,74	1,23 <sup>b</sup> ± 0,03	25,99 <sup>ab</sup> ± 1,07	35,67 <sup>a</sup> ± 0,28	5,06 <sup>b</sup> ± 0,02
M0	48,13 <sup>f</sup> ± 0,69	3,44 <sup>cde</sup> ± 0,30	0,71 <sup>h</sup> ± 0,01	26,04 <sup>a</sup> ± 0,60	26,00 <sup>b</sup> ± 0,50	4,68 <sup>e</sup> ± 0,01
M30	53,67 <sup>e</sup> ± 0,05	3,52 <sup>bcd</sup> ± 0,02	0,90 <sup>f</sup> ± 0,02	22,67 <sup>cde</sup> ± 1,18	26,33 <sup>b</sup> ± 0,28	4,51 <sup>f</sup> ± 0,01
M60	57,74 <sup>c</sup> ± 0,70	3,70 <sup>bc</sup> ± 0,04	0,82 <sup>g</sup> ± 0,01	23,77 <sup>abcde</sup> ± 0,93	36,00 <sup>a</sup> ± 1,0	4,99 <sup>bc</sup> ± 0,07
M90	58,15 <sup>b</sup> ± 0,29	3,69 <sup>bc</sup> ± 0,03	1,05 <sup>cd</sup> ± 0,01	25,74 <sup>ab</sup> ± 1,48	37,83 <sup>a</sup> ± 2,02	5,00 <sup>bc</sup> ± 0,02
P0	47,97 <sup>fg</sup> ± 0,25	3,22 <sup>defg</sup> ± 0,01	0,73 <sup>h</sup> ± 0,02	25,00 <sup>abc</sup> ± 0,71	26,67 <sup>b</sup> ± 0,57	4,69 <sup>e</sup> ± 0,01
P30	55,45 <sup>d</sup> ± 0,81	3,89 <sup>b</sup> ± 0,02	1,09 <sup>c</sup> ± 0,01	24,16 <sup>abcd</sup> ± 1,80	28,17 <sup>b</sup> ± 6,21	4,50 <sup>f</sup> ± 0,01
P60	60,46 <sup>b</sup> ± 0,39	4,29 <sup>a</sup> ± 0,05	1,25 <sup>ab</sup> ± 0,01	25,48 <sup>ab</sup> ± 0,81	37,00 <sup>a</sup> ± 0,5	4,95 <sup>c</sup> ± 0,01
P90	61,04 <sup>a</sup> ± 0,26	4,33 <sup>a</sup> ± 0,01	1,30 <sup>a</sup> ± 0,01	25,68 <sup>ab</sup> ± 1,10	38,33 <sup>a</sup> ± 0,28	5,21 <sup>a</sup> ± 0,01

Nota: EST=extrato seco total; \* adimensional; GG (forma de 24,5cm e queijos de 5 kg); G (forma de 20 cm e queijos de 2,5kg); M (forma de 15 cm e queijos de 1,5kg); P(Forma de 10 cm e queijos de 450g). <sup>abc</sup>Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa entre as amostras.

Tabela 2.3: Parâmetros físico-químicos (g/100g) dos queijos fabricados com cultura tipo LD fabricados em diferentes dimensões.

Amostra/tempo	EST	Cinzas	Sal	Proteína	Gordura	pH*
GG0	52,67 <sup>de</sup> ± 0,35	3,49 <sup>g</sup> ± 0,15	0,71 <sup>f</sup> ± 0,01	22,91 <sup>a</sup> ± 1,49	33,00 <sup>cdef</sup> ± 1,00	5,34 <sup>ef</sup> ± 0,05
GG30	54,60 <sup>d</sup> ± 0,29	3,94 <sup>defg</sup> ± 0,06	0,90 <sup>def</sup> ± 0,01	18,12 <sup>cd</sup> ± 0,20	34,33 <sup>bcde</sup> ± 2,30	5,67 <sup>b</sup> ± 0,03
GG60	59,02 <sup>bc</sup> ± 1,03	4,06 <sup>bcdef</sup> ± 0,03	0,81 <sup>ef</sup> ± 0,01	21,28 <sup>ab</sup> ± 0,84	36,00 <sup>bcd</sup> ± 1,00	5,72 <sup>b</sup> ± 0,08
GG90	60,51 <sup>bc</sup> ± 0,16	4,23 <sup>abcde</sup> ± 0,09	0,87 <sup>ef</sup> ± 0,01	21,18 <sup>abc</sup> ± 0,99	37,00 <sup>bc</sup> ± 1,00	5,72 <sup>b</sup> ± 0,05
G0	49,74 <sup>f</sup> ± 0,82	3,72 <sup>efg</sup> ± 0,05	1,03 <sup>bcdef</sup> ± 0,02	22,61 <sup>ab</sup> ± 1,00	32,66 <sup>def</sup> ± 0,57	5,31 <sup>f</sup> ± 0,03
G30	54,55 <sup>d</sup> ± 0,45	4,42 <sup>abcd</sup> ± 0,06	1,47 <sup>ab</sup> ± 0,04	19,89 <sup>bcd</sup> ± 1,04	36,33 <sup>bc</sup> ± 1,52	5,51 <sup>cd</sup> ± 0,05
G60	61,06 <sup>b</sup> ± 0,77	4,51 <sup>abc</sup> ± 0,18	1,49 <sup>a</sup> ± 0,01	19,73 <sup>bcd</sup> ± 1,11	36,33 <sup>bc</sup> ± 0,57	5,61 <sup>bc</sup> ± 0,02
G90	60,79 <sup>b</sup> ± 0,56	4,51 <sup>abc</sup> ± 0,03	1,37 <sup>abc</sup> ± 0,01	20,69 <sup>abcd</sup> ± 0,90	36,66 <sup>bc</sup> ± 0,57	5,59 <sup>bc</sup> ± 0,08
M0	51,85 <sup>ef</sup> ± 0,26	3,98 <sup>cdefg</sup> ± 0,03	1,17 <sup>abcdef</sup> ± 0,01	23,25 <sup>a</sup> ± 1,02	32,00 <sup>ef</sup> ± 1,00	5,35 <sup>ef</sup> ± 0,03
M30	58,28 <sup>c</sup> ± 1,23	4,40 <sup>abcd</sup> ± 0,02	1,34 <sup>abcd</sup> ± 0,01	19,66 <sup>bcd</sup> ± 1,28	36,33 <sup>bc</sup> ± 2,3	5,46 <sup>de</sup> ± 0,08
M60	60,34 <sup>bc</sup> ± 2,09	4,60 <sup>ab</sup> ± 0,03	0,95 <sup>cdef</sup> ± 0,01	20,53 <sup>abcd</sup> ± 1,44	37,00 <sup>ab</sup> ± 0,00	5,51 <sup>d</sup> ± 0,00
M90	59,00 <sup>bc</sup> ± 0,74	4,57 <sup>ab</sup> ± 0,03	1,02 <sup>bcdef</sup> ± 0,02	22,01 <sup>ab</sup> ± 0,99	38,66 <sup>a</sup> ± 1,52	5,40 <sup>def</sup> ± 0,05
P0	50,24 <sup>ef</sup> ± 0,30	3,58 <sup>fg</sup> ± 0,64	0,72 <sup>ef</sup> ± 0,01	19,76 <sup>bcd</sup> ± 1,06	30,66 <sup>f</sup> ± 0,57	5,15 <sup>g</sup> ± 0,05
P30	60,28 <sup>bc</sup> ± 0,67	4,36 <sup>abcd</sup> ± 0,01	0,79 <sup>ef</sup> ± 0,59	20,60 <sup>abcd</sup> ± 1,15	36,00 <sup>ab</sup> ± 1,00	5,36 <sup>ef</sup> ± 0,04
P60	63,91 <sup>a</sup> ± 0,58	4,30 <sup>abcd</sup> ± 0,1	1,18 <sup>abcde</sup> ± 0,08	20,12 <sup>abcd</sup> ± 0,79	37,00 <sup>ab</sup> ± 1,00	5,70 <sup>b</sup> ± 0,05
P90	64,75 <sup>a</sup> ± 0,02	4,59 <sup>ab</sup> ± 0,26	1,15 <sup>abcdef</sup> ± 0,12	20,056 <sup>abcd</sup> ± 0,75	38,33 <sup>a</sup> ± 0,57	5,78 <sup>a</sup> ± 0,08

Nota: EST=extrato seco total; \* adimensional; GG (forma de 24,5cm e queijos de 5 kg); G (forma de 20 cm e queijos de 2,5kg); M (forma de 15 cm e queijos de 1,5kg); P(Forma de 10 cm e queijos de 450g). <sup>abc</sup>Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa entre as amostras.

O teor de gordura apresenta alteração estatisticamente significativa entre os tempos zero e trinta dias os queijos LD G, M e P. Foi observado um aumento da quantidade de gordura em todas as dimensões após os 30 dias de maturação, devido à perda de umidade. Isso não altera a classificação segundo a legislação, porém fica evidente que a dimensão do produto tem influência na perda de umidade e consequente concentração da gordura, onde os queijos PLD terminam os 90 dias de maturação, com um teor de gordura maior se comparados aos queijos GLD e GGLD no mesmo tempo de maturação. Em queijos *cheddar* com diferentes teores de gordura, resultados similares foram encontrados com relação ao período de maturação, mas pouco se comenta sobre se a dimensão afeta os teores de gordura (FENELON; GUINEE, 2000).

Com relação ao pH, pode-se observar um aumento para os queijos M e P nos 90 dias de maturação. Esse processo é desencadeado devido a utilização de ácido láctico pelas culturas lácticas na produção de compostos de aroma e sabor, processo que ocorre em queijos de maiores dimensões em tempos mais longos de maturação (FOX *et al.*, 2017).

### 2.3.2 Análise de Índices de Maturação

Os resultados para os índices de maturação dos queijos fabricados em diferentes dimensões, com as culturas tipo O e LD, são apresentados na Tabela 2.4.

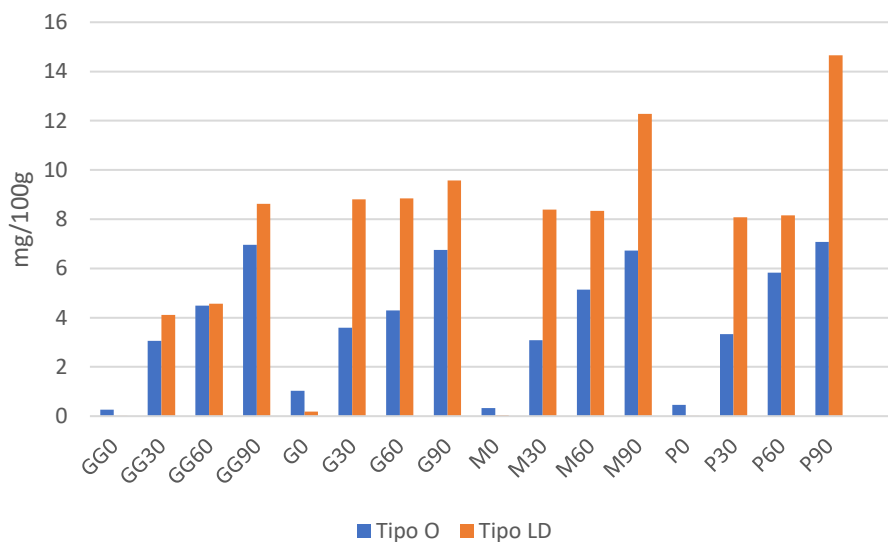
Tabela 2.4: Índices de maturação para os queijos tipo O e LD fabricados em diferentes dimensões.

Amostra	IEP (g/100g)		IPP (g/100g)		IM (mg/100g)	
	Queijos O	Queijos LD	Queijos O	Queijos LD	Queijos O	Queijos LD
GG0	0,26 <sup>h</sup> ± 0,18	0,01 <sup>h</sup> ± 0,01	1,89 <sup>g</sup> ± 0,49	1,42 <sup>i</sup> ± 0,40	21,61 <sup>hi</sup> ± 3,57	19,63 <sup>i</sup> ± 2,55
GG30	3,06 <sup>g</sup> ± 0,81	4,11 <sup>g</sup> ± 0,57	4,60 <sup>f</sup> ± 0,97	5,71 <sup>fgh</sup> ± 0,29	21,88 <sup>h</sup> ± 3,35	72,58 <sup>d</sup> ± 2,96
GG60	4,49 <sup>de</sup> ± 1,15	4,57 <sup>g</sup> ± 1,19	7,23 <sup>b</sup> ± 0,26	9,84 <sup>c</sup> ± 0,56	49,73 <sup>e</sup> ± 3,31	28,83 <sup>h</sup> ± 0,18
GG90	6,96 <sup>a</sup> ± 1,34	8,62 <sup>de</sup> ± 0,55	8,59 <sup>a</sup> ± 1,51	10,62 <sup>bc</sup> ± 1,19	88,07 <sup>b</sup> ± 5,69	103,34 <sup>ab</sup> ± 6,08
G0	1,03 <sup>h</sup> ± 0,15	0,19 <sup>h</sup> ± 0,18	1,97 <sup>g</sup> ± 0,34	1,85 <sup>i</sup> ± 0,11	15,05 <sup>ij</sup> ± 2,86	15,54 <sup>ij</sup> ± 1,13
G30	3,59 <sup>efg</sup> ± 0,18	8,81 <sup>ef</sup> ± 0,52	6,05 <sup>cde</sup> ± 0,06	5,59 <sup>gh</sup> ± 0,69	30,29 <sup>g</sup> ± 5,71	69,58 <sup>d</sup> ± 0,75
G60	4,29 <sup>def</sup> ± 0,19	8,85 <sup>ef</sup> ± 0,57	7,05 <sup>bc</sup> ± 0,19	8,05 <sup>d</sup> ± 1,34	69,49 <sup>cd</sup> ± 5,03	36,52 <sup>g</sup> ± 6,87
G90	6,75 <sup>ab</sup> ± 0,51	9,57 <sup>cd</sup> ± 1,67	7,06 <sup>bc</sup> ± 0,53	10,97 <sup>bc</sup> ± 0,70	96,71 <sup>a</sup> ± 0,45	96,99 <sup>b</sup> ± 0,65
M0	0,33 <sup>h</sup> ± 0,28	0,04 <sup>h</sup> ± 0,02	2,20 <sup>g</sup> ± 0,26	1,39 <sup>i</sup> ± 0,21	13,36 <sup>j</sup> ± 3,29	11,24 <sup>j</sup> ± 1,19
M30	3,09 <sup>g</sup> ± 0,06	8,39 <sup>ef</sup> ± 0,58	6,66 <sup>bde</sup> ± 0,38	5,17 <sup>h</sup> ± 0,32	39,94 <sup>f</sup> ± 9,55	68,89 <sup>d</sup> ± 2,96
M60	5,14 <sup>cd</sup> ± 0,38	8,34 <sup>ef</sup> ± 0,83	6,97 <sup>bcd</sup> ± 0,79	6,70 <sup>efg</sup> ± 0,71	63,66 <sup>d</sup> ± 1,09	43,16 <sup>f</sup> ± 2,47
M90	6,73 <sup>ab</sup> ± 0,25	12,28 <sup>b</sup> ± 0,66	7,16 <sup>b</sup> ± 0,38	11,21 <sup>ab</sup> ± 1,10	92,97 <sup>ab</sup> ± 3,63	106,07 <sup>a</sup> ± 1,31
P0	0,46 <sup>h</sup> ± 0,16	0,01 <sup>h</sup> ± 0,01	2,50 <sup>g</sup> ± 0,59	2,24 <sup>i</sup> ± 0,48	10,76 <sup>j</sup> ± 0,02	38,08 <sup>fg</sup> ± 0,77
P30	3,33 <sup>fg</sup> ± 0,43	8,08 <sup>ef</sup> ± 0,50	5,85 <sup>e</sup> ± 0,32	6,88 <sup>def</sup> ± 0,96	24,70 <sup>gh</sup> ± 1,48	73,53 <sup>d</sup> ± 3,84
P60	5,83 <sup>bc</sup> ± 1,02	8,15 <sup>ef</sup> ± 0,49	5,96 <sup>de</sup> ± 0,78	7,65 <sup>de</sup> ± 0,17	74,04 <sup>c</sup> ± 1,95	57,49 <sup>e</sup> ± 10,40
P90	7,08 <sup>a</sup> ± 0,14	14,66 <sup>a</sup> ± 0,74	6,51 <sup>bcde</sup> ± 0,70	12,40 <sup>a</sup> ± 0,79	89,39 <sup>b</sup> ± 1,89	100,34 <sup>ab</sup> ± 0,64

Nota: IPP – índice de profundidade de proteólise medida pela quantidade de nitrogênio solúvel em pH 4,6; IEP – índice de extensão de proteólise medido pela quantidade de nitrogênio solúvel em TCA 12% e IM – índice de maturação medido pela quantificação do aminoácido tirosina liberado durante a maturação. ). <sup>abc</sup>Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa entre as amostras

Pode-se observar na Figura 2.3 um aumento gradual do percentual de nitrogênio solúvel (pH 4,6), também chamado de índice de extensão da proteólise (IEP) tanto nos queijos O quanto nos queijos LD. Esse índice é a medida realizada para se verificar proteólise proveniente da ação do agente coagulante, que atua nesse processo desde o início da maturação. Para queijos com dimensões menores, como os M e P, verifica-se uma maior degradação da matriz de caseína em peptídeos de massa molecular mais elevada principalmente para os queijos LD. Em queijo muçarela, que não sofre maturação mas tem ação do coagulante durante o armazenamento foram encontrados resultados semelhantes (COSTABEL; PAULETTI; HYNES, 2007).

Figura 2.3: Índice de Extensão de Proteólise (IEP) para queijos semiduros de diferentes dimensões



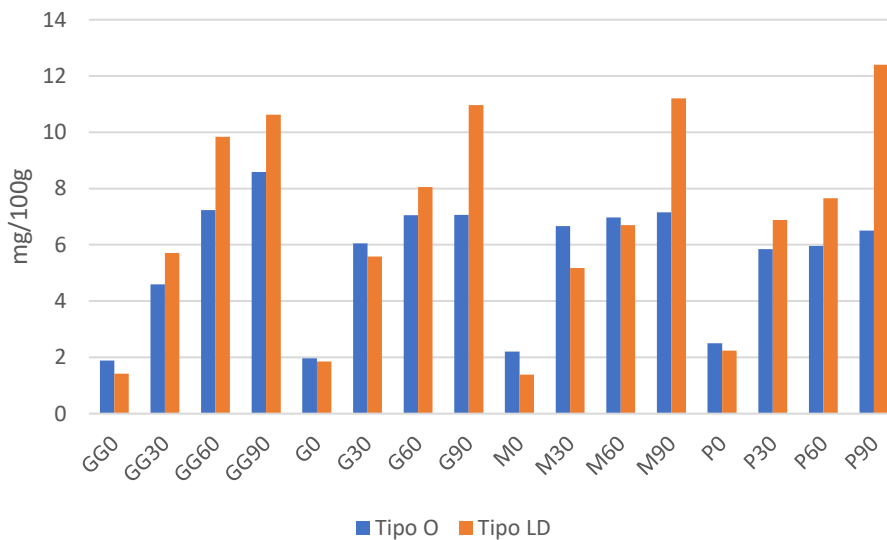
Nota: GG (forma de 24,5cm e queijos de 5 kg); G (forma de 20 cm e queijos de 2,5kg); M (forma de 15 cm e queijos de 1,5kg); P (Forma de 10 cm e queijos de 450g).

Nos produtos fabricados com a cultura LD, os queijos P são os que apresentam o maior IEP, e nos 90 dias, possuem uma matriz degradada pelas enzimas do coalho e endógenas (JACOB; JAROS; ROHM, 2011).

O índice de extensão de proteólise foi menor para os queijos de maiores dimensões, indicando que não ocorre degradação da matriz proteica por meio do coagulante ou enzimas endógenas do leite (JACOB; JAROS; ROHM, 2011).

Para os queijos tipo O, ocorre um aumento do índice de profundidade de proteólise (IPP), à medida que se prolonga a maturação, como pode ser observado na Figura 2.4.

Figura 2.4: Índice de Profundidade de Proteólise (IPP) para queijos semiduros de diferentes dimensões



Nota: GG (forma de 24,5cm e queijos de 5 kg); G (forma de 20 cm e queijos de 2,5kg); M (forma de 15 cm e queijos de 1,5kg); P(Forma de 10 cm e queijos de 450g).

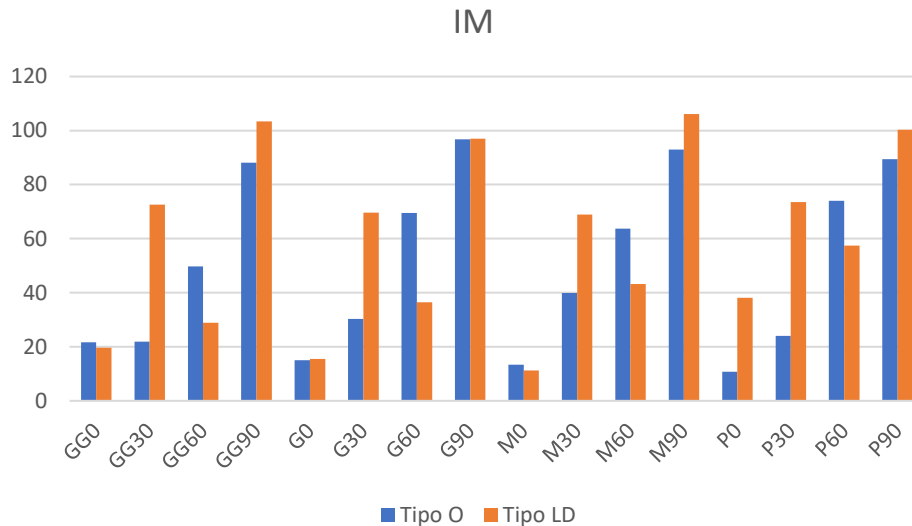
Para os queijos GG, esse valor é o maior obtido em comparação aos outros queijos com 60 e 90 dias. Para os queijos P tipo O, a profundidade de proteólise é menor, se comparado aos queijos maiores, sendo que aos 90 dias de maturação os valores se aproximam dos queijos M, G e GG com 60 dias de maturação, indicando que ocorre uma menor degradação enzimática de peptídeos oriundos da hidrólise da caseína provocada pela plasmina, o coalho e enzimas exógenas de bactérias lácticas adicionadas na fabricação (FOX *et al.*, 2017).

O IPP para os queijos LD segue uma tendência diferente se comparado aos queijos fabricados com a cultura tipo O, onde os queijos P possuem um alto IPP, indicando que os peptídeos oriundos da primeira quebra favorecida pelo coagulante foram quebrados em frações menores pelas enzimas provenientes da cultura *starter*. O índice de maturação foi maior para os queijos P, e menor para os queijos GG (SOUSA; ARDÖ; MCSWEENEY, 2001).

O índice de maturação, apresentado na Figura 2.5, e quantificado pela quantidade de tirosina, segue a mesma tendência do IPP, onde ocorre uma maior

liberação do aminoácido a partir dos 60 dias de maturação nos queijos tipo O; os queijos LD P possuem uma maior degradação em comparação às demais amostras, sendo que esse índice é maior aos 90 dias de maturação.

Figura 2.5: Índice de Maturação (IM) para queijos semiduros de diferentes dimensões



Nota: GG (forma de 24,5cm e queijos de 5 kg); G (forma de 20 cm e queijos de 2,5kg); M (forma de 15 cm e queijos de 1,5kg); P (Forma de 10 cm e queijos de 450g).

Para os queijos LD pode-se observar um aumento significativo dos teores de nitrogênio para todos os índices, indicando que o queijo fabricado com essa cultura possui maiores alterações de proteólise durante a maturação, devido a maior liberação de enzimas pelas cepas de micro-organismos presentes nessa cultura (SOUSA; ARDÖ; MCSWEENEY, 2001).

Observando os resultados, pode-se verificar que os queijos de dimensão menor, fabricados com a cultura LD, maturados por 90 dias, possuem características físico-químicas que indicam uma maturação maior.

### 2.3.3 Análise de Perfil de Textura

O Perfil de Textura dos queijos O e LD são apresentados nas Tabelas 2.5 e 2.6, respectivamente.

A dureza é a força realizada por um agente mecânico capaz de promover uma deformação. Esse parâmetro foi o menor para o queijo LD, o qual pode ser considerado o queijo menos duro entre as culturas, atingindo valores elevados aos 90

dias de maturação e comparáveis aos queijos O de 30 dias. Ocorreu um aumento a partir dos 60 dias de maturação para todas as dimensões. Esse processo ocorre devido a compressão que a massa sofre durante o processo de prensagem e consequente modificação da micro-estrutura (SZCZESNIAK, 2002).

A força de adesão entre o queijo e a superfície de contato com o “probe” é medida pela adesividade. Foi observado que o queijo LD aos 90 dias para todas as dimensões foi o mais adesivo, e em comparação, o queijo O menos adesivo. Devido à cremosidade do queijo LD, a atração entre a massa do queijo e o probe foi maior que para as outras amostras, gerando maior adesividade (TUNICK; VAN HEKKEN, 2010).

A elasticidade é definida como a medida da distância recuperada pelo queijo após uma deformação no período de tempo até que ocorra a segunda deformação. Esse parâmetro tende a diminuir com o tempo de maturação. Os queijos menos elásticos foram os fabricados com a cultura O, nas dimensões M, G e GG aos 90 dias de maturação (BERTOLINO *et al.*, 2011).

A coesividade é definida como uma medida das forças de interação das ligações entre a matriz de proteínas do queijo, e a resiliência demonstra a capacidade de o queijo voltar a sua posição normal após uma primeira compressão (TUNICK; VAN HEKKEN, 2010).

Os queijos O em dimensão GG reduziram a coesividade com o decorrer da maturação, atingindo o menor valor em 90 dias. Os queijos LD são mais coesos, devido ao tipo de maturação sofrido por esses queijos, os quais não acidificam tanto, e como consequência, mantém uma estrutura de massa mais firme e menos quebradiça.



Tabela 2.5: Perfil de Textura de queijos fabricados com cultura tipo O em diferentes dimensões.

Amostras	Dureza (N)	Adesividade (Ns)	Elasticidade	Coesividade	Mastigabilidade (N)	Resiliência
GG0	8,85 <sup>g</sup> ± 1,09	-4,04 <sup>bcde</sup> ± 1,71	0,88 <sup>ab</sup> ± 0,03	0,83 <sup>a</sup> ± 0,01	6,53 <sup>j</sup> ± 1,00	0,42 <sup>a</sup> ± 0,01
GG30	21,06 <sup>f</sup> ± 2,55	-3,12 <sup>abc</sup> ± 0,94	0,81 <sup>de</sup> ± 0,07	0,71 <sup>bcd</sup> ± 0,06	12,23 <sup>gh</sup> ± 3,06	0,39 <sup>b</sup> ± 0,04
GG60	38,08 <sup>d</sup> ± 3,36	-6,54 <sup>def</sup> ± 2,92	0,83 <sup>cde</sup> ± 0,02	0,66 <sup>cdef</sup> ± 0,05	21,07 <sup>ef</sup> ± 2,34	0,34 <sup>cdef</sup> ± 0,03
GG90	40,23 <sup>d</sup> ± 6,02	-4,20 <sup>bcde</sup> ± 1,48	0,79 <sup>e</sup> ± 0,03	0,59 <sup>h</sup> ± 0,07	19,12 <sup>h</sup> ± 5,07	0,29 <sup>g</sup> ± 0,04
G0	10,05 <sup>g</sup> ± 0,64	-4,20 <sup>bcde</sup> ± 1,47	0,92 <sup>a</sup> ± 0,01	0,85 <sup>a</sup> ± 0,01	7,81 <sup>ij</sup> ± 0,60	0,44 <sup>a</sup> ± 0,01
G30	30,20 <sup>e</sup> ± 5,98	-4,85 <sup>cdef</sup> ± 1,05	0,81 <sup>de</sup> ± 0,05	0,62 <sup>fgh</sup> ± 0,04	15,68 <sup>fg</sup> ± 4,43	0,32 <sup>fg</sup> ± 0,03
G60	42,71 <sup>cd</sup> ± 7,87	-3,77 <sup>abcd</sup> ± 3,89	0,83 <sup>cde</sup> ± 0,04	0,66 <sup>def</sup> ± 0,04	23,37 <sup>def</sup> ± 5,22	0,33 <sup>ef</sup> ± 0,03
G90	48,20 <sup>c</sup> ± 8,28	-2,27 <sup>abc</sup> ± 1,29	0,79 <sup>e</sup> ± 0,03	0,64 <sup>efg</sup> ± 0,05	24,64 <sup>de</sup> ± 5,31	0,32 <sup>fg</sup> ± 0,03
M0	9,78 <sup>g</sup> ± 1,95	-4,67 <sup>cdef</sup> ± 2,09	0,93 <sup>a</sup> ± 0,02	0,85 <sup>a</sup> ± 0,01	7,71 <sup>ij</sup> ± 1,46	0,45 <sup>a</sup> ± 0,01
M30	23,05 <sup>f</sup> ± 4,89	-7,78 <sup>f</sup> ± 6,29	0,84 <sup>bcd</sup> ± 0,04	0,68 <sup>bcde</sup> ± 0,06	13,30 <sup>g</sup> ± 3,53	0,36 <sup>bcde</sup> ± 0,03
M60	47,33 <sup>c</sup> ± 7,86	-2,48 <sup>abc</sup> ± 1,55	0,81 <sup>de</sup> ± 0,07	0,71 <sup>bc</sup> ± 0,05	27,46 <sup>cd</sup> ± 6,37	0,36 <sup>bcd</sup> ± 0,02
M90	62,58 <sup>ab</sup> ± 4,59	-3,78 <sup>abcd</sup> ± 2,57	0,79 <sup>e</sup> ± 0,03	0,60 <sup>gh</sup> ± 0,04	29,91 <sup>bc</sup> ± 3,75	0,30 <sup>g</sup> ± 0,02
P0	8,90 <sup>g</sup> ± 0,81	-3,88 <sup>abcd</sup> ± 1,39	0,91 <sup>a</sup> ± 0,02	0,85 <sup>a</sup> ± 0,01	6,87 <sup>j</sup> ± 0,57	0,44 <sup>a</sup> ± 0,01
P30	23,41 <sup>f</sup> ± 3,56	-7,11 <sup>ef</sup> ± 5,64	0,86 <sup>bc</sup> ± 0,03	0,73 <sup>b</sup> ± 0,03	14,80 <sup>fg</sup> ± 2,55	0,37 <sup>bc</sup> ± 0,02
P60	59,62 <sup>b</sup> ± 7,70	-0,78 <sup>a</sup> ± 0,46	0,82 <sup>cde</sup> ± 0,04	0,66 <sup>cdef</sup> ± 0,06	32,48 <sup>ab</sup> ± 6,46	0,33 <sup>def</sup> ± 0,04
P90	66,65 <sup>a</sup> ± 10,81	-1,47 <sup>ab</sup> ± 0,92	0,85 <sup>bcd</sup> ± 0,04	0,63 <sup>efgh</sup> ± 0,06	36,11 <sup>a</sup> ± 8,36	0,32 <sup>fg</sup> ± 0,02

Nota: <sup>abc</sup>Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa entre as amostras.

Tabela 2.6: Perfil de Textura de queijos fabricados com cultura tipo LD em diferentes dimensões

Amostras	Dureza (N)	Adesividade (Ns)	Elasticidade	Coesividade	Mastigabilidade (N)	Resiliência
GG0	4,69 <sup>d</sup> ± 1,05	-3,52 <sup>a</sup> ± 1,63	0,90 <sup>abcd</sup> ± 0,02	0,84 <sup>a</sup> ±0,002	3,53 <sup>d</sup> ± 0,75	0,42 <sup>bcd</sup> ±0,01
GG30	13,59 <sup>d</sup> ± 4,07	-12,98 <sup>ab</sup> ±11,89	0,94 <sup>a</sup> ± 0,05	0,84 <sup>a</sup> ± 0,02	10,69 <sup>cd</sup> ± 3,36	0,41 <sup>de</sup> ±0,02
GG60	13,07 <sup>d</sup> ± 2,29	-2,10 <sup>a</sup> ± 1,48	0,85 <sup>bcd</sup> ± 0,17	0,80 <sup>b</sup> ± 0,01	8,82 <sup>cd</sup> ± 1,58	0,39 <sup>fe</sup> ± 0,01
GG90	34,18 <sup>ab</sup> ±14,51	-36,64 <sup>bc</sup> ± 8,47	0,87 <sup>abcde</sup> ± 0,01	0,74 <sup>bc</sup> ± 0,01	24,58 <sup>a</sup> ± 7,88	0,33 <sup>g</sup> ± 0,01
G0	7,82 <sup>d</sup> ± 1,31	-1,73 <sup>a</sup> ± 0,79	0,92 <sup>ab</sup> ± 0,01	0,86 <sup>a</sup> ± 0,01	6,17 <sup>cd</sup> ± 1,03	0,48 <sup>a</sup> ± 0,01
G30	11,48 <sup>d</sup> ± 5,65	-7,29 <sup>a</sup> ± 14,73	0,91 <sup>abc</sup> ± 0,02	0,85 <sup>a</sup> ± 0,02	8,71 <sup>cd</sup> ± 3,78	0,42 <sup>cd</sup> ±0,02
G60	8,71 <sup>d</sup> ± 1,92	-16,94 <sup>abc</sup> ±17,49	0,84 <sup>cde</sup> ± 0,02	0,80 <sup>b</sup> ± 0,01	5,79 <sup>cd</sup> ± 1,17	0,36 <sup>fg</sup> ± 0,02
G90	26,10 <sup>bc</sup> ± 6,82	-41,85 <sup>c</sup> ± 8,93	0,92 <sup>a</sup> ± 0,07	0,80 <sup>b</sup> ± 0,03	19,12 <sup>b</sup> ± 5,11	0,36 <sup>fg</sup> ±0,01
M0	5,25 <sup>d</sup> ± 2,37	-2,92 <sup>a</sup> ± 0,73	0,92 <sup>ab</sup> ± 0,03	0,84 <sup>a</sup> ± 0,01	4,04 <sup>cd</sup> ± 1,86	0,45 <sup>ab</sup> ±0,01
M30	8,06 <sup>d</sup> ± 2,26	-13,89 <sup>ab</sup> ± 14,29	0,90 <sup>abcd</sup> ± 0,02	0,86 <sup>a</sup> ± 0,01	6,20 <sup>cd</sup> ± 1,65	0,41 <sup>de</sup> ±0,01
M60	15,75 <sup>cd</sup> ± 3,69	-3,60 <sup>a</sup> ± 2,37	0,83 <sup>de</sup> ± 0,02	0,78 <sup>bc</sup> ± 0,01	10,11 <sup>cd</sup> ± 2,10	0,36 <sup>fg</sup> ±0,01
M90	32,40 <sup>b</sup> ± 9,06	-27,70 <sup>abc</sup> ± 21,86	0,84 <sup>de</sup> ± 0,03	0,78 <sup>bc</sup> ± 0,02	21,06 <sup>b</sup> ± 5,09	0,35 <sup>g</sup> ± 0,02
P0	7,79 <sup>d</sup> ± 1,42	-8,17 <sup>a</sup> ± 12,14	0,92 <sup>ab</sup> ± 0,02	0,84 <sup>a</sup> ±0,006	5,99 <sup>cd</sup> ± 1,03	0,45 <sup>abc</sup> ±0,01
P30	10,30 <sup>d</sup> ± 2,83	-3,25 <sup>a</sup> ± 1,43	0,92 <sup>ab</sup> ± 0,01	0,85 <sup>a</sup> ± 0,01	7,98 <sup>cd</sup> ± 1,99	0,41 <sup>de</sup> ±0,01
P60	13,26 <sup>d</sup> ± 2,23	-5,88 <sup>a</sup> ± 2,79	0,86 <sup>abcde</sup> ± 0,02	0,78 <sup>bc</sup> ± 0,01	8,83 <sup>c</sup> ± 1,15	0,35 <sup>g</sup> ± 0,01
P90	33,16 <sup>b</sup> ± 4,94	-20,72 <sup>abc</sup> ±28,10	0,81 <sup>e</sup> ± 0,04	0,78 <sup>bc</sup> ± 0,02	20,92 <sup>b</sup> ± 2,69	0,34 <sup>g</sup> ± 0,01

Nota: <sup>abc</sup>Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa entre as amostras.

A mastigabilidade é a força requerida para mastigar um queijo até sua homogeneidade para que seja possível a deglutição. O queijo O na dimensão P aos 30 e 90 dias foi caracterizado com a maior mastigabilidade e o queijo LD obteve valores menores em comparação, onde ocorre um aumento apenas nos queijos com 90 dias de maturação. Isso demonstra que o queijo O, em comparação com os queijos LD, tem uma textura mais dura devido à acidez excessiva, resultando em uma massa menos macia, e conseqüentemente aumentando a mastigabilidade (EVERARD *et al.*, 2006).

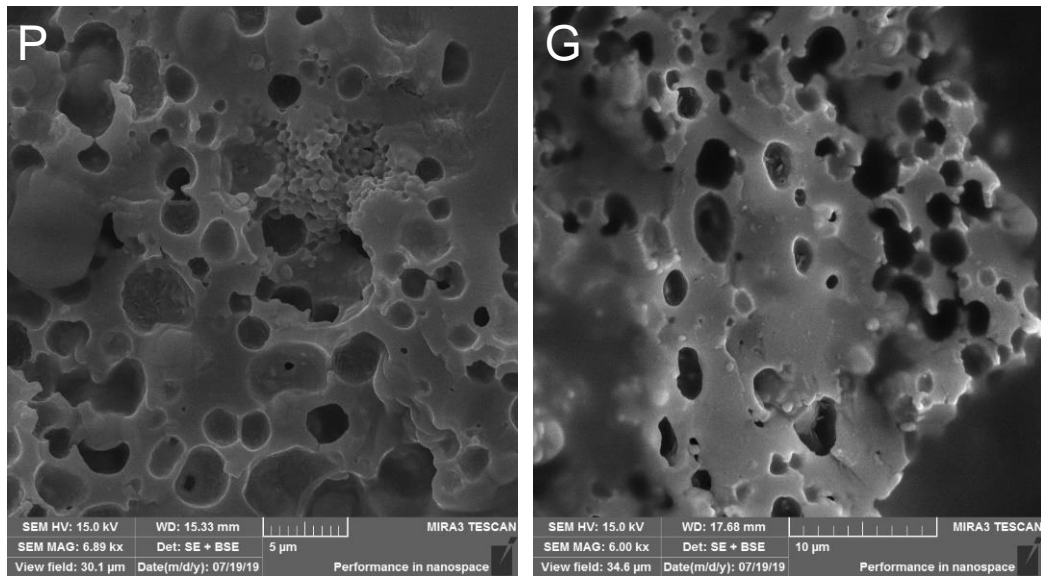
#### 2.3.4 Análise de Microestrutura

A rede proteica formada no queijo durante a prensagem é responsável pela textura do mesmo, assim como a distribuição da gordura e conseqüente maturação e alteração das características sensoriais. Essa observação foi realizada analisando a microestrutura do queijo, por meio de Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) utilizando Canhão de Emissão Campo (EVERETT; AUTY, 2008).

De acordo com estudo realizado por Aldalur *et al.* (2019), os glóbulos de gordura parecem atuar como preenchedores de espaço e a rede de caseína é formada em torno dos glóbulos de gordura. Devido a formação de uma membrana desses glóbulos, não ocorre a interação entre os componentes proteicos e gordurosos.

As cavidades de gordura nos queijos de dimensões GG e G são irregulares e espaçadas, características que modificam a textura desse queijo, deixando-os mais macios que os demais; nos queijos P a estrutura tem glóbulos de gordura mais próximos. Esses resultados corroboram com os dados obtidos da análise do perfil de textura (Tabelas 2.6 e 2.7), onde os queijos maiores possuem dureza reduzida se comparada aos queijos menores. Mais detalhes da estrutura podem ser observados na Figura 2.6 onde é exposta a comparação entre um queijo P e um queijo G com 60 dias de maturação para a visualização da distribuição dos glóbulos de gordura. Buffa *et al.* (2002) mencionam que a partir de 60 dias não foram observadas mudanças significativas na estrutura dos queijos, ocorrendo poucas variações de textura e distribuição de gordura.

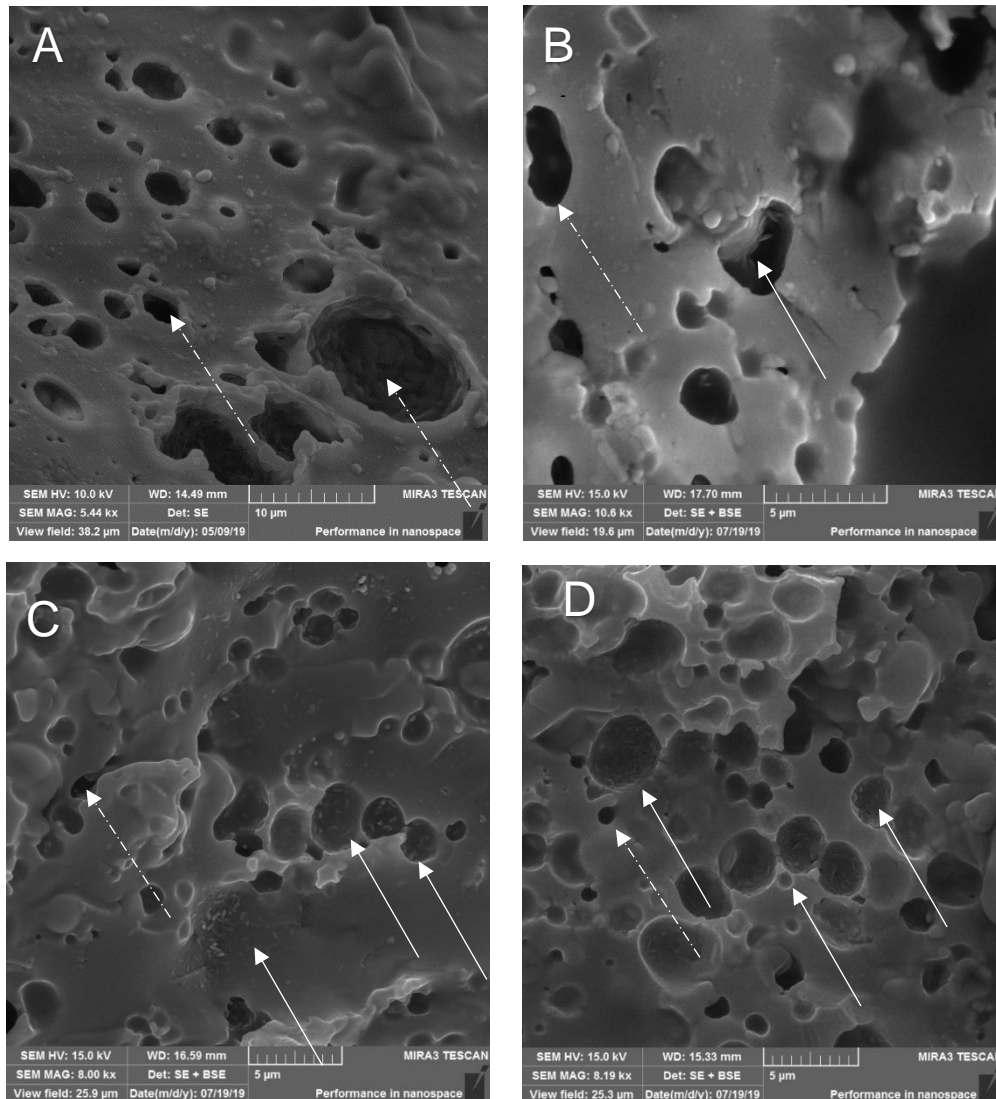
Figura 2.6: Comparação entre queijos P e G para visualização da distribuição do espaçamento entre glóbulos de gordura nos queijos LD



Nos queijos LDGG (Figura 2.7 A) e LDG (Figura 2.7 B) pode-se observar que os glóbulos de gordura são maiores, e ocorre uma distribuição heterogênea no queijo. Observa-se no queijo de dimensão M (Figura 2.7 C), que os espaços de gordura se encontram menores, ficando evidente a presença de uma maior quantidade de bactérias lácticas, que se localizam na interface gordura-proteína. O aumento do teor de ácido láctico devido às bactérias lácticas está relacionado a uma estrutura tridimensional mais homogênea, e uma distribuição mais regular dos glóbulos de gordura (MARCHESSEAU; GASTALDI; LAGAUDE, 1997). Essa distribuição pode ser observada nos queijos de dimensão M e P, fato esse que corrobora com os dados de pH obtidos nas avaliações físico-químicas, para os queijos menores, fabricados com a cultura LD.

No queijo de dimensão P (Figura 2.7 D), os espaços deixados pelos glóbulos de gordura são ainda menores, e nos mesmos há uma grande quantidade de bactérias lácticas; a distribuição homogênea e glóbulos de gordura menores contribuem para uma textura mais firme nos queijos P e M aos 60 dias de maturação. Lopez *et al.* (2007) demonstraram que a prensagem dos grãos de coalhada resulta na maior ruptura dos glóbulos de gordura do leite, afetando a coalescência, na formação de gordura não globular (gordura livre) e na liberação do material da membrana do glóbulo de gordura do leite.

Figura 2.7: Micrografias da microscopia eletrônica de varredura dos queijos LD60 semiduros em diferentes dimensões.

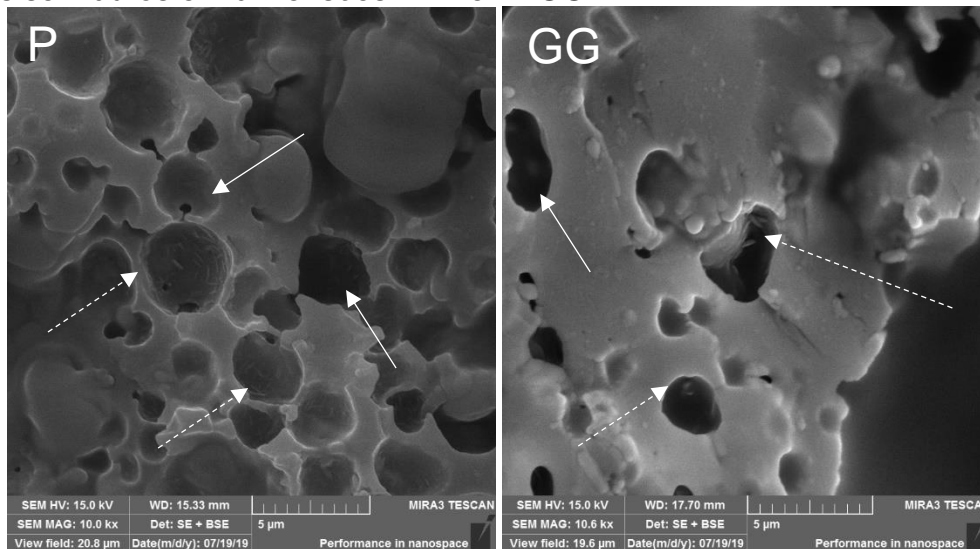


Nota: (A) queijo de dimensão GG, (B) queijo de dimensão G, (C) queijo de dimensão M; (D) queijo de dimensão P. As setas retas indicam presença de bacilos em cavidade de gordura e setas pontilhadas indicam cavidades de gordura

Observando as imagens, pode-se concluir que os queijos de dimensão menor apresentam glóbulos de gordura melhor distribuídos, o que gera uma textura mais coesa e firme observada nos queijos P nos primeiros dias de maturação. Lopez *et al.* (2007) mostraram que a gordura do leite existe em três formas principais em queijos semi duros, sendo encontradas em pequenos glóbulos de gordura envolvidos pela membrana do glóbulo de gordura; como agregados de glóbulos de gordura parcialmente rompidos e na forma de gordura livre, resultante da ruptura da membrana de gordura, o que permite que os triglicerídeos livres preençam espaços vazios na matriz da proteína.

Uma maior presença de bactérias lácticas é encontrada, dando indícios de uma maturação mais intensa para os queijos menores, principalmente com os de cultura LD, já que ocorre maior liberação de enzimas proteolíticas pela cultura (Figura 2.8). Para os queijos menores, aos 60 dias já ocorre o aumento dos índices de proteólise e maturação, que os queijos GG atingem somente aos 90 dias. Lopez *et al.* (2006) demonstraram que a distribuição de bactérias lácticas localizadas na interface da membrana do glóbulo de gordura ocorre em queijos Emmental e como consequência facilitam a acessibilidade da gordura do leite para enzimas lipolíticas bacterianas e contribuem para a qualidade do queijo.

Figura 2.8: Comparação de micrografias da microscopia eletrônica de varredura dos queijos semiduros em dimensões LDP e LDGG.



Nota: setas retas indicam os glóbulos de gordura e as setas pontilhadas as bactérias lácticas.

Comparando-se as imagens dos queijos P e GG (Figura 2.8) nota-se uma distinção entre a distribuição dos glóbulos de gordura, e consequente distribuição das bactérias lácticas, sendo notável nos queijos P uma quantidade superior em comparação aos queijos GG, fato que influencia o processo de maturação. Michalsky *et al.* (2007) mostraram que o queijo com pequenas partículas de gordura exibiu maior elasticidade e apresentou características sensoriais mais desejadas pelos consumidores. Além disso, a característica da estrutura dos queijos P se assemelha às encontradas por Lamichhane *et al.* (2019), que indicam uma maior proteólise nesse tipo de microestrutura.

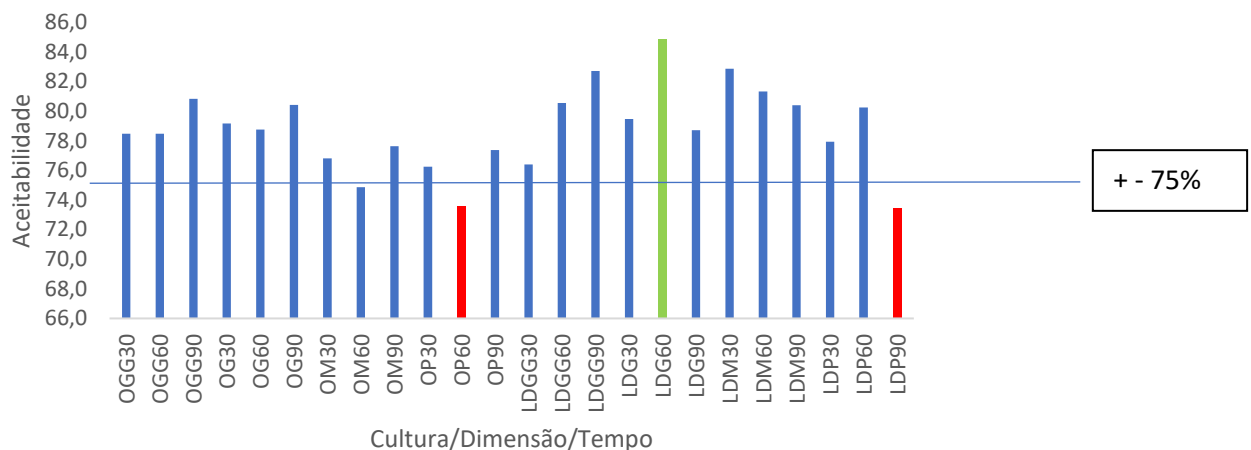
Considerando a análise das imagens de microestrutura, pode-se verificar que os queijos menores possuem uma distribuição homogênea de gordura, resultando

numa melhor distribuição das bactérias lácticas que se encontram na interface entre a matriz proteica e os glóbulos de gordura. Esse fato pode se relacionar com a maturação acelerada dos queijos de menor dimensão.

### 2.3.5 Análise Sensorial

Os resultados para o teste de aceitabilidade são apresentados na Figura 2.9. Os queijos foram analisados a partir dos 30 dias de maturação, uma vez que o tempo zero ou queijo fresco, não está pronto para o consumo devido não possuir as alterações necessárias para que se tornasse sensorialmente agradável ao paladar.

Figura 2.9: Resultados para análise de aceitabilidade de queijos semiduros em diferentes dimensões



Nota: O e LD: se refere a cultura utilizada; GG, G, M e P: se refere ao tamanho do queijo; 30, 60 e 90: se refere ao tempo de maturação.

Pode-se observar que a menor aceitabilidade foi para os queijos P das culturas O aos 60 dias de maturação e LD aos 90 dias de maturação. Análises posteriores foram conduzidas a fim de elucidar quais atributos sensoriais foram notados pelos avaliadores que reduziram a nota hedônica.

Os queijos LD, em geral, aos 30 e 60 dias, nas dimensões GG, G, M e P obtiveram aceitabilidade em torno de 75%, considerada adequada para esse tipo de produto. O queijo que obteve a maior média hedônica, consequentemente a maior aceitabilidade foi o queijo fabricado com a cultura LD na dimensão G aos 60 dias de maturação, com aceitabilidade de 85%.

Pode-se observar que esses queijos que obtiveram boa aceitabilidade, são também os queijos que obtiveram um índice de maturação mais elevado, atingido ao tempo de 60 dias. Pode-se então inferir que o tempo de maturação influencia na escolha do consumidor, com relação a aceitabilidade. Em estudos similares, foi encontrado que queijos maturados por 60 dias possuem um melhor perfil sensorial, e portanto, são melhores aceitos (TORRI; SALINI, 2016).

Para avaliar quais atributos influenciam significativamente na média hedônica, o teste de escala do ideal seguido de análise de penalidades foi aplicado a todas as amostras. Foram considerados para discussão os atributos com frequência maior que 20%. Os resultados para os queijos com 30, 60 e 90 dias de maturação são expostos na Figura 2.10, Figura 2.11 e Figura 2.12, respectivamente.

Para os queijos tipo OP30, os únicos atributos com efeito significativo para a penalização da média hedônica são o excesso de acidez e principalmente a falta de maciez, a qual penaliza a média hedônica em 0,58 pontos. Para os queijos OM30 apenas o excesso de acidez é significativo para penalizar a média hedônica em 0,72 pontos. A falta de sal foi percebida pelos avaliadores, tendo uma penalidade de 0,14 pontos. Em estudos com teor de sal em queijos cheddar, foi determinado que o desvio do ideal afeta a aceitabilidade (GANESAN *et al.*, 2014) .

Nos queijos OG30 e OGG30, a falta de sal e o excesso de acidez continuam sendo avaliados como fora do ideal e penalizam respectivamente a média hedônica em 0,83 e 0,5 pontos para os queijos G e 0,40 e 0,73 pontos para os queijos OGG30. Observando os valores das análises físico-químicas para o pH, nota-se que os queijos com 30 dias possuem um pH na faixa de 4,5, indicando uma acidez elevada para esses produtos. Em pesquisas com produtos lácteos, é observado que o excesso de acidez é um fator determinante para a redução da aceitabilidade dos produtos (TORRI; SALINI, 2016).

Na avaliação dos queijos LD com 30 dias pode-se observar que mais avaliadores consideram que os atributos sal, maciez e acidez se encontram no ideal para os queijos LDP30, LDM30 e LDG30. Para os queijos LDGG30 diferenças são percebidas pelos avaliadores, indicando que a falta de sal e de maciez estão fora do ideal, penalizando a média hedônica em 1,41 e 1,90 pontos respectivamente, ou seja, uma média de até 8,90 pontos poderia ser obtida se esses parâmetros fossem alterados. A dureza em produtos lácteos também é um fator determinante para a redução da aceitabilidade (TORRI; SALINI, 2016).



Figura 2.10: Resultados da escala do ideal para queijos maturados por 30 dias com diferentes dimensões.

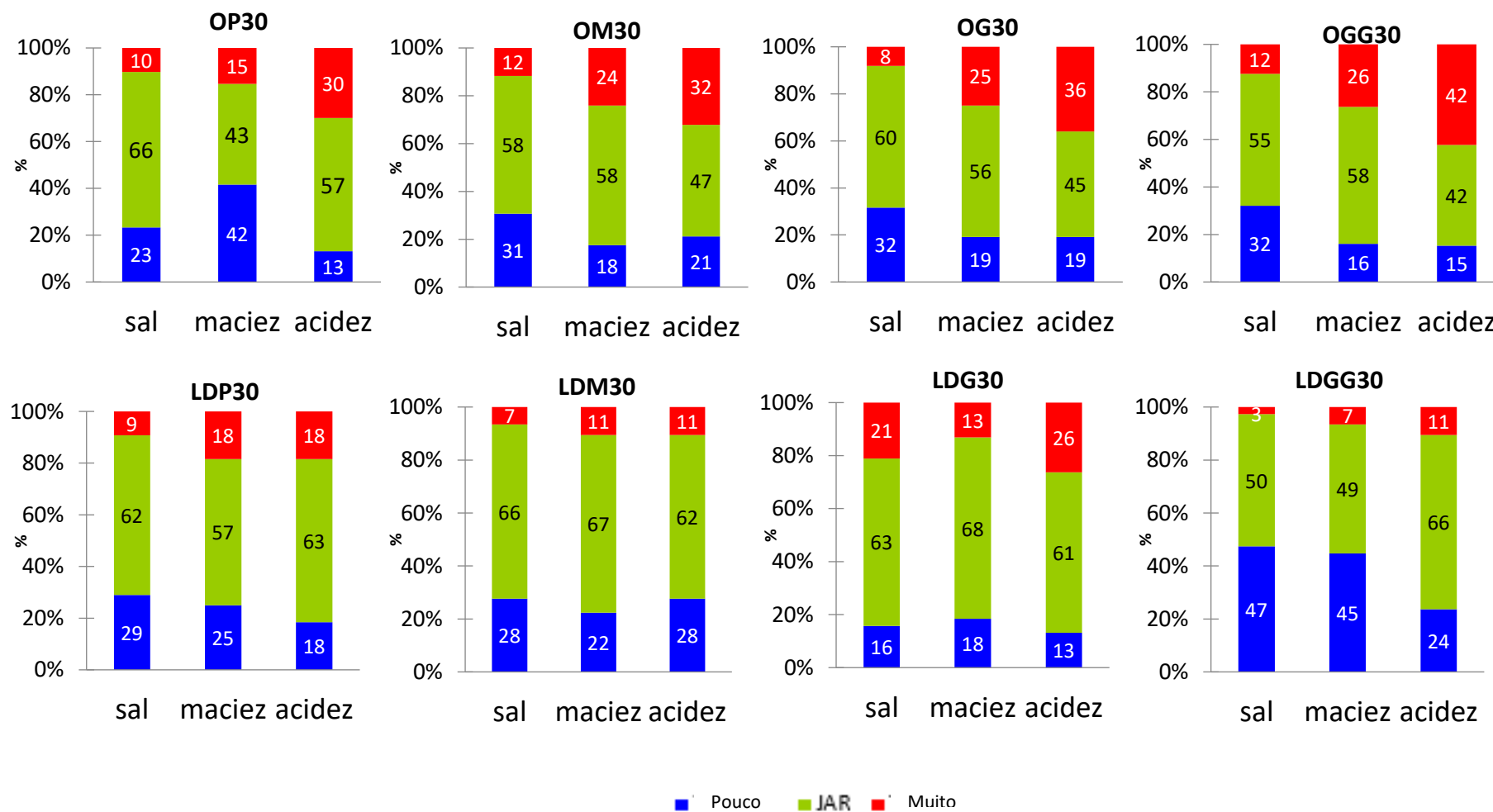
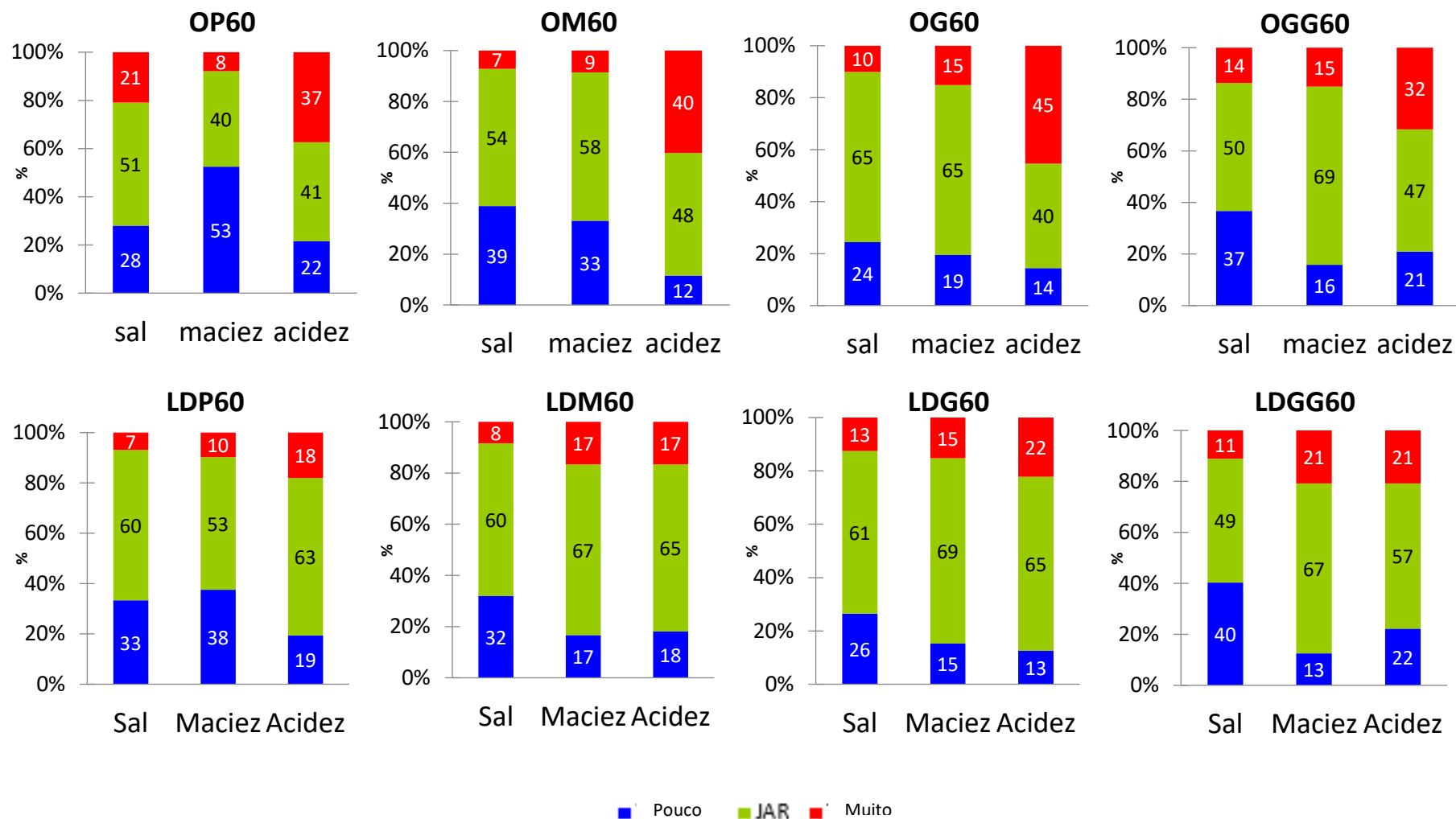


Figura 2.11: Resultados da escala do ideal para queijos maturados por 60 dias com diferentes dimensões.

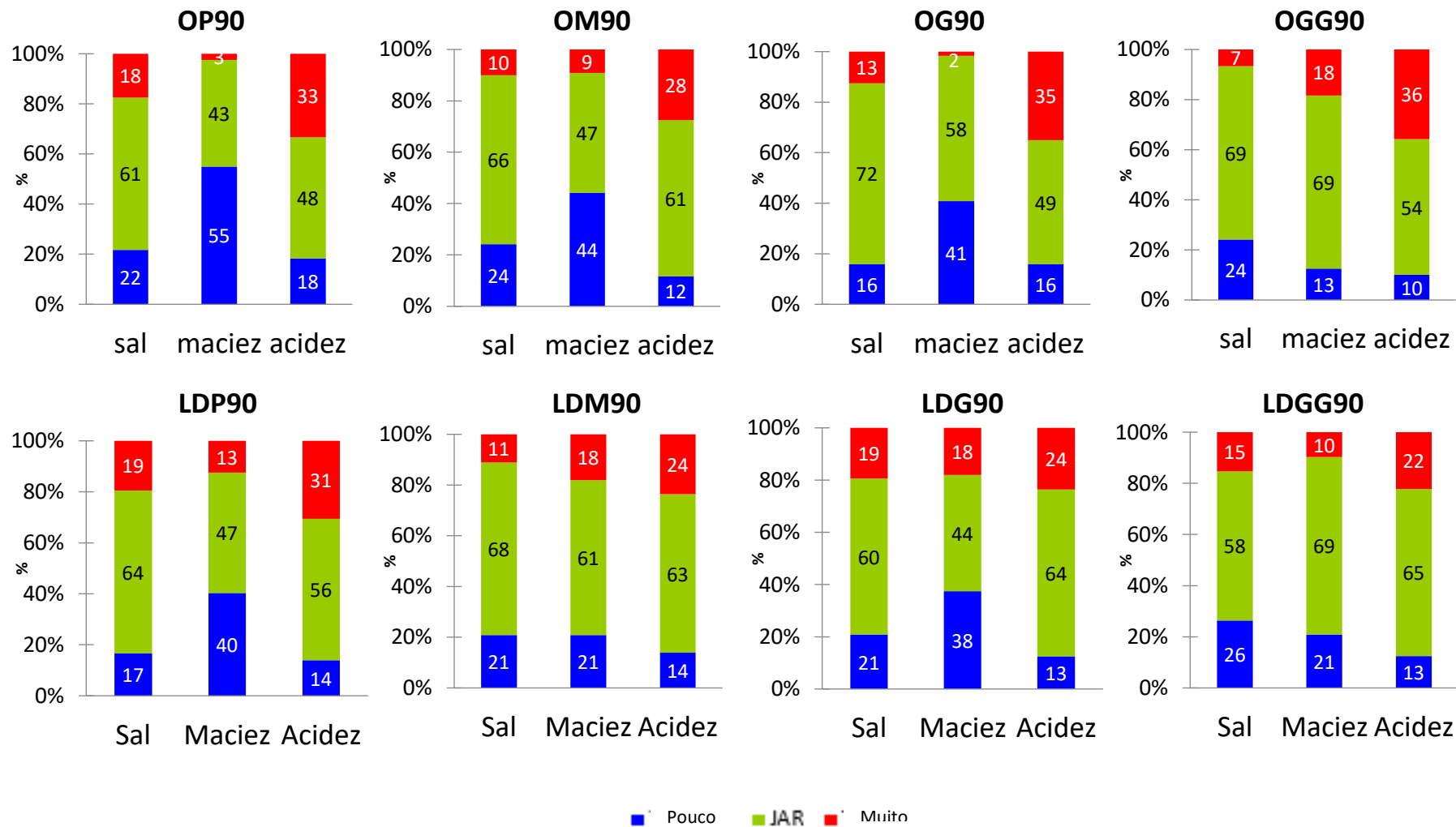


Analisando os resultados da Figura 2.11, pode-se observar que o perfil sensorial dos queijos muda com o decorrer da maturação, onde a acidez deixa de ser um atributo significativo para os avaliadores, ou seja, tem-se a conclusão que a acidez diminui e não afeta a aceitabilidade como anteriormente (TORRI; SALINI, 2016).

Para os queijos OP60 e OM60, a falta de maciez penaliza a escala hedônica em 0,94 e 0,93 pontos. Esses resultados corroboram com os encontrados pela análise de TPA, que indicou que os queijos aumentam a dureza com o decorrer da maturação. Em estudos com tortas de queijo, a textura foi fator fundamental para a melhoria do produto e aumento da aceitabilidade (MARCANO *et al.*, 2015).

Para os queijos OG60 e GG60 percebe-se que o atributo que penaliza as amostras é a falta de sal, penalizando a escala hedônica em 0,70 e 0,71 pontos respectivamente. Para a análise de penalidades no queijo LDP60 a falta de sal e maciez penalizam as amostras em 1,5 e 1,9 pontos. Nos queijos LDM60, LDG60 e LDGG60 apenas a falta de sal tem frequência significativa e penaliza as amostras em 0,79, 0,78 e 1,1 pontos respectivamente. Os demais parâmetros encontram-se todos dentro do ideal.

Figura 2.12: Resultados da escala do ideal para queijos maturados por 90 dias com diferentes dimensões



Avaliando a Figura 2.12, observa-se novamente uma mudança no perfil sensorial percebido pelos avaliadores. Para os queijos fabricados com a cultura O, o atributo que foi significativo foi a falta de maciez, para os queijos OP90, OM90 e OG90, que foram penalizados com 0,82, 0,54 e 0,23 pontos respectivamente. Em produtos lácteos a consistência e sensação bucal influenciam nas penalidades (ZHI; ZHAO; SHI, 2016).

Para os queijos LDM90, LDG90 e LDGG90, a falta de sal foi um atributo significativo, e caso corrigido, poderia aumentar a média hedônica em 1,36, 0,37 e 0,43 pontos respectivamente. O atributo falta de sal penaliza as amostras LDM90, LDG90 e LDGG90 com 0,93, 1,05 e 1,25 pontos na média hedônica, esta podendo aumentar para 8,13; 8,15 e 8,65 respectivamente. Uma das limitações da análise de penalidades é a interação entre atributos, que pode afetar a percepção dos avaliadores e levar a uma penalidade inexistente devido sabores similares se desenvolverem com a maturação (GERE *et al.*, 2017).

Os queijos LDP90 e LDG90 são penalizados também pela falta de maciez, com 1,07 e 0,53 pontos na média hedônica, respectivamente.

Os resultados de penalidades individuais, para cada amostra são apresentados na Tabela 2.7.

Tabela 2.7: Penalidades individuais de atributos em queijos semiduros (continua)

Atributos	Média hedônica	Penalidade	Hedônica corrigida
LDP30			
Falta de sal	7,08	1,41	8,49
Falta de maciez		1,90	8,98
LDM30			
Falta de sal	7,50	1,09	8,59
Falta de maciez		0,67	8,17
Falta de acidez		1,42	8,92
LDG30			
Excesso de sal	7,18	1,27	8,45
Excesso de acidez		1,57	8,75
LGG30			
Falta de sal	6,96	1,41	8,42
Falta de maciez		1,16	8,12
Falta de acidez		1,34	8,30
LDP60			
Falta de sal	7,22	1,50	8,72
Falta de maciez		1,9	9,00

Tabela 2.7: Penalidades individuais de atributos em queijos semiduros

(continuação)

		LDM60	
Falta de sal	7,33	0,78	8,11
		LDG60	
Falta de sal	7,62	0,78	8,40
		LDGG60	
Falta de sal	7,33	1,10	8,42
Falta de acidez		0,50	7,83
		LDP90	
Falta de maciez	6,61	0,52	7,13
Excesso de acidez		0,77	7,38
		LDM90	
Falta de sal		0,93	8,16
Falta de maciez	7,23	0,94	8,17
Excesso de acidez		1,15	8,38
		LDG90	
Falta de sal		1,05	8,13
Falta de maciez	7,08	1,07	8,15
Excesso de acidez		0,65	7,73
		LDGG90	
Falta de sal		1,25	8,69
Falta de maciez	7,44	1,18	8,62
Excesso de acidez		1,35	8,79
		OP30	
Falta de sal		0,92	7,77
Falta de maciez	6,85	0,58	7,44
Excesso de acidez		0,76	7,61
		OM30	
Falta de sal		0,14	6,99
Excesso de acidez	6,84	0,72	7,56
		OG30	
Falta de sal		0,84	7,92
Excesso de maciez	7,08	0,91	7,99
Excesso de acidez		0,50	7,58
		OGG30	
Falta de sal		0,40	7,42
Excesso de maciez	7,03	0,90	7,93
Excesso de acidez		0,73	7,75
		OP60	
Falta de sal		0,88	7,41
Falta de maciez	6,53	0,94	7,46
Excesso de acidez		0,66	7,19
		OM60	
Falta de sal		0,71	7,44
Falta de maciez	6,73	0,93	7,66
Excesso de acidez		0,53	7,26
		OG60	
Falta de sal	7,13	0,70	7,83

Tabela 2.7: Penalidades individuais de atributos em queijos semiduros (conclusão)

Excesso de acidez		0,64	7,77
OGG60			
Falta de sal	7,01	0,70	7,71
Excesso de acidez		0,69	7,70
OP90			
Falta de sal		1,36	8,35
Falta de maciez	6,99	0,82	7,81
Excesso de acidez		0,30	7,29
OM90			
Falta de sal		0,67	7,67
Falta de maciez	7,00	0,53	7,53
Excesso de acidez		0,39	7,39
OG90			
Falta de maciez	7,21	0,23	7,48
Excesso de acidez		0,84	8,05
OGG90			
Falta de sal	7,33	0,43	7,76
Excesso de acidez		0,27	7,60

Os resultados do teste sensorial *Check-all-that-apply* (CATA) são apresentados conforme a Tabela 2.8. Como pode-se observar, os resultados para o teste de Cochran indicam que não houve diferença significativa para o atributo alta qualidade, ou seja, todos os queijos avaliados apresentam alta qualidade frente a avaliação dos consumidores. Os atributos significativos são apresentados na Análise de Correspondência (Figura 2.13). O gráfico representa o total de 71,27% (F1 = 49,51; F2 = 21,75) de explicação dos dados.

Tabela 2.8: Resultados do teste Q de Cochran para atributos

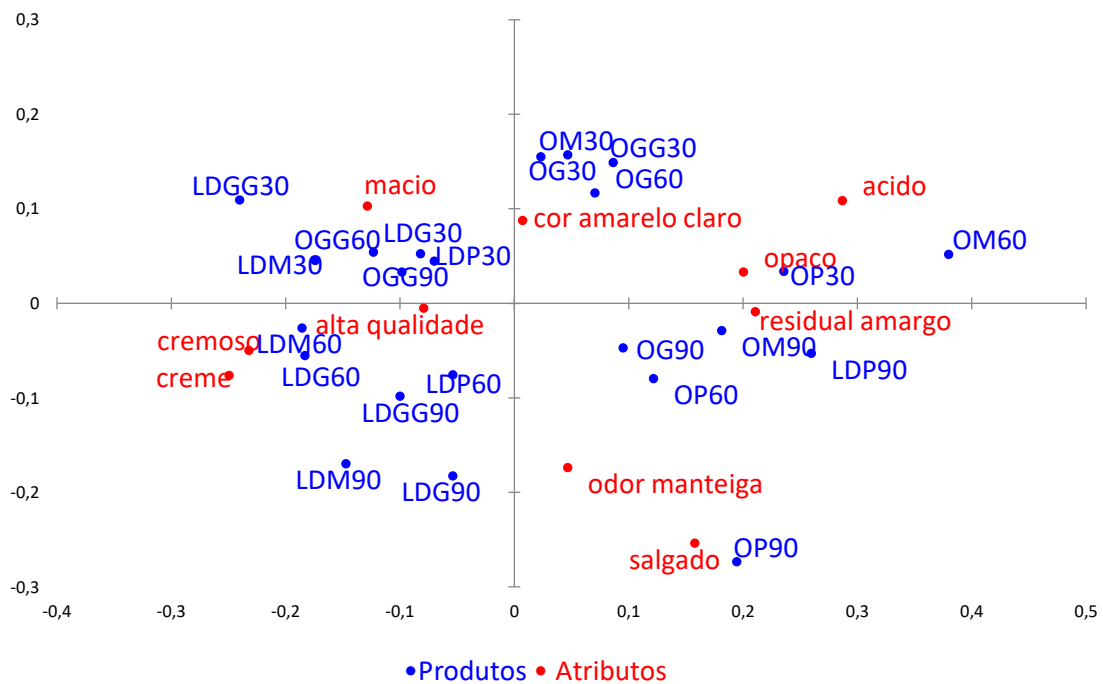
Amostras	Cor amarela	Cremoso	Creme	Salgado	Ácido	Opaco	Residual amargo	Odor de Manteiga	Macio	Alta Qualidade
OP30	0,703 <sup>b</sup>	0,203 <sup>ab</sup>	0,095 <sup>a</sup>	0,216 <sup>ab</sup>	0,284 <sup>ab</sup>	0,459 <sup>b</sup>	0,230 <sup>ab</sup>	0,351 <sup>ab</sup>	0,405 <sup>ab</sup>	0,365 <sup>a</sup>
OM30	0,811 <sup>b</sup>	0,270 <sup>abcd</sup>	0,162 <sup>ab</sup>	0,122 <sup>ab</sup>	0,257 <sup>ab</sup>	0,320 <sup>ab</sup>	0,243 <sup>ab</sup>	0,297 <sup>a</sup>	0,581 <sup>bc</sup>	0,324 <sup>a</sup>
OG30	0,838 <sup>b</sup>	0,338 <sup>abcde</sup>	0,149 <sup>ab</sup>	0,135 <sup>ab</sup>	0,324 <sup>ab</sup>	0,311 <sup>ab</sup>	0,189 <sup>ab</sup>	0,311 <sup>ab</sup>	0,595 <sup>bc</sup>	0,405 <sup>a</sup>
OGG30	0,797 <sup>b</sup>	0,324 <sup>abcde</sup>	0,122 <sup>ab</sup>	0,149 <sup>ab</sup>	0,351 <sup>ab</sup>	0,324 <sup>ab</sup>	0,216 <sup>ab</sup>	0,311 <sup>ab</sup>	0,568 <sup>bc</sup>	0,351 <sup>a</sup>
OP60	0,595 <sup>ab</sup>	0,284 <sup>abcd</sup>	0,149 <sup>ab</sup>	0,216 <sup>ab</sup>	0,270 <sup>ab</sup>	0,311 <sup>ab</sup>	0,230 <sup>ab</sup>	0,486 <sup>b</sup>	0,473 <sup>abc</sup>	0,270 <sup>a</sup>
OM60	0,730 <sup>b</sup>	0,243 <sup>abc</sup>	0,068 <sup>a</sup>	0,216 <sup>ab</sup>	0,459 <sup>b</sup>	0,419 <sup>b</sup>	0,405 <sup>b</sup>	0,419 <sup>b</sup>	0,405 <sup>ab</sup>	0,203 <sup>a</sup>
OG60	0,784 <sup>b</sup>	0,351 <sup>abcde</sup>	0,189 <sup>ab</sup>	0,189 <sup>ab</sup>	0,351 <sup>ab</sup>	0,405 <sup>b</sup>	0,243 <sup>ab</sup>	0,324 <sup>ab</sup>	0,662 <sup>bc</sup>	0,338 <sup>a</sup>
OGG60	0,811 <sup>b</sup>	0,554 <sup>de</sup>	0,351 <sup>b</sup>	0,122 <sup>ab</sup>	0,324 <sup>ab</sup>	0,351 <sup>ab</sup>	0,189 <sup>ab</sup>	0,419 <sup>b</sup>	0,662 <sup>bc</sup>	0,378 <sup>a</sup>
OP90	0,419 <sup>a</sup>	0,162 <sup>a</sup>	0,108 <sup>ab</sup>	0,243 <sup>ab</sup>	0,203 <sup>ab</sup>	0,270 <sup>a</sup>	0,149 <sup>a</sup>	0,527 <sup>c</sup>	0,257 <sup>a</sup>	0,351 <sup>a</sup>
OM90	0,622 <sup>ab</sup>	0,284 <sup>abcd</sup>	0,203 <sup>ab</sup>	0,189 <sup>ab</sup>	0,284 <sup>ab</sup>	0,419 <sup>b</sup>	0,311 <sup>ab</sup>	0,392 <sup>ab</sup>	0,392 <sup>ab</sup>	0,243 <sup>a</sup>
OG90	0,649 <sup>ab</sup>	0,297 <sup>abcde</sup>	0,176 <sup>ab</sup>	0,216 <sup>ab</sup>	0,270 <sup>ab</sup>	0,297 <sup>a</sup>	0,230 <sup>ab</sup>	0,378 <sup>ab</sup>	0,392 <sup>ab</sup>	0,365 <sup>a</sup>
OGG90	0,770 <sup>b</sup>	0,432 <sup>abcde</sup>	0,257 <sup>ab</sup>	0,149 <sup>ab</sup>	0,243 <sup>ab</sup>	0,311 <sup>ab</sup>	0,189 <sup>ab</sup>	0,419 <sup>b</sup>	0,635 <sup>bc</sup>	0,459 <sup>a</sup>
LDP30	0,716 <sup>b</sup>	0,297 <sup>abcde</sup>	0,216 <sup>ab</sup>	0,162 <sup>ab</sup>	0,149 <sup>a</sup>	0,311 <sup>ab</sup>	0,176 <sup>ab</sup>	0,338 <sup>ab</sup>	0,595 <sup>bc</sup>	0,338 <sup>a</sup>
LDM30	0,730 <sup>b</sup>	0,486 <sup>bcde</sup>	0,216 <sup>ab</sup>	0,176 <sup>ab</sup>	0,176 <sup>a</sup>	0,297 <sup>a</sup>	0,135 <sup>a</sup>	0,311 <sup>ab</sup>	0,662 <sup>bc</sup>	0,473 <sup>a</sup>
LDG30	0,797 <sup>b</sup>	0,405 <sup>abcde</sup>	0,189 <sup>ab</sup>	0,257 <sup>ab</sup>	0,162 <sup>a</sup>	0,324 <sup>ab</sup>	0,189 <sup>ab</sup>	0,243 <sup>a</sup>	0,662 <sup>bc</sup>	0,392 <sup>a</sup>
LDGG30	0,784 <sup>b</sup>	0,473 <sup>bcde</sup>	0,311 <sup>ab</sup>	0,095 <sup>a</sup>	0,216 <sup>ab</sup>	0,203 <sup>a</sup>	0,162 <sup>ab</sup>	0,338 <sup>ab</sup>	0,770 <sup>c</sup>	0,432 <sup>a</sup>
LDP60	0,622 <sup>ab</sup>	0,378 <sup>abcde</sup>	0,216 <sup>ab</sup>	0,189 <sup>ab</sup>	0,149 <sup>a</sup>	0,338 <sup>a</sup>	0,203 <sup>ab</sup>	0,432 <sup>c</sup>	0,514 <sup>abc</sup>	0,378 <sup>a</sup>
LDM60	0,703 <sup>b</sup>	0,514 <sup>cde</sup>	0,297 <sup>ab</sup>	0,135 <sup>ab</sup>	0,135 <sup>a</sup>	0,257 <sup>a</sup>	0,270 <sup>ab</sup>	0,405 <sup>c</sup>	0,608 <sup>bc</sup>	0,432 <sup>a</sup>
LDG60	0,716 <sup>b</sup>	0,527 <sup>cde</sup>	0,243 <sup>ab</sup>	0,149 <sup>ab</sup>	0,135 <sup>a</sup>	0,216 <sup>a</sup>	0,243 <sup>ab</sup>	0,473 <sup>c</sup>	0,608 <sup>bc</sup>	0,432 <sup>a</sup>
LDP90	0,622 <sup>ab</sup>	0,203 <sup>ab</sup>	0,162 <sup>ab</sup>	0,338 <sup>b</sup>	0,324 <sup>ab</sup>	0,351 <sup>ab</sup>	0,297 <sup>ab</sup>	0,257 <sup>a</sup>	0,365 <sup>ab</sup>	0,324 <sup>a</sup>
LDM90	0,649 <sup>ab</sup>	0,581 <sup>e</sup>	0,297 <sup>ab</sup>	0,338 <sup>b</sup>	0,216 <sup>ab</sup>	0,189 <sup>a</sup>	0,189 <sup>ab</sup>	0,419 <sup>c</sup>	0,568 <sup>bc</sup>	0,324 <sup>a</sup>
LDG90	0,622 <sup>ab</sup>	0,459 <sup>bcde</sup>	0,243 <sup>ab</sup>	0,270 <sup>ab</sup>	0,162 <sup>a</sup>	0,311 <sup>ab</sup>	0,189 <sup>ab</sup>	0,459 <sup>c</sup>	0,419 <sup>ab</sup>	0,338 <sup>a</sup>
LDGG90	0,676 <sup>ab</sup>	0,486 <sup>bcde</sup>	0,284 <sup>ab</sup>	0,270 <sup>ab</sup>	0,203 <sup>ab</sup>	0,257 <sup>a</sup>	0,230 <sup>ab</sup>	0,405 <sup>c</sup>	0,581 <sup>bc</sup>	0,338 <sup>a</sup>
p-values	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,024	0,050	0,013	0,000	0,095

Nota: <sup>abc</sup>Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa entre as amostras.



Avaliando a Figura 2.13 pode-se observar uma separação nítida dos queijos LD P60, M60, G60, M90, G90 e GG90, sendo classificados como cremosos, sabor de creme e com alta qualidade. Esses mesmos queijos obtiveram altos escores de aceitabilidade, se comparados aos demais, e observando as análises de maturação, percebe-se que os mesmos possuem índices elevados se comparados aos queijos fabricados com cultura O. Neste caso, fica comprovado que a maturação tem importância fundamental no perfil sensorial dos queijos. Em queijos espanhóis um perfil sensorial similar provou ser determinante para a escolha do produto (BÁRCENAS *et al.*, 2001).

Figura 2.13: Gráfico de análise de correspondência de análise *Check All That Apply* para queijos fabricados com culturas O e LD em diferentes dimensões e tempos de maturação



No quadrante superior esquerdo os queijos LD P, M, G e GG com 30 dias de maturação, juntamente com os queijos O GG com 60 e 90 dias de maturação são classificados como macios. Nesses produtos, observa-se que, os queijos menores, com apenas 60 dias de maturação, já atingem um perfil desejado pelos consumidores, onde queijos maiores necessitam de 30 dias a mais para que se encontrem no mesmo

quadrante. Em queijos Havarti resultados semelhantes foram encontrados para queijos maturados, que deveriam ter um período de maturação maior para que se enquadrassem no paladar dos consumidores (RITVANEN *et al.*, 2010).

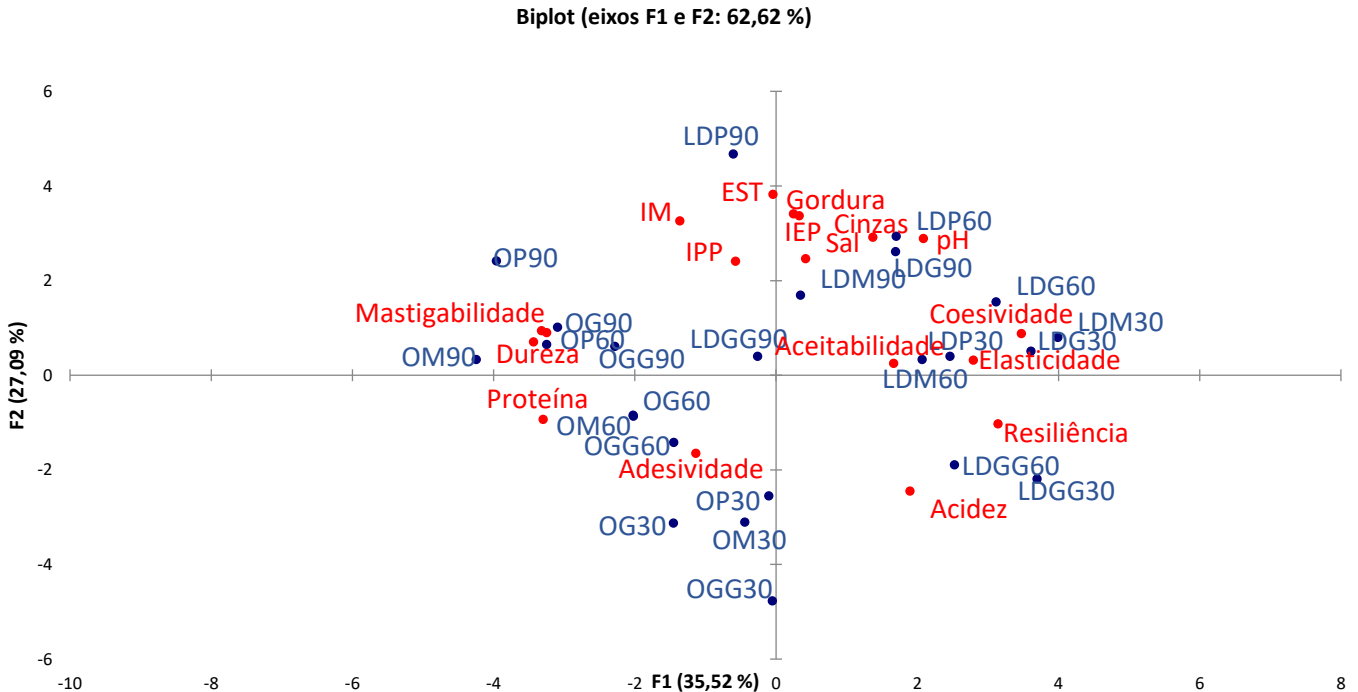
Os queijos fabricados com cultura tipo O, P, M, G e GG aos 30 dias de maturação e os queijos M e G aos 60 dias de maturação se correlacionam com os atributos ácido, opaco e cor amarela clara. Esse tipo de cultura tem característica de proporcionar esse tipo de modificações nos queijos, como explorado em trabalhos com queijos camembert (JUDACEWSKI *et al.*, 2015).

Por fim os queijos tipo OP60, OP90, OM90, OG90 e LDP90 se correspondem com os atributos residual amargo, odor de manteiga e salgado. Esses atributos estão relacionados também com os índices de maturação, onde aos 90 dias, os queijos possuem elevados teores. Em queijos maturados, a liberação de peptídeos hidrofóbicos contribui para o aumento do amargor, característica intrínseca desse tipo de produto (DÜSTERHÖFT; ENGELS; HUPPERTZ, 2017; HOLM; MORTENSEN; RISBO, 2006; MATERA *et al.*, 2018; TUNICK; VAN HEKKEN, 2010).

### 2.3.6 Correlação Estatística

A fim de avaliar a correlação estatística, foi aplicada a Análise de Componentes Principais (PCA) com os dados físico químicos, de maturação, textura e sensorial. Foi obtida variância acumulada de 62,62% em dois eixos. Os resultados são apresentados na Figura 2.14.

Figura 2.14: Análise de Componentes Principais para queijos fabricados com cultura O e LD em diferentes dimensões em diferentes tempos de maturação



Pode-se observar que os queijos fabricados com a cultura LD, aos 30 e 60 dias se mesclam a direita do eixo F1, no qual ocorre a maior porcentagem de explicação.

Os queijos GG aos 30 e 60 dias ficaram próximos aos parâmetros resiliência e acidez, os quais são característicos dessas amostras. Os queijos P, M e G aos 30 dias de maturação ficaram agrupados no mesmo quadrante, e tem uma alta correlação com os parâmetros gordura, cinzas, sal, coesividade, elasticidade, pH, IEP (índice de extensão de proteólise) e aceitabilidade. Esses dados corroboram com os resultados apresentados anteriormente, ou seja, os queijos LD, P e M, aos 30 e 60 dias, possuem uma maturação mais intensa que os queijos G e GG, que necessitam de mais tempo de maturação para se igualarem. Isso ocorre principalmente pela distribuição das bactérias lácticas (BUFFA *et al.*, 2002).

Os queijos fabricados com a cultura tipo O ficaram separados dos demais, sendo a exceção para os queijos LDP90 e LDGG90 que juntamente com os queijos O P60, P90, M90, G90 e GG90 se correlacionam com os parâmetros EST (Extrato Seco Total), IPP (Índice de Profundidade de Proteólise), IM (Índice de Maturação), mastigabilidade e dureza. Neste caso, percebe-se que o queijo OP60 se equipara a

todos os outros aos 90 dias, possuindo assim uma maturação mais acelerada se comparado a queijos maiores.

No último quadrante a esquerda, os queijos fabricados com a cultura tipo O ficam agrupados, sendo esses os queijos P, M, G e GG com 30 dias de maturação e os queijos M, G e GG aos 60 dias de maturação. Esses queijos se correlacionam com os parâmetros adesividade e quantidade de proteínas.

Analisando a Tabela de Correlação de Pearson (ANEXO E), observa-se uma alta correlação dos parâmetros de textura dureza e mastigabilidade; isso indica que queijos mais duros e possuem uma maior mastigabilidade ( $>0,9$ ). Os parâmetros coesividade e resiliência também possuem correlação positiva ( $>0,85$ ), onde queijos mais coesos são mais resilientes. Além disso, os parâmetros de maturação têm entre si uma alta correlação ( $>0,8$ ).

Os parâmetros de textura resiliência e dureza possuem correlação negativa ( $< -0,77$ ). Os parâmetros proteína e coesividade possuem correlação negativa ( $< -0,81$ ) indicando que quanto menor o teor de proteína, maior a coesividade da amostra.

## 2.4 CONCLUSÃO

Com base no que foi estudado, foi possível elaborar um novo protocolo de fabricação de queijo semiduro baseando-se em protocolos europeus e modificando-se a cultura utilizada e suas dimensões.

Os queijos passaram por avaliações físico-químicas, onde foi possível determinar quais parâmetros são afetados pelas dimensões dos queijos e em como a maturação ocorre, sendo essa mais acelerada em queijos menores, que ficam com maiores índices de proteólise e sólidos ao final do processo de maturação. Portanto essa diferença é significativa, produzindo queijos que ficam prontos em um menor tempo, resultando em um maior lucro para o setor industrial.

Sensorialmente a cultura e dimensão possuem influência significativa na avaliação final, onde os queijos fabricados com cultura do tipo LD foram mais aromáticos, devido à composição bacteriana do mesmo, e conseqüentemente com maior aceitabilidade. Sendo assim, sugere-se que para uma aceitabilidade melhor do produto, seja utilizada cultura heterofermentativa.

Utilizando de todos os dados obtidos, foi possível correlacionar os parâmetros físicos, físico-químicos e sensoriais dos produtos, nos quais os queijos mais bem

aceitos foram os fabricados com cultura LD, tamanho G, com maturação superior a 60 dias, com 20 cm de diâmetro e 12 cm de altura, cerca de 2,5 kg e que possuem maior quantidade de gordura e sal.

## REFERÊNCIAS

- AMINIFAR, M. *et al.* Microstructural, compositional and textural properties during ripening of Lighvan cheese, a traditional raw sheep cheese. **Journal of Texture Studies**, v. 41, n. 4, p. 579-593, 2010.
- AOAC. **Official Methods of Analysis**. Arlington Association of Official Analytical Chemists, 2016.
- ARES, G.; JAEGER, S. R. Check-all-that-apply questions: Influence of attribute order on sensory product characterization. **Food Quality and Preference**, v. 28, n. 1, p. 141–153, 2013.
- ARES, G.; JAEGER, S. R. Examination of sensory product characterization bias when check-all-that-apply (CATA) questions are used concurrently with hedonic assessments. **Food Quality and Preference**, v. 40, n. PA, p. 199–208, 2015.
- BARBANO, D.M. Procedure of salt analysis in Cheddar cheese. **Cornell University**. 1991.
- BÁRCENAS, P. *et al.* Consumer preference structures for traditional Spanish cheeses and their relationship with sensory properties. **Food Quality and Preference**, v. 12, n. 4, p. 269–279, 2001.
- BERTOLINO, M. *et al.* Evolution of chemico-physical characteristics during manufacture and ripening of Castelmagno PDO cheese in wintertime. **Food Chemistry**, v. 129, n. 3, p. 1001–1011, 2011.
- BUFFA, N. *et al.* Changes in textural , microstructural , and colour characteristics during ripening of cheeses made from raw , pasteurized or high-pressure-treated goats ' milk. **International Dairy Journal**, v. 11, n. 2001, p. 927–934, 2002.
- CAKIR, Y.; CAKMAKCI, S.; HAYALOGLU, A. A. The effect of addition of black cumin (*Nigella sativa L.*) and ripening period on proteolysis, sensory properties and volatile profiles of Erzincan Tulum (Şavak) cheese made from raw Akkaraman sheep's milk. **Small ruminant research**, v. 134, p. 65-73, 2017.
- CENTENO, J. A. *et al.* Effect of wild strains of (*Lactococcus lactis*) on the volatile profile and the sensory characteristics of ewes's raw milk cheese. **Journal of Dairy Science**, v. 85, p. 3164–3172, 2002.
- CORTÉS-ROJAS, D. F.; DE SOUZA, C. R. F.; OLIVEIRA, W. P. Clove (*Syzygium aromaticum*): a precious spice. **Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine**, v. 4, n. 2, p. 90-96, 2014.
- COSTA, R. G. B. *et al.* Sodium substitutes in Prato cheese: Impact on the physicochemical parameters, rheology aspects and sensory acceptance. **LWT - Food Science and Technology**, v. 90, p. 643-649, 2018.

COSTABEL, L.; PAULETTI, M. S.; HYNES, E. Proteolysis in Mozzarella Cheeses Manufactured by Different Industrial Processes. **Journal of Dairy Science**, v. 90, n. 5, p. 2103-2112, 2007.

DÜSTERHÖFT, E. M.; ENGELS, W.; HUPPERTZ, T. D. Global Cheesemaking Technology: Dutch Type Cheeses. **International Journal of Dairy Technology**, v. 71, n. 2, p. 551-551, 2018.

EVERARD, C. D. *et al.* Relatio

nships between sensory and rheological measurements of texture in maturing commercial cheddar cheese over a range of moisture and pH at the point of manufacture. **Journal of Texture Studies**, v. 37, n. 4, p. 361–382, 2006.

EVERETT, D. W.; AUTY, M. A. E. Cheese structure and current methods of analysis. **International Dairy Journal**, v. 18, n. 7, p. 759–773, 2008.

FENELON, M. A.; GUINEE, T. P. Primary proteolysis and textural changes during ripening in Cheddar cheeses manufactured to different fat contents. **International Dairy Journal**, v. 10, n. 3, p. 151-158, 2000.

FOX, P. F. *et al.* **Fundamentals of cheese science**. Boston, MA, USA:: Springer, 2017.

GANESAN, B. *et al.* 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.

GERE, A. *et al.* Use of JAR-Based Analysis for Improvement of Product Acceptance: A Case Study on Flavored Kefirs. **Journal of Food Science**, v. 82, n. 5, p. 1200-1207, 2017.

HERSLETH, M. *et al.* Consumer acceptance of cheese, influence of different testing conditions. **Food Quality and Preference**, v. 16, n. 2, p. 103–110, 2005.

HOLM, V K.; MORTENSEN, G.; RISBO, J. Quality changes in semi-hard cheese packaged in a poly (lactic acid) material. **Food Chemistry**, v. 97, n. 3, p. 401-410, 2006.

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

JACOB, M.; JAROS, D.; ROHM, H.. Recent advances in milk clotting enzymes. **International Journal of Dairy Technology**, v. 64, n. 1, p. 14-33, 2011.

JUDACEWSKI, P. *et al.* 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.

KHOSROSHAHI, A. *et al.* Monitoring the chemical and textural changes during ripening of Iranian White cheese made with different concentrations of starter. **Journal of Dairy Science**, v. 89, n. 9, p. 3318-3325, 2006.

LAMICHHANE, P. *et al.* Microstructure and fracture properties of semi-hard cheese: Differentiating the effects of primary proteolysis and calcium solubilization. **Food Research International**, v. 125, p. 1 - 10, 2019.

LANGTON, M.; ASTRDM, A.; HERMANSSON, A. Texture as a reflection of microstructure. **Food Quality and Preference**, v. 7, n. 3, p. 185–191, 1996.

LEROY, F.; DE VUYST, L. Lactic acid bacteria as functional starter cultures for the food fermentation industry. **Trends in Food Science & Technology**, v. 15, n. 2, p. 67-78, 2004.

LOPEZ, C.*et al.* Lipolysis during ripening of Emmental cheese considering organization of fat and preferential localization of bacteria. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 54, n. 16, p. 5855-5867, 2006.

LOPEZ, C.; CAMIER, B.; GASSI, J.. Development of the milk fat microstructure during the manufacture and ripening of Emmental cheese observed by confocal laser scanning microscopy. **International Dairy Journal**, v. 17, n. 3, p. 235-247, 2007.

MARCANO, J. *et al.* Relating dynamic perception of reformulated cheese pies to consumers' expectations of satiating ability. **Food Research International**, v. 78, p. 369-377, 2015..

MARCHESSEAU, S.; GASTALDI, E.; LAGAUDE, A. Influence of pH on protein interactions and microstructure of process cheese. **Journal of Dairy Science**, v. 80, n. 8, p. 1483–1489, 1997.

MARINHO, M. T. *et al.* Ripened semihard cheese covered with lard and dehydrated rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) leaves: processing, characterization, and quality traits. **Journal of Food Science**, v. 80, n. 9, p. S2045-S2054, 2015.

MATERA, J. *et al.* Brazilian cheeses: A survey covering physicochemical characteristics, mineral content, fatty acid profile and volatile compounds. **Food Research International**, v. 108, p. 18-26, 2018.

MICHALSKI, M.C. *et al.* Functionality of smaller vs control native milk fat globules in Emmental cheeses manufactured with adapted technologies. **Food Research International**, v. 40, n. 1, p. 191-202, 2007.

PINHO, O.*et al.* Chemical, physical, and sensorial characteristics of “Terrincho” ewe cheese: changes during ripening and intravarietal comparison. **Journal of Dairy Science**, v. 87, n. 2, p. 249-257, 2004.

PLAEHN, D. Corrigendum to “What’s the real penalty in penalty analysis?” **Food Quality and Preference**, v. 31, n. 1, p. 90–93, 2014.



RITVANEN, T. *et al.* The characterization of the most-liked reduced-fat Havarti-type cheeses. **Journal of Dairy Science**, v. 93, n. 11, p. 5039-5047, 2010.

RODRIGUES, J. B. *et al.* Chocolate milk with chia oil: ideal sweetness, sweeteners equivalence, and dynamic sensory evaluation using a time-intensity methodology. **Journal of Food Science**, v. 80, n. 12, p. S2944-S2949, 2015.

RODRIGUES, J. F. *et al.* Utilization of temporal dominance of sensations and time intensity methodology for development of low-sodium Mozzarella cheese using a mixture of salts. **Journal of Dairy Science**, v. 97, n. 8, p. 4733–4744, 2014.

ROMEIH, E. A.; MOE, K. M.; SKEIE, S.. The influence of fat globule membrane material on the microstructure of low-fat Cheddar cheese. **International Dairy Journal**, v. 26, n. 1, p. 66-72, 2012.

SOUSA, M. ; ARDÖ, Y.; MCSWEENEY, P. L. H. Advances in the study of proteolysis during cheese ripening. **International Dairy Journal**, v. 11, p. 327–345, 2001.

SZCZESNIAK, A. S. Texture is a sensory property. **Food Quality and Preference**, v. 13, n. 4, p. 215–225, 2002.

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.

TUNICK, M. H.; VAN HEKKEN, D. L. Torsion gelometry of cheese. **Journal of Dairy Science**, v. 85, n. 11, p. 2743-2749, 2002.

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.

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.

ZHI, R.; ZHAO, L.; SHI, J. Improving the sensory quality of flavored liquid milk by engaging sensory analysis and consumer preference. **Journal of Dairy Science**, v. 99, n. 7, p. 5305-5317, 2016.

ZIELINSKI, A. A. F. *et al.* 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.

### **CAPÍTULO III: ESTUDO SENSORIAL POR TEMPO-INTENSIDADE DOS EFEITOS DA AÇÃO DE MICRO-ONDAS NA DESCONTAMINAÇÃO DE ESPECIARIAS CRAVO (*Syzygium aromaticum*) E COMINHO (*Cuminum cyminum*)**

#### **RESUMO**

A aceitabilidade de queijos pode aumentar com o uso de especiarias, porém para sua aplicação devem ser considerados os níveis de contaminação microbiológica, ou seja, devem passar por tratamento térmico previamente. Com base nesse fato, o objetivo deste trabalho foi avaliar a descontaminação microbiológica das especiarias cravo (*Syzygium aromaticum*) e cominho (*Cuminum cyminum*) utilizando micro-ondas. Para isso foi realizado um planejamento fatorial  $2^2$ , variando-se o tempo e a potência do equipamento. Foram avaliadas a descontaminação, assim como a sensorial, por meio do método tempo-intensidade. Com base nos dados obtidos, foi verificado que a potência exerce grande influência na descontaminação, devido a destruição não térmica de células viáveis, sendo que os melhores tratamentos foram obtidos na potência de 90% (810 W) utilizada no micro-ondas. Observou-se redução na contagem de mesófilos de  $6 \times 10^4$  para  $1 \times 10^3$  e de bolores e leveduras de  $2,4 \times 10^6$  para  $4 \times 10^3$ . Na avaliação sensorial, foi constatado que o tratamento térmico não foi suficiente para alterar as características aromáticas do cravo, porém, as amostras de cominho que foram tratadas com a maior potência obtiveram uma maior duração do aroma, indicando uma melhoria dessa característica sensorial. Com base nos resultados encontrados, pode-se concluir que a utilização de micro-ondas é eficiente para a descontaminação microbiológica, podendo ser utilizado com baixo custo, não afetando as características sensoriais do cravo e melhorando as características sensoriais do cominho.

Palavras chave: descontaminação, queijo, intensidade, aroma.

#### **ABSTRACT**

The acceptability of cheeses can increase with the use of spices, but for its application, the levels of microbiological contamination must be considered, that is, they must undergo thermal treatment previously. Based on this fact, the aim of this work was to evaluate the microbiological decontamination of clove (*Syzygium aromaticum*) and cumin (*Cuminum cyminum*) spices using microwaves. For this, a  $2^2$  factorial design of experimente was carried out, varying the time and power of the equipment. Decontamination, as well as sensory, were evaluated using the time-intensity method. Based on the obtained data, it was verified that the power exerts great influence on the decontamination, due to the non-thermal destruction of viable cells, and the best treatments were obtained at the power of 90% (810W) used in the microwave has a positive effect on decontamination, reducing the count of mesophiles from  $6 \times 10^4$  to  $1 \times 10^3$  and molds and yeasts from  $2.4 \times 10^6$  to  $4 \times 10^3$ . In the sensory evaluation, it was found that the thermal treatment was not enough to alter the aromatic characteristics of the clove, however, the cumin samples that were treated with the greatest potency obtained a longer aroma duration, indicating an improvement of this sensory characteristic. Based on the results found, it can be concluded that the use of

microwaves is efficient for microbiological decontamination, being able to be used with low cost, not affecting the sensory characteristics of the clove and improving the sensory characteristics of the cumin.

Keywords: decontamination, cheese, intensity, aroma.

### 3.1 INTRODUÇÃO

O uso de especiarias permite uma melhoria no perfil sensorial de diversos produtos, aumentando sua aceitabilidade, e além disso, a adição de especiarias em alimentos tem ampla aplicabilidade devido suas ações antimicrobianas contra *L. monocytogenes*, *S. aureus* e *S. entérica*, e funcionais devido a presença de cinamaldeído, eugenol, timol, carvacrol, ácido gálico, catequinas, proantocianidinas e taninos (SHAN *et al.*, 2011). Diversos estudos aplicam especiarias como orégano, tomilho, alho em queijos, incluindo cravo e cominho.

O cravo, *Syzygium aromaticum*, possui alta atividade antioxidante e antimicrobiana, sendo destaque em estudos em função de manter as propriedades sensoriais de produtos, aumentando a vida de prateleira dos mesmos (ZAHID *et al.*, 2020). O cominho, *Cuminum cyminum*, é uma especiaria com gosto amargo e odor forte, amplamente utilizado como condimento em alimentos, principalmente em pratos orientais (RAVI, 2013).

Devido às propriedades dessas especiarias, estudos vêm sendo conduzidos para avaliar a utilização das mesmas como conservantes naturais e no desenvolvimento de novos produtos (SHAN *et al.*, 2011).

Quando adicionadas a alimentos, as especiarias devem passar por descontaminação microbiológica, pois podem conter um alto nível de contaminação. Estudos foram conduzidos para reduzir a carga microbiana, onde a elevação da temperatura em páprica em pó acima de 98 °C foi o suficiente para reduzir a carga microbiana em 4,8 log (ELIASSON *et al.*, 2015).

Alternativas viáveis vêm sendo estudadas, e dentre essas, encontram-se a radiação ionizante, tratamento por alta pressão e tratamentos com radiação ultravioleta. Porém, todas essas alternativas continuam sendo de custo elevado, e muitas vezes inviáveis a nível de pequenas indústrias (ERDOĞDU; EKIZ, 2011; TAKEMURA *et al.*, 2014).

A radiação por micro-ondas utilizada para descontaminação microbiológica tem sido aplicada devido ser um processo de baixo custo e eficiente (CHANDRASEKARAN; RAMANATHAN; BASAK, 2013). A descontaminação ocorre por meio de aquecimento seletivo, ruptura celular e campo eletromagnético, e a combinação desses fatores pode causar uma redução da carga microbiana a temperaturas menores que as temperaturas letais (KOZEMPEL *et al.*, 1998).

Para avaliar o comportamento das especiarias submetidas a exposição térmica, o uso de técnicas termoanalíticas fornece indicativos sobre a degradação das especiarias e modificação do aroma (MOHAMMED *et al.*, 2016). Devido a radiação por micro-ondas ser um tratamento térmico, estudos devem ser conduzidos para avaliar a alteração sensorial no sabor e aroma das especiarias em questão. Dentre os métodos que compõe a análise sensorial, métodos modernos estão sendo utilizados em estudos de novos produtos, como os métodos dinâmicos (DIJKSTERHUIS; PIGGOTT, 2000).

Esses métodos avaliam as características sensoriais de um produto não individualmente, mas como uma sucessão de reações desencadeadas em um tempo específico, tendo como base que as características sensoriais de um produto não são estáticas, mas variam de intensidade com o tempo (GALMARINI *et al.*, 2016).

O método dinâmico conhecido como tempo-intensidade (TI) avalia a dimensão temporal de estímulos sensoriais, com o monitoramento das variações da qualidade do estímulo e de sua intensidade com relação ao aspecto temporal. Desta maneira, tem-se respostas de como um alimento se comporta para um indivíduo, desde o momento em que é colocado na boca, até o momento da deglutição (RODRIGUES *et al.*, 2014).

Diante do exposto, o objetivo deste capítulo foi submeter as especiarias cravo e cominho a um tratamento térmico por micro-ondas, avaliando a descontaminação microbiológica e a modificação sensorial ocasionada pelo tratamento por meio de avaliação sensorial tempo-intensidade, correlacionando os dados com análise térmica.

## 3.2 MATERIAIS E MÉTODOS

### 3.2.1 Materiais

As especiarias cravo e cominho em pó foram obtidas no comércio local em pacotes de um quilograma (Konsumo, São Paulo, Brasil). Foram utilizados equipamentos de micro-ondas Consul Facilite (25L, 900W, São Paulo, Brasil) e análise térmica (Sistema de análise térmica DTG-60, Shimadzu, Japão). Todos os reagentes utilizados nas análises foram de grau analítico (Synth, São Paulo, Brasil).

### 3.2.2 Análise Térmica (TGA-DTG)

As análises térmicas foram realizadas nas especiarias antes do tratamento térmico por micro-ondas, onde foi verificada a estabilidade térmica das mesmas. Os métodos utilizados foram Termogravimetria (TGA) e Análise Térmica Diferencial (DTA). As curvas de termogravimetria e termogravimetria derivada (TG/DTG) foram obtidas usando um sistema de análise térmica (DTG-60, Shimadzu, Japão) em fluxo de atmosfera oxidativa (ar) de 50 mL/min com razão de aquecimento de 10 °C/min nas temperaturas entre 30 a 650 °C. A massa inicial de cada amostra foi aproximadamente 5 mg, pesada em cadinhos de alumina abertos. As perdas de massa foram calculadas usando o software TA-60WS. Um cadinho de alumínio vazio foi usado como referência. As medições foram realizadas em triplicata (SABBAH *et al.*, 1999).

### 3.2.3 Tratamento Térmico por Micro-ondas

Foi elaborado um planejamento experimental fatorial completo (2<sup>2</sup>), que se adequasse aos parâmetros do equipamento de micro-ondas utilizado (Micro-ondas Consul Facilite, 25L, 900W, São Paulo, Brasil), sendo que esse permitia a alteração da potência e tempo (Tabela 3.1). A potência foi definida como sendo 10% e 90% do total do equipamento. As especiarias foram dispostas (25 g) em placas de Petri de vidro (9 cm de diâmetro) e submetidas a tratamento por micro-ondas. O aparelho utilizado possuía potência total de 900 W e logo após o tempo decorrido, procedeu-se a avaliação da temperatura utilizando um termômetro de espeto, seguido de análises

microbiológicas. Em conjunto ao planejamento, uma amostra sem tratamento foi avaliada, chamada amostra controle (SHENGA *et al.*, 2010; MAGEED *et al.*, 2012).

Tabela 3.1: Planejamento fatorial completo 2<sup>2</sup> com ponto central, para tratamento térmico de especiarias por micro-ondas.

Amostras	Tempo	Potência	t (s)	P (W)
1	+	+	65	810(90%)
2	-	-	15	90 (10%)
3	+	-	65	90 (10%)
4	-	+	15	810 (90%)
5	0	0	40	450 (50%)
6	0	0	40	450 (50%)
7	0	0	40	450 (50%)

### 3.2.4 Análise da Descontaminação Microbiológica

#### 3.2.4.1 Preparo das amostras

Foram pesadas assepticamente alíquotas de 25 g das amostras que foram adicionadas a 225 mL de água peptonada esterilizada 0,1% em autoclave a 121 °C por 15 minutos. As amostras foram homogeneizadas obtendo-se assim a diluição base 10<sup>-1</sup>. A partir dessa diluição, foram feitas as diluições seriadas 10<sup>-2</sup>, 10<sup>-3</sup> e 10<sup>-4</sup>, recolhendo-se 10 mL da solução base e adicionando a 90 mL de solução esterilizada de água peptonada 0,1% (APHA, 1997).

#### 3.2.4.2 Análise de *Salmonella* spp.

Para a análise de *Salmonella* spp., o preparo da amostra foi realizado da mesma forma até atingir a diluição de 10<sup>-1</sup>. Após a diluição, a amostra foi incubada a 42 °C por 24 horas (SolidSteel, São Paulo, Brazil). Em seguida 1 mL da amostra foi transferido para 10 mL de um meio de enriquecimento seletivo sendo este o caldo selenito cistina (SC) (HiMedia Laboratories, Mumbai, Índia) e outro em caldo Rappaport Vassiliadis (RV) (HiMedia Laboratories, Mumbai, Índia), incubados a 42 °C por 24 horas. Os caldos foram semeados, através de estrias, uma alçada do caldo SC na superfície do ágar verde-brilhante vermelho-de-fenol-lactose-sacarose (HiMedia Laboratories, Mumbai, Índia), e após incubação a 42 °C por 24 horas o resultado foi

expresso em negativo ou positivo em 25 g de amostra (APHA, 1997).

#### 3.2.4.3 Análise de coliformes totais

O meio de cultura empregado foi o Caldo Lauril Sulfato Triptose (LST) (HiMedia Laboratories, Mumbai, Índia). Séries de três tubos de ensaio com tampa contendo Caldo LST (HiMedia Laboratories, Mumbai, Índia) e tubo de Durhan invertido foram inoculados. Foram utilizados três tubos para cada diluição, contendo 9 mL de meio e adicionado de 1 mL de amostra, para cada diluição ( $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$  e  $10^{-4}$ ). Após o inóculo os tubos foram incubados em estufa a 35-37 °C por 48 h. Os resultados foram expressos qualitativamente em negativo e positivo. Foram presuntivamente considerados positivos os tubos com LST com formação de gás no tubo de Durhan e produção de ácido, evidenciado pelo desenvolvimento de cor amarela (APHA, 1997).

#### 3.2.4.4 Análise de bactérias mesófilas

A determinação de bactérias mesófilas foi realizada por meio de Plate Count Agar (PCA) ou Agar Padrão para Contagem (HiMedia Laboratories, Mumbai, Índia), por meio de sistema de semeadura em profundidade, em triplicata. A amostra foi analisada pipetando-se 1 mL de cada diluição em placas de Petri esterilizadas descartáveis adicionando-se 20 mL de ágar fundido e resfriado a 44-46 °C. Após esse processo, as placas foram agitadas em movimentos circulares para promover a homogeneização. Assim que solidificadas, as placas foram invertidas e incubadas em estufa a 35-37 °C por 48 horas (APHA, 1997).

Transcorrido o tempo de incubação fez-se a contagem do número de colônias, das placas que apresentaram número entre 30 e 300 UFC. Para se obter os resultados, multiplicou-se a média aritmética das triplicatas pelo respectivo fator de diluição, onde os resultados foram expressos em UFC/g (APHA, 1997).

#### 3.2.4.5 Análise de bolores e leveduras

Para quantificação de bolores e leveduras, foi utilizado Batata Dextrose Agar (BDA) (HiMedia Laboratories, Mumbai, Índia) acidificado a um pH de 3,5 com ácido tartárico 10% (Synth, São Paulo, Brasil), adicionado no momento da realização da análise

ao meio fundido e resfriado. A amostra foi analisada pipetando-se 1 mL de cada diluição para placas de Petri esterilizadas descartáveis adicionando-se 20 mL de ágar fundido e resfriando a 44-46 °C. Após esse processo, as placas foram agitadas em movimentos circulares para promover a homogeneização. Assim que solidificadas, as placas foram invertidas e incubadas em estufa a 30 °C por 5 dias (APHA, 1997).

Transcorrido o tempo de incubação fez-se a contagem do número de colônias, das placas que apresentaram número entre 30 e 300 UFC. Para se obter os resultados, multiplicou-se a média aritmética das triplicatas pelo respectivo fator de diluição, onde os resultados foram expressos em UFC/g (APHA, 1997).

### 3.2.5 Análise Sensorial Tempo- Intensidade (TI)

#### 3.2.5.1 Preparo dos extratos de especiarias

Para o preparo dos extratos da solução *in natura*, as especiarias foram dispostas em placas de petri na altura de 1 mm e acondicionadas sob luz UV por 24 horas. Para os extratos das amostras tratadas termicamente em micro-ondas, as mesmas passaram pelos tratamentos descritos na Tabela 3.1. Ambos os extratos, *in natura* e tratados termicamente, foram preparados nas mesmas condições. Para o preparo do extrato, dois gramas da especiaria foram adicionados em balão volumétrico de 100 mL e o volume foi completado com água destilada a 20 °C, ficando em repouso por uma hora. Com o auxílio de um funil e algodão a solução foi filtrada e acondicionada em balão volumétrico sob refrigeração e até o momento das análises (BEHERA; NAGARAJAN; JAGAN MOHAN RAO, 2004b).

#### 3.2.5.2 Condições da análise

As análises foram realizadas no Laboratório de Análise Sensorial (CTA-07) situado no Centro de Tecnologia Agroalimentar (CTA) da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), o qual foi projetado de acordo com as normas de padronização do ambiente, sendo este com temperatura controlada de 24 °C, com cabines individuais, insonorizadas, inodoras e com luz de coloração branca. Foram disponibilizados 20 mL de cada amostra em copos de polietileno branco com 50 mL



de capacidade codificados aleatoriamente com três dígitos, sendo analisadas uma amostra por vez e em triplicata (ASTM, 1986).

O volume (20 mL) de amostra foi padronizado de maneira a não fadigar os avaliadores. Nas análises dos extratos de cravo e de cominho, foram oferecidos água e biscoitos água e sal para a lavagem da boca, com o objetivo de não fadigar o paladar com os extratos. A literatura recomenda que sejam selecionados no mínimo 9 avaliadores para os testes, que serão treinados para as análises. (ASTM, 1986).

As análises sensoriais foram realizadas após aprovação do COEP (Comitê de Ética em Pesquisa), sob o nº 1.941.390, e os avaliadores assinaram o TCLE (Termo de Consentimento Livre e Esclarecido) (ANEXO B).

#### 3.2.5.3 Recrutamento e pré-seleção

Para a seleção de uma equipe, foi primeiramente distribuído um questionário para 39 pessoas, sendo alunos e professores do curso de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Ponta Grossa, a fim de selecionar pessoas com potencial sensorial para a avaliação das especiarias em estudo. Foram priorizados os avaliadores experientes em análise sensorial descritiva em utilização de software para a coleta de dados. As perguntas que compuseram o questionário estão apresentadas no ANEXO C.

#### 3.2.5.4 Seleção: teste de limite (*threshold de detecção*)

A partir das respostas dos questionários, os candidatos pré-selecionados realizaram o teste limite, com o objetivo de conhecer o limite mínimo de percepção dos gostos básicos, ou seja, a sensibilidade individual de cada avaliador. Para isso foram preparadas amostras com diferentes concentrações dos gostos básicos (doce, salgado, ácido e amargo) (ASTM, 2011).

As amostras foram apresentadas em 8 diferentes diluições para cada gosto básico (Tabela 3.2), sendo que os avaliadores não tinham conhecimento prévio do gosto apresentado. As amostras foram servidas em ordem crescente de concentração, uma por vez, e foi solicitado para que os avaliadores indicassem quando um estímulo era detectado.

Tabela 3.2: Concentração das soluções de gosto básico (g/L) para teste de limite de detecção para seleção de avaliadores

Diluições	Doce	Salgado	Ácido	Amargo
D1	12,00	2,00	0,60	0,27
D2	7,20	1,40	0,48	0,22
D3	4,32	0,98	0,38	0,17
D4	2,59	0,69	0,31	0,14
D5	1,56	0,48	0,25	0,11
D6	0,94	0,34	0,20	0,09
D7	0,55	0,24	0,16	0,07
D8	0,34	0,16	0,13	0,06

Fonte: ASTM, 2011

Desta forma, as respostas foram “detecto” ou “não detecto” conforme ficha sensorial apresentada no ANEXO D. A análise das respostas dos avaliadores foi realizada a partir da média geométrica da concentração mais alta “não detectada” e a concentração seguinte detectada (ASTM, 2011), como segue a Equação (1) do limiar dos avaliadores por meio da média geométrica

$$\text{Limiar avaliador 1} = (\text{CND} * \text{CD})^{1/2} \quad (1)$$

Sendo:

CND = concentração não detectada

CD = concentração detectada

A partir do limiar de todos os avaliadores, fez-se o limiar do grupo pela equação 2:

$$\text{Limiar do grupo} = (\text{Avaliador 1} * \text{Avaliador 2} * \text{Avaliador n})^{1/n} \quad (2)$$

Por meio do limiar do grupo, e dos limiares individuais, foi adotado que os avaliadores que apresentaram o limiar abaixo do limiar do grupo permaneceram na equipe, pois indicam que detectam estímulos menores que o geral, detectado pelo grupo. Os avaliadores que apresentaram o limiar acima do limiar do grupo, foram

dispensados, já que não conseguem detectar soluções muito diluídas, e conseqüentemente, estímulos muito baixos (ASTM, 2011). Essa análise foi limitante para a formação da equipe de análise sensorial.

#### 3.2.5.5 Treinamento do painel: gostos básicos

A análise de gostos básicos, preliminar ao treinamento dos avaliadores para as análises subsequentes, é indicada pela ISO 8586, e tem como objetivo aferir se algum avaliador apresenta algum problema de percepção e, para ambientar os avaliadores com o uso do software de coleta de dados (ISO, 2012).

Os gostos básicos utilizados nessa análise foram o doce, ácido, amargo e salgado (PINHEIRO; NUNES; VIETORIS, 2013). Nesse momento, foi utilizado o software SensoMaker para a coleta dos dados sensoriais, já que este seria utilizado nas análises seguintes, auxiliando a adaptação dos avaliadores. O avaliador tinha 30 segundos para descrever o comportamento da amostra na boca por meio da escala de intensidade de 1 a 10, ou seja, conforme o tempo passava ele indicava o quanto estava sentindo os estímulos decorrentes da amostra (PINHEIRO; NUNES; VIETORIS, 2013).

#### 3.2.5.6 Treinamento do painel: extratos de especiarias

Nesta etapa a equipe foi apresentada às amostras de extrato de cravo (1 g/100mL) e cominho (2 g/100mL), sem passar por tratamento térmico e foram avaliados em triplicata (BEHERA; NAGARAJAN; JAGAN MOHAN RAO, 2004b).

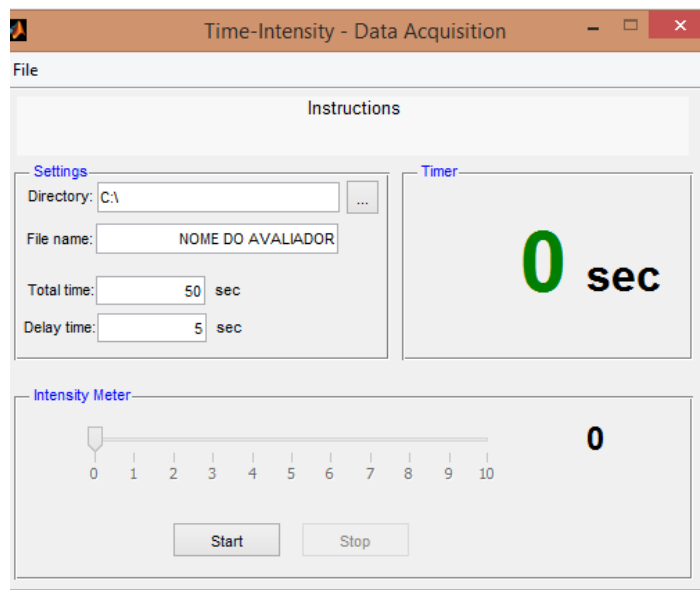
Esta etapa foi realizada para que os avaliadores pudessem se familiarizar com as especiarias de cravo e cominho, ao estímulo que as mesmas proporcionavam e ao software utilizado. Além disso, esta etapa consistiu em um teste com as amostras para que o tempo ideal de análise fosse estipulado. Nesse tempo deveria ser incluído o tempo de permanência dos extratos na boca dos avaliadores, tempo de deglutição e tempo de percepção do estímulo. Após os testes foi coletado um *feedback* dos avaliadores para estabelecer o tempo de avaliação para a detecção do estímulo (LOSÓ *et al.*, 2012).

Para a coleta de dados, utilizou-se o software SensoMaker para a análise de tempo-intensidade. Os avaliadores dispunham do tempo determinado para descrever

por meio da escala de intensidade no intervalo de 1 a 10 a intensidade das amostras (ASTM, 2011).

Entre os extratos, foi oferecido água e bolachas água e sal aos avaliadores para que eles não ficassem fadigados. A Figura 3.1 representa um exemplo de como o software se apresentava para os avaliadores na tela do computador.

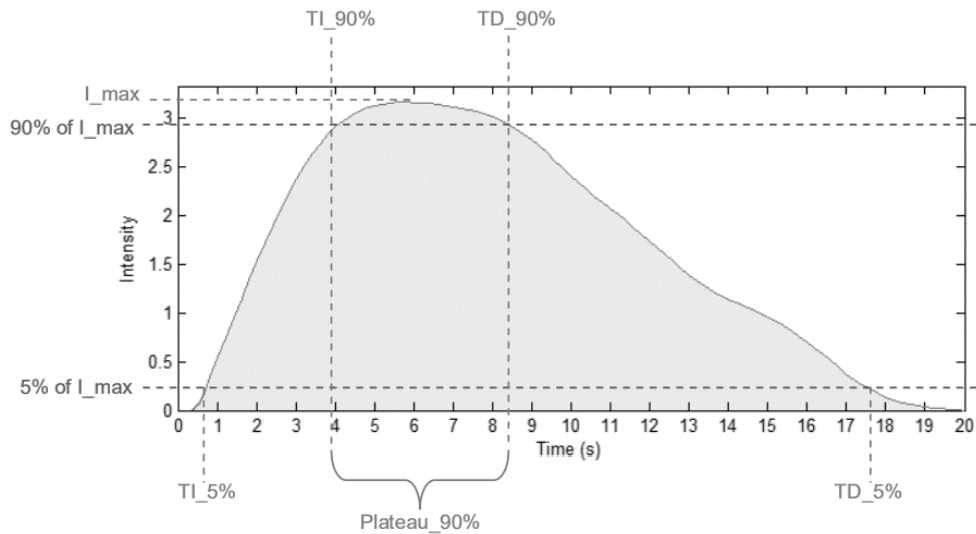
Figura 3.1: Representação da tela do software SensoMaker.



Fonte: o autor

Após a coleta, foram extraídos dados do gráfico formado pelo software, a partir do tempo versus a intensidade do extrato da especiaria, onde  $I_{max}$  indica a intensidade máxima do estímulo, TI 5% e TD 5% indica o tempo onde ocorre uma intensidade de 5% no início do teste e no final do teste respectivamente. Os parâmetros TI 90% e TD 90% indicam o tempo de intensidade de 90% no início e final do teste respectivamente. Por fim, o parâmetro Plateau 90% indica o tempo onde a intensidade permanece acima de 90%, conforme Figura 3.2.

Figura 3.2: Parâmetros de análise de uma curva Tempo-Intensidade



Fonte: NUNES e PINHEIRO, 2017

### 3.2.5.7 Avaliação do painel pelo software *PanelCheck*

A avaliação do painel foi realizada utilizando análise estatística ANOVA fator duplo, correlacionando as diferenças entre atributos e entre avaliadores. Foi utilizado o *software* livre *PanelCheck* (versão 1.4.0, Dinamarca, 2010), que através da ANOVA, demonstra de maneira gráfica os valores obtidos para avaliadores e amostras. Esses resultados podem ser avaliados em tempo real, facilitando os avaliadores no exercício da memória sensorial e treinamento (MEYNERS, 2011).

O consenso foi avaliado através do gráfico de perfil, o qual compara para cada atributo a média do painel com a média do avaliador. Quanto mais próximo da média o avaliador se encontra, melhor o consenso com o painel. Atributos com consenso ao nível de significância de 5% foram considerados (LOSÓ *et al.*, 2012).

Valores de quadrado médio do erro (QME) foram extraídos do modelo ANOVA fator único, o qual indica a repetibilidade individual. Considerando que esse valor quantifica o desvio do avaliador em suas repetições, quanto menor o valor do MÊS (*Mean Square Errors*) melhor a repetibilidade do avaliador (LOSÓ *et al.*, 2012; TOMIC *et al.*, 2007).

Os gráficos de MSE avaliam o comportamento da repetibilidade, ou seja, a capacidade dos avaliadores em gerar a mesma resposta, com a menor quantidade de desvio possível. As respostas das análises estão representadas nos gráficos como uma média. É esperado que os valores de MSE sejam pequenos, uma vez que o

painel sensorial recebeu treinamento prévio para realização da análise de tempo-intensidade (TOMIC *et al.*, 2007).

Este gráfico pode ser usado para verificar se há problemas no treinamento dos avaliadores, pois se vários deles apresentarem valores altos de MSE, representa que o treinamento foi falho e deve ser realizado novamente. Se apenas alguns avaliadores apresentarem valores muito altos, para algumas amostras, os mesmos recebem um *feedback* do líder do painel, indicando quais parâmetros devem ser melhorados nas análises posteriores (ETAIO *et al.*, 2010).

A análise do valor F é utilizada para verificar se os avaliadores apresentam capacidade de detectar diferenças entre as amostras, no caso do estudo, para a intensidade aromática das especiarias. O gráfico resultante é um diagrama de barras, que retrata o desempenho de cada avaliador frente ao painel sensorial. Nesta análise, quanto maior o valor de F para cada avaliador, maior será a capacidade do mesmo de discriminação das amostras. Duas linhas horizontais são exibidas no gráfico e representam o nível significativo de 5% (linha inferior) e 1% (linha superior). Para que a discriminação individual mínima seja efetiva, os resultados de cada avaliador devem ultrapassar a linha de 5%. Os valores F obtidos baseiam-se na hipótese de efeitos iguais para as amostras, e indicam quanto cada avaliador detecta diferenças entre as amostras para determinado atributo. Quanto maior o valor de F de um avaliador, melhor a habilidade de diferenciação entre as amostras (LOSÓ *et al.*, 2012).

#### 3.2.5.8 Análise dos extratos de especiarias

Após o tratamento térmico por micro-ondas, seguindo o planejamento experimental da Tabela 3.1, foi preparado o extrato das especiarias para cada tratamento, totalizando 5 amostras de cravo e 5 amostras de cominho. As amostras em análise foram avaliadas em triplicata, totalizando 30 avaliações. Os avaliadores utilizaram novamente o software *SensoMaker* para poder analisar o comportamento das amostras quando degustadas, indicando a percepção do aroma dos extratos, dentro da cavidade bucal, e sua intensidade ao longo do tempo.

### 3.2.6 Análise Estatística

Para a avaliação microbiológica, os dados obtidos do planejamento fatorial (temperatura, contagens de micro-organismos) foram submetidos a avaliação por superfície de resposta, onde os parâmetros que foram significativos foram considerados para a construção da superfície, com a verificação do valor de R e falta de ajuste das curvas (BA; BOYACI, 2007).

Os dados coletados foram apresentados como média  $\pm$  desvio padrão (SD) e foram submetidos à análise de homogeneidade de variância Brown- Forsythe, e se considerados homogêneos foram submetidos à Análise de Variância fator único (1-ANOVA), a fim de estabelecer diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre as amostras. Depois disso, os dados foram submetidos a teste de diferença mínima significativa de Fischer, utilizando software Statistica 7.0 (ZIELINSKI *et al.*, 2014).

## 3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.3.1 Análise Térmica

Os resultados obtidos da Termogravimetria (TGA) e da Análise Térmica Diferencial (DTA) do cominho em pó e do cravo em pó são expostos nas Figuras 3.3 e 3.4, respectivamente. Os resultados de ambas especiarias serão discutidos em conjunto, uma vez que demonstraram o mesmo processo de degradação.

Figura 3.3: Análise de termogravimetria para cominho em pó.

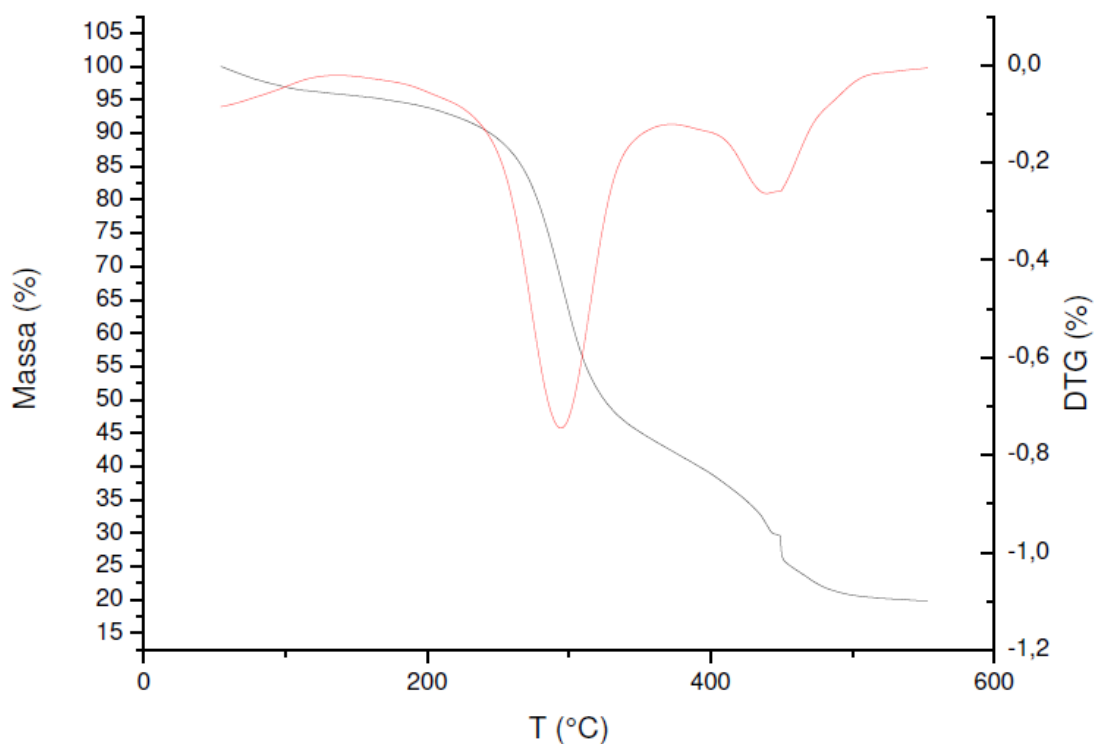
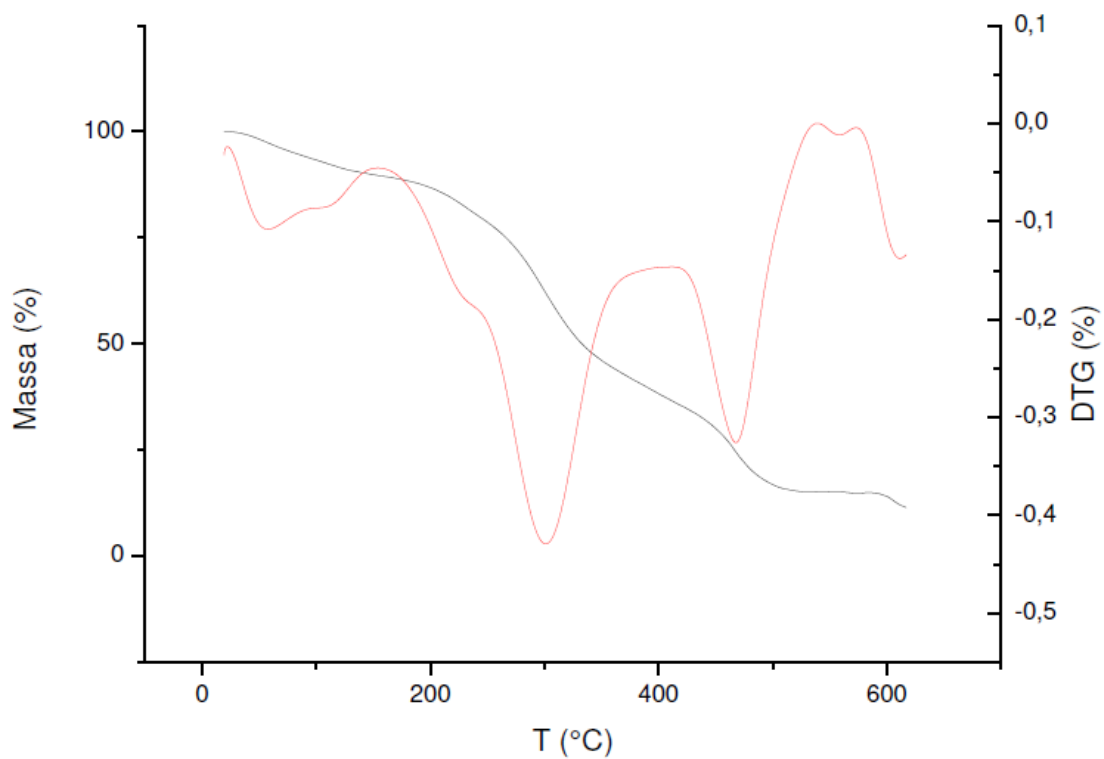


Figura 3.4: Análise de termogravimetria para cravo em pó.



A primeira perda de massa ocorreu na faixa dos 100 a 150 °C, tanto para o cominho quanto para o cravo, indicando a evaporação de água livre e voláteis menores, nessa temperatura. Em estudos com semente de gergelim, dados similares de degradação



foram obtidos (EL-SAYED *et al.*, 2018). Em pesquisa com óleos essenciais de cominho negro, não foram verificadas degradações antes dos 200°C (MOHAMMED *et al.*, 2016).

Na faixa dos 200 a 350 °C, foi observada uma decomposição citada como devolatilização primária, esse pico indica a hidrólise de celulose e hemicelulose presentes em amostras de origem vegetal (EL-SAYED *et al.*, 2018). Nessa faixa de temperatura foi verificado que não ocorre a decomposição dos óleos essenciais do cravo e em sementes de feno grego, entretanto, decomposições de polissacarídeos foram identificadas em temperaturas maiores de 200 °C (GONZÁLEZ-RIVERA *et al.*, 2016; MEGHWAL; GOSWAMI, 2013).

Entre 400°C e 500°C ocorrem perdas, indicando a oxidação de compostos voláteis provenientes de decomposições prévias; resultados semelhantes foram encontrados para sementes de chia, papoula e cominho negro (CARRIÓN-PRIETO *et al.*, 2017).

Com esses resultados pode-se prever a estabilidade térmica das especiarias e com base na temperatura atingida pelas amostras, identificar quais compostos são liberados. Esses fatos indicam que tanto o cravo quanto o cominho podem perder compostos voláteis a uma temperatura entre 100 e 150 °C, portanto não sendo indicado atingir essas temperaturas para evitar degradação aromática (CARRIÓN-PRIETO *et al.*, 2017).

### 3.3.2 Descontaminação Microbiológica

Previamente ao tratamento térmico, conforme planejamento fatorial completo 2<sup>2</sup>, a amostra controle foi avaliada para os parâmetros de *Salmonella* sp., coliformes totais conforme recomenda a legislação brasileira segundo a RDC nº 331, de 23 de dezembro de 2019, complementada pela Instrução Normativa nº 60, de 23 de dezembro de 2019 (BRASIL, 2019). Bolores e leveduras, e mesófilos, que embora não constem na legislação, foram considerados neste trabalho. O resultado para *Salmonella* sp. foi ausente em 25 g e para coliformes totais foi 10<sup>2</sup> UFC/g, para as duas especiarias. Ambos resultados estão em conformidade com a legislação, portanto, as amostras tratadas termicamente não foram submetidas a essas contagens pois encontram-se em conformidade com a legislação (BRASIL, 2019).

A amostra controle de cominho obteve contagem de  $6 \times 10^4$  UFC/g para mesófilos e  $2,4 \times 10^6$  UFC/g para bolores e leveduras. Com a contagem elevada (maior que  $10^3$ ), prosseguiu-se com o tratamento térmico e posterior avaliação microbiológica para esses parâmetros.

Os resultados de mesófilos e bolores e leveduras para a descontaminação microbiológica do cominho por micro-ondas estão apresentados na Tabela 3.3.

Os resultados indicam que para as amostras 1 e 4 a descontaminação tanto para mesófilos quanto para bolores e leveduras foi efetiva. Pode-se observar que nessas amostras o fator em comum é a potência, que foi de 90% da potência total do micro-ondas.

Tabela 3.3: Descontaminação microbiológica por micro-ondas para amostras de cominho.

Amostras	Temperatura (°C)	Mesófilos (UFC/g)	Bolores (UFC/g)	t (s)	P (W)
1	92	$1,0 \times 10^3$	$4,0 \times 10^3$	65	810(90%)
2	35	$2,0 \times 10^3$	$6,0 \times 10^3$	15	90 (10%)
3	29	$2,2 \times 10^4$	$6,0 \times 10^4$	65	90 (10%)
4	37	$1,2 \times 10^3$	500	15	810 (90%)
5	45	$6,5 \times 10^3$	$7,0 \times 10^4$	40	450 (50%)
6	56	$6,0 \times 10^3$	$9,0 \times 10^4$	40	450 (50%)
7	50	$7,0 \times 10^3$	$8,0 \times 10^4$	40	450 (50%)

Em estudos com micro-ondas, foi constatado que a potência tem influência na descontaminação, explicado por quatro fenômenos: aquecimento seletivo, eletroporação, ruptura da membrana celular e acoplamento do campo magnético, fatores que quando associados reduzem a carga microbiana em temperaturas abaixo dos 40 °C (VAN IMPE *et al.*, 2018).

Os dados de resposta obtidos no planejamento foram submetidos a análise de superfície de resposta, sendo que a contagem de mesófilos foi a resposta que obteve superfície significativa ( $p < 0,05$ ) para os efeitos potência e tempo. A superfície é apresentada na Figura 3.5

Figura 3.5: Superfície de Resposta para a variável contagem de mesófilos em amostras de cominho tratadas termicamente por micro-ondas

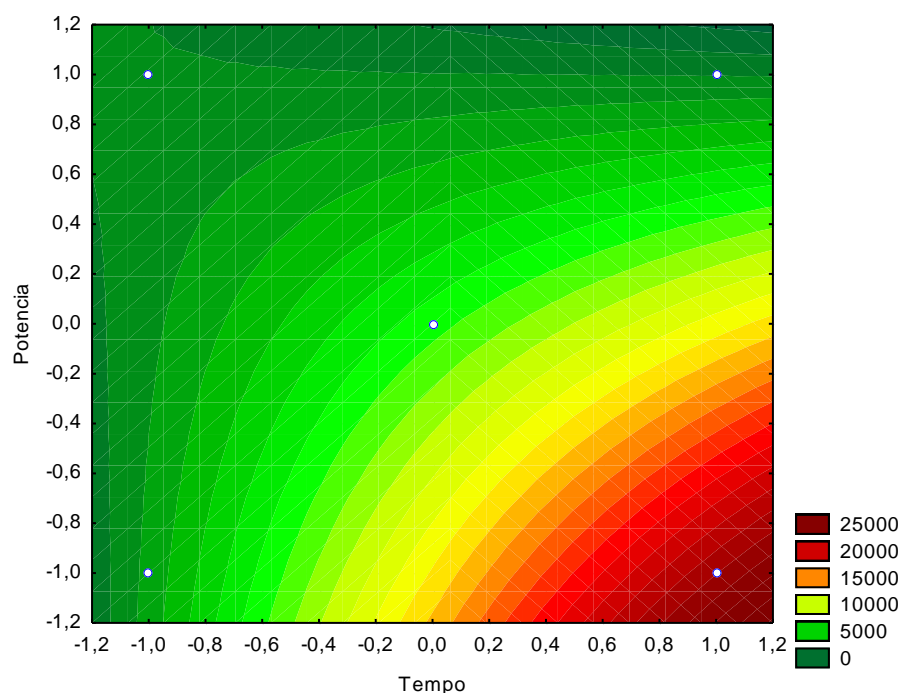


Tabela 3.4: Tabela ANOVA para modelo de superfície de resposta do cominho para contagem de mesófilos

Fator	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	p valor
Tempo	940	940	52,41	0,001
Potência	1232	1232	68,64	0,001
Interação (txP)	980	980	54,59	0,001
Resíduos	53,85	17,95		

A amostra controle de cravo obteve contagem de  $7,0 \times 10^3$  UFC/g de mesófilos e  $2,0 \times 10^5$  UFC/g de bolores e leveduras. Os resultados após o tratamento térmico são apresentados na Tabela 3.5.

Tabela 3.5: Descontaminação microbiológica para amostras de cravo.

Amostras	Temperatura (°C)	Mesófilos (UFC/g)	Bolores (UFC/g)	t (s)	P (W)
1	93	$1,3 \times 10^3$	$8,0 \times 10^2$	65	810(90%)
2	39	$2,4 \times 10^3$	$8,0 \times 10^2$	15	90 (10%)
3	33	$2,2 \times 10^4$	$3,0 \times 10^2$	65	90 (10%)
4	48	$1,2 \times 10^3$	ausente	15	810 (90%)
5	53	$6,0 \times 10^3$	$3,0 \times 10^4$	40	450 (50%)
6	56	$6,0 \times 10^3$	$3,0 \times 10^4$	40	450 (50%)
7	54	$6,0 \times 10^3$	$3,0 \times 10^4$	40	450 (50%)

Pode-se observar que a descontaminação foi elevada para as amostras 1 e 4, fato esse devido a potência elevada aplicada a essas amostras e consequente descontaminação, assim como observado nas amostras de cominho. Em amostras de páprica foi observada uma redução na contaminação microbiana quando a amostra atingiu uma temperatura de 95 °C após o tratamento com micro-ondas (ELIASSON *et al.*, 2015)

Os dados obtidos do cravo foram submetidos a análise de superfície de resposta e a mesma é apresentada na Figura 3.6. Para a resposta contagem de mesófilos, obteve  $R^2$  de 0,99 e R de ajuste de 0,99.

Figura 3.6: Superfície de Resposta para a variável contagem de mesófilos em amostras de cravo tratados termicamente por micro-ondas

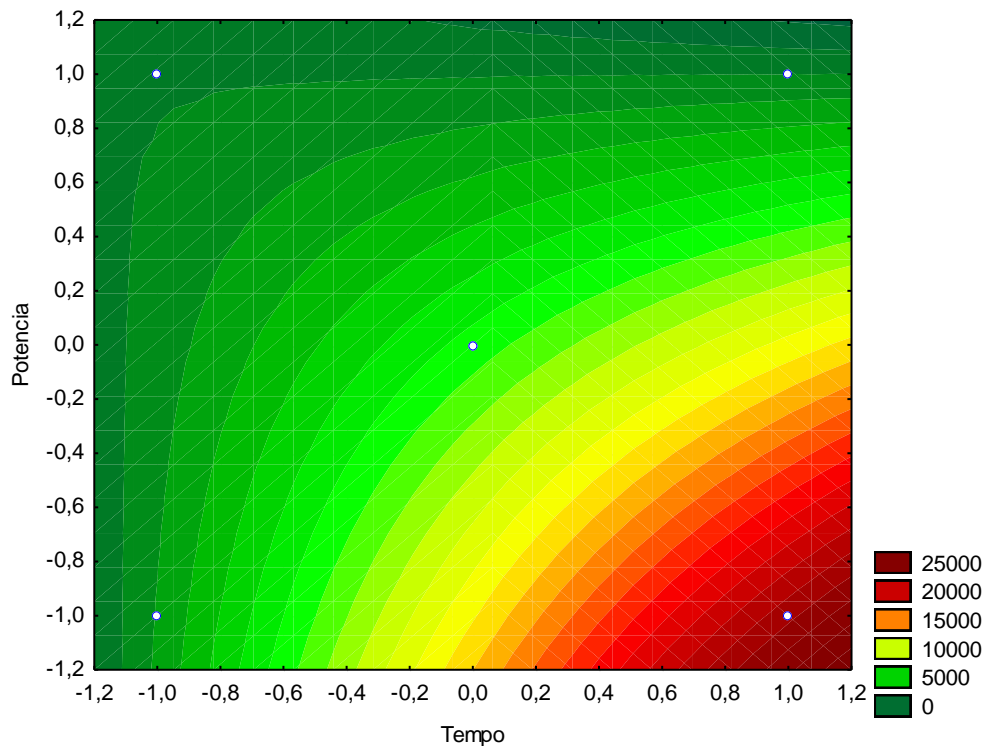


Tabela 3.6: Tabela ANOVA para modelo de superfície de resposta do cravo para a resposta contagem de mesófilos

Fator	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	p valor
Tempo	970	970	323,03	0,003
Potência	1199	1199	399,19	0,002
Interação (txP)	950	950	316,49	0,001
Resíduos	901	300		

Pode-se observar que para a temperatura, em ambas especiarias tanto o tempo quanto a potência nos níveis elevados afetam o aumento da mesma, devido a polarização iônica. A polarização iônica ocorre quando íons se movem devido a adequação ao campo elétrico formado pelo micro-ondas, resultando em colisões que convertem energia cinética em energia na forma de energia térmica (VAN IMPE *et al.*, 2018).

Assim como ocorre nas amostras de cominho, nas amostras de cravo, a alta potência auxilia para a descontaminação das especiarias, devido fenômenos que não são associados ao aquecimento, mas sim a ação da energia eletromagnética fornecida pelo micro-ondas (KOZEMPEL *et al.*, 1998).

### 3.3.3 Análise Sensorial (Tempo-Intensidade)

Após a realização da análise de Threshold – Teste de limite, e cálculo do limiar do grupo, foi analisado o comportamento individual, e 16 avaliadores que apresentavam o limiar abaixo do limiar do grupo permaneceram na equipe, uma vez que se mostraram mais sensíveis para a detecção de diluições menores, como pode ser observado na Tabela 3.7. Os avaliadores marcados em negrito foram selecionados na análise por apresentar limiar abaixo do limiar do grupo, ou seja, detectam um estímulo mais diluído do que a média encontrada. Para que o avaliador fosse selecionado, o mesmo deveria apresentar limiar menor que a média do grupo em pelo menos dois estímulos (ASTM, 2013).

Tabela 3.7: Limiar geométrico das concentrações detectadas pelos avaliadores.

(continua)

Avaliador	Gostos Básicos			
	Doce	Ácido	Salgado	Amargo
<b>1</b>	<b>3,01</b>	<b>0,12</b>	<b>0,29</b>	<b>0,05</b>
<b>2</b>	<b>2,01</b>	<b>0,12</b>	<b>0,29</b>	<b>0,05</b>
3	2,01	0,12	0,40	0,06
4	5,58	0,12	0,58	0,19
5	2,01	0,12	0,20	0,24
6	5,58	0,12	0,58	0,15
7	1,21	0,12	0,29	0,19
8	9,30	0,18	1,17	0,15
9	9,30	0,14	0,40	0,15
10	0,43	0,14	0,40	0,19
<b>11</b>	<b>3,05</b>	<b>0,12</b>	<b>0,29</b>	<b>0,10</b>

Tabela 3.7: Limiar geométrico das concentrações detectadas pelos avaliadores  
(conclusão)

12	5,58	0,12	0,04	0,06
<b>13</b>	<b>2,50</b>	<b>0,12</b>	<b>0,29</b>	<b>0,10</b>
14	3,34	0,12	0,82	0,05
15	9,30	0,12	0,40	0,10
16	3,05	0,12	0,40	0,06
<b>17</b>	<b>1,21</b>	<b>0,12</b>	<b>0,14</b>	<b>0,08</b>
<b>18</b>	<b>2,01</b>	<b>0,12</b>	<b>1,17</b>	<b>0,10</b>
<b>19</b>	<b>0,26</b>	<b>0,12</b>	<b>0,14</b>	<b>0,05</b>
20	3,34	0,14	0,40	0,10
<b>21</b>	<b>1,21</b>	<b>0,12</b>	<b>0,14</b>	<b>0,05</b>
22	9,30	0,12	0,58	0,24
<b>23</b>	<b>2,66</b>	<b>0,12</b>	<b>0,20</b>	<b>0,10</b>
24	2,34	0,12	0,24	0,14
25	2,44	0,12	0,20	0,15
26	5,58	0,14	1,67	0,06
<b>Limiar do grupo</b>	<b>3,10</b>	<b>0,12</b>	<b>0,35</b>	<b>0,10</b>

Nota: Dados em negrito indicam avaliadores selecionados, pois obtiveram média menor que o limiar do grupo nos estímulos salgado e amargo.

Essa etapa foi limitante para a formação da equipe de análise sensorial. Foram selecionados apenas os avaliadores que obtiveram um limiar menor que do grupo para os gostos salgado e amargo, já que as duas especiarias possuem esses gostos. Sendo assim, as etapas seguintes constituíram o treinamento dos 9 avaliadores selecionados.

### 3.3.3.1 Treinamento para análise tempo-intensidade

- Gostos Básicos

O treinamento com gostos básicos foi realizado para a ambientalização dos avaliadores com o software SensoMaker. Uma vez que a avaliação de tempo-intensidade é um método moderno e dinâmico, os avaliadores devem passar por um treinamento para a correta utilização do software e aquisição de dados.

Após a explicação da interface e sobre a colocação das informações necessárias para a identificação de cada teste, os avaliadores prosseguiram com a avaliação de gostos básicos na análise de tempo-intensidade. Durante o processo, o líder do painel ficou à disposição para auxiliar e tirar dúvidas sobre a sequência de operações que deveriam ser realizadas. Isso gera um conforto maior para o avaliador

no momento de realizar análises posteriores, evitando erros (WORCH; PIQUERAS-FISZMAN, 2015).

- Treinamento com extrato de especiarias

Após a ambientação com o software, foram realizadas análises com as especiarias, para que os avaliadores conseguissem identificar os sabores de cada uma e para realizar a aferição do tempo necessário para cada amostra. Os avaliadores determinaram o tempo de 45 segundos para o cominho e de 50 segundos para o cravo, pois segundo o *feedback* dos participantes, o cravo continha um efeito anestésico e necessitava de um maior tempo para o decréscimo do estímulo.

Após o tempo definido, procedeu-se a coleta de dados para a avaliação TI. Os resultados obtidos da análise TI para as amostras após o tratamento térmico foram analisados estatisticamente por meio do programa PanelCheck. O programa interpreta os dados sensoriais de análises descritivas utilizando de gráficos que permitem a visualização do desempenho individual de cada avaliador de maneira rápida e eficiente (LOSÓ *et al.*, 2012).

O parâmetro avaliado durante a análise foi o tempo em que a intensidade aromática das especiarias permaneceria no paladar dos avaliadores, e ainda, foi verificado se o tratamento térmico das especiarias afetaria na percepção do gosto.

As mesmas análises estatísticas foram feitas para as duas especiarias. Para o cravo, quando foi apresentado o extrato a uma concentração de 2%, os resultados não foram significativos, e por isso houve uma repetição da análise com um extrato com uma concentração de 1%, para que fosse observado se o painel não estava em consenso sensorial, ou se a concentração das amostras estava afetando a análise, sendo necessário redefini-la.

Ainda que se tenha um painel sensorial treinado, é comum encontrar diferenças nas percepções e pontuações dos avaliadores. A resposta da análise é fornecida graficamente, sendo mais eficaz a visualização do desempenho do painel, e em cada curva é possível analisar um tipo específico de informação (TOMIC, 2007).

### 3.3.3.2 Monitoramento da performance do painel

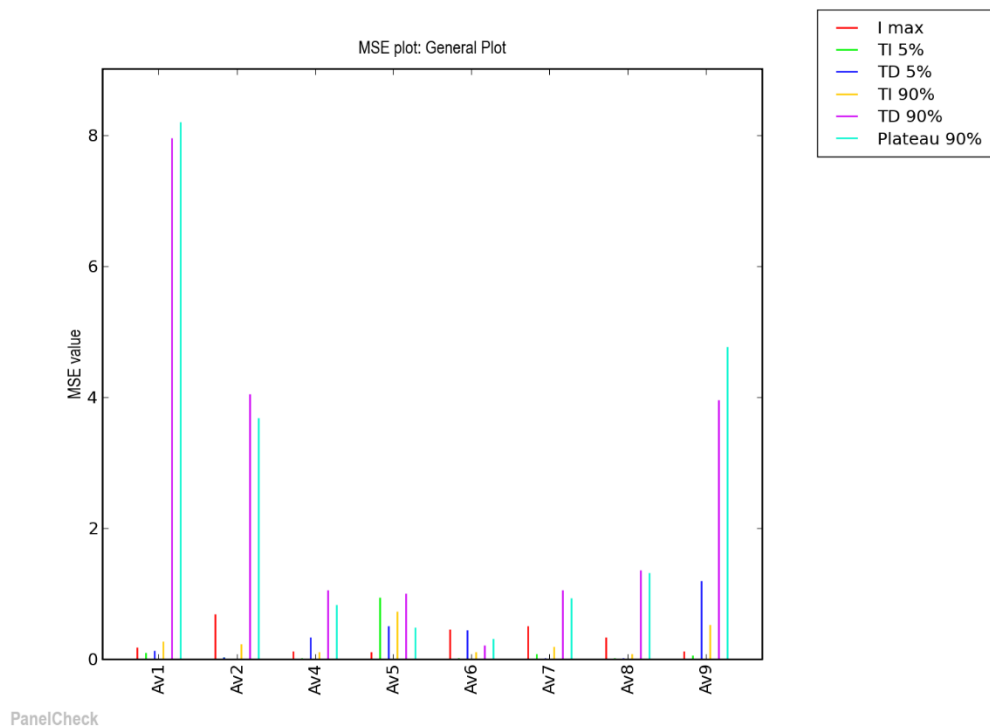
- Análise de Mean Squared Erros

Os resultados de MSE (*Mean Squared Errors*) foram analisados conforme a Figura 3.7. O gráfico foi analisado utilizando somente os atributos considerados

importantes para a avaliação das especiarias. O gráfico plota uma média de todas as amostras de cominho que foram avaliadas e mostra o desempenho de um avaliador em comparação com painel sensorial.

Com a análise do gráfico, é possível notar que o treinamento em si foi eficaz, uma vez que os valores do MSE foram baixos (menores que 10) para os avaliadores e a repetibilidade dos mesmos foi satisfatória. Somente os avaliadores 1 e 9 tiveram um erro alto para alguns parâmetros, e estes receberam um *feedback* e novo treinamento para a melhor compreensão da intensidade aromática.

Figura 3.7: Resultado para análise de MSE para amostras de cominho.



Nota: I max: intensidade máxima; TI 5%: tempo de intensidade de 5% no início do teste, TD 5% tempo de intensidade de 5% no final do teste, TI 90%: tempo de intensidade de 90% no início do teste, TD 90%: tempo de intensidade 90% no final do teste, Plateau 90%: tempo onde a intensidade permanece acima de 90%.

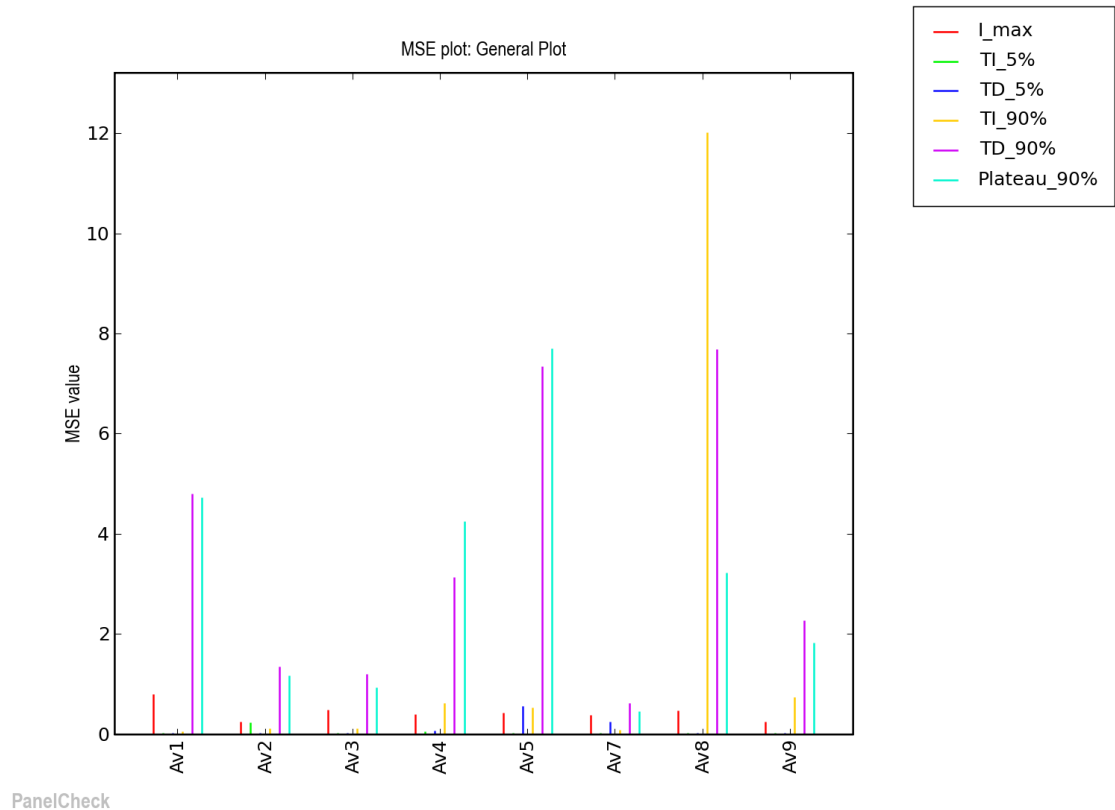
Na Figura 3.8 estão representados os parâmetros de MSE para o cravo. Os valores de MSE foram baixos, mostrando um bom desempenho do painel sensorial. Apenas os avaliadores 5 e 8 obtiveram um MSE alto para alguns parâmetros analisados. Ainda assim esses valores são baixos, menores de 12, e não afetam o treinamento.

Em monitoramentos realizados em painéis treinados para avaliação de perfil sensorial descritivo, normalmente valores de MSE baixos são esperados, porém não



se deve fazer uma interpretação sem a visualização dos valores de F em conjunto (TOMIC *et al.*, 2007).

Figura 3.8: Resultado para análise de MSE para amostras de cravo



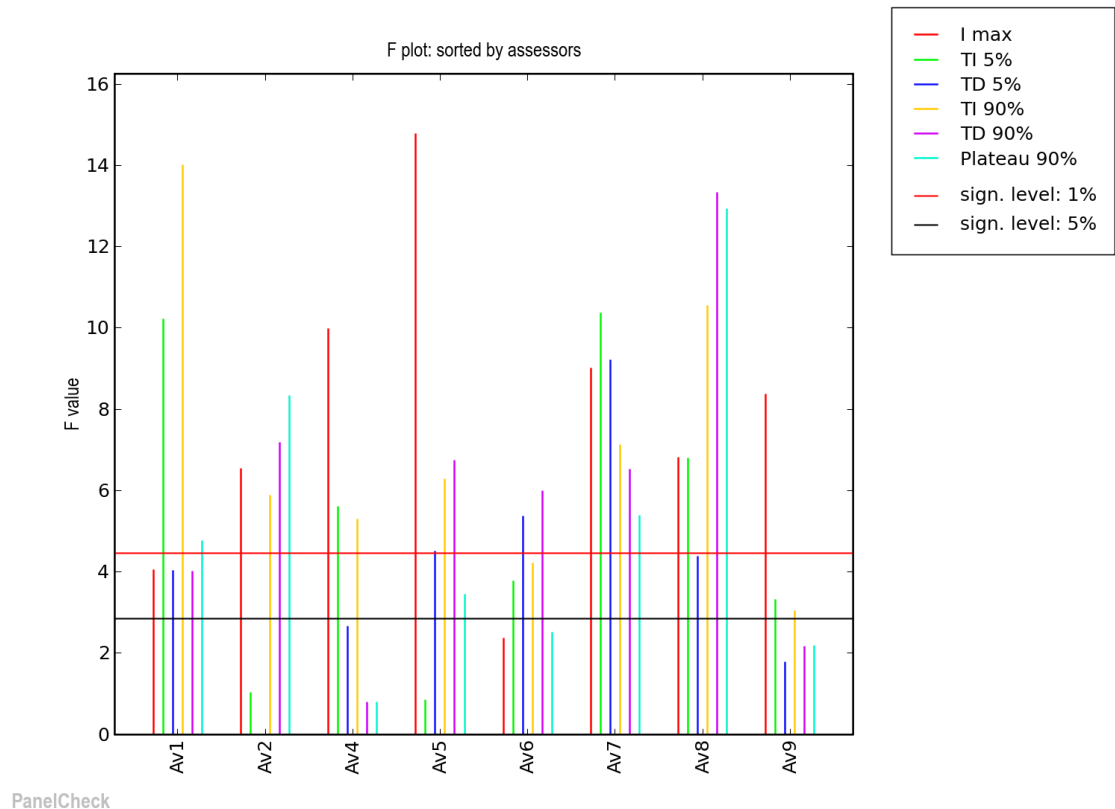
Nota: I<sub>max</sub>: intensidade máxima; TI 5%: tempo de intensidade de 5% no início do teste, TD 5% tempo de intensidade de 5% no final do teste, TI 90%: tempo de intensidade de 90% no início do teste; TD 90%: tempo de intensidade 90% no final do teste, Plateau 90%: tempo onde a intensidade permanece acima de 90%.

Com isso pode-se concluir que os avaliadores apresentaram boa repetibilidade e consenso sensorial com o painel, uma vez que os valores do erro foram baixos para ambas especiarias.

- Análise do Valor de F

A Figura 3.9 apresenta o diagrama de barras para os valores de F provenientes da ANOVA, conforme o resultado das avaliações.

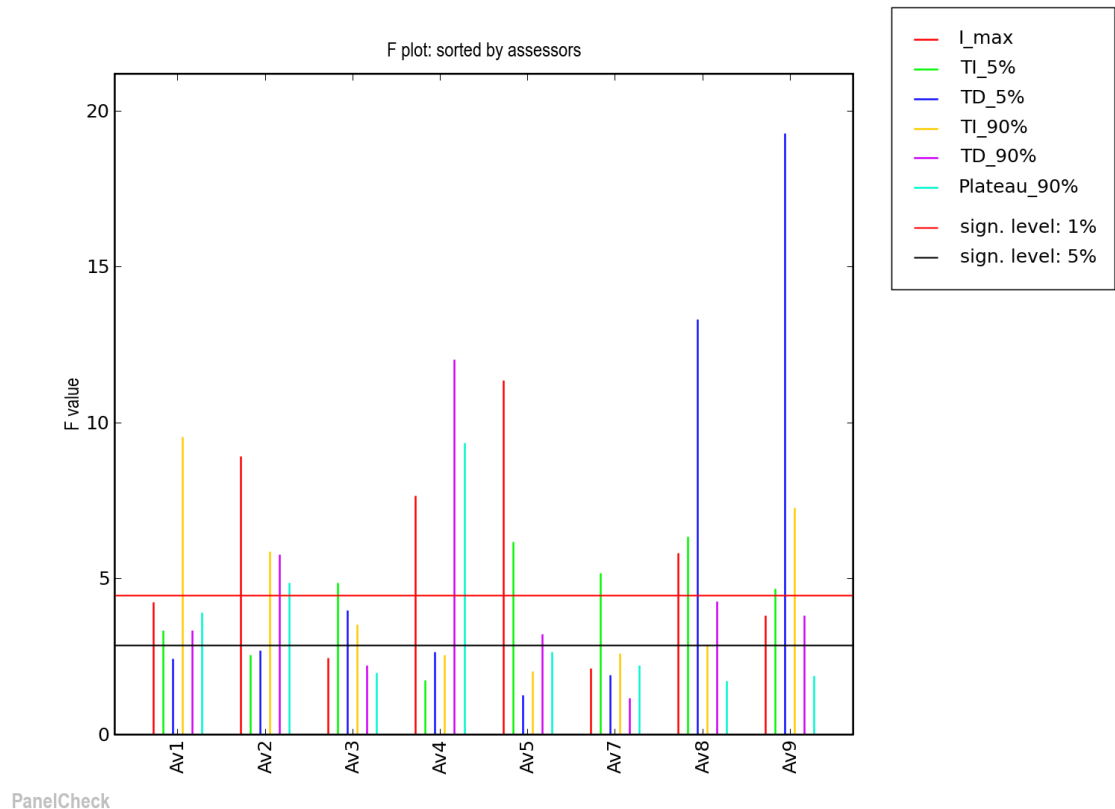
Figura 3.9: Resultado para análise do fator F para amostras de cominho.



Nota: I max: intensidade máxima; TI 5%: tempo de intensidade de 5% no início do teste, TD 5% tempo de intensidade de 5% no final do teste, TI 90%: tempo de intensidade de 90% no início do teste; TD 90%: tempo de intensidade 90% no final do teste, Plateau 90%: tempo onde a intensidade permanece acima de 90%.

Pode-se observar que os avaliadores 1, 5, 7 e 8 foram os que obtiveram o maior poder discriminativo entre as amostras, com um valor alto de F, atingindo a linha de significância de 5%, indicando que conseguem perceber nitidamente a diferença entre os tratamentos térmicos aplicados. Os avaliadores 2, 4, 6 e 9 não alcançaram o nível de significância de 5% para alguns parâmetros, o que pode reportar que não obtiveram boa discriminação para as amostras em alguns parâmetros representados pelos resultados de TI. Apesar desse resultado, para os outros parâmetros houve boa discriminação, constatando um treinamento efetivo. Os valores de F para o cravo são expostos na Figura 3.10.

Figura 3.10: Resultado para análise do fator F para amostras de cravo.



Nota: I<sub>max</sub>: intensidade máxima; TI 5%: tempo de intensidade de 5% no início do teste, TD 5% tempo de intensidade de 5% no final do teste, TI 90%: tempo de intensidade de 90% no início do teste; TD 90%: tempo de intensidade 90% no final do teste, Plateau 90%: tempo onde a intensidade permanece acima de 90%.

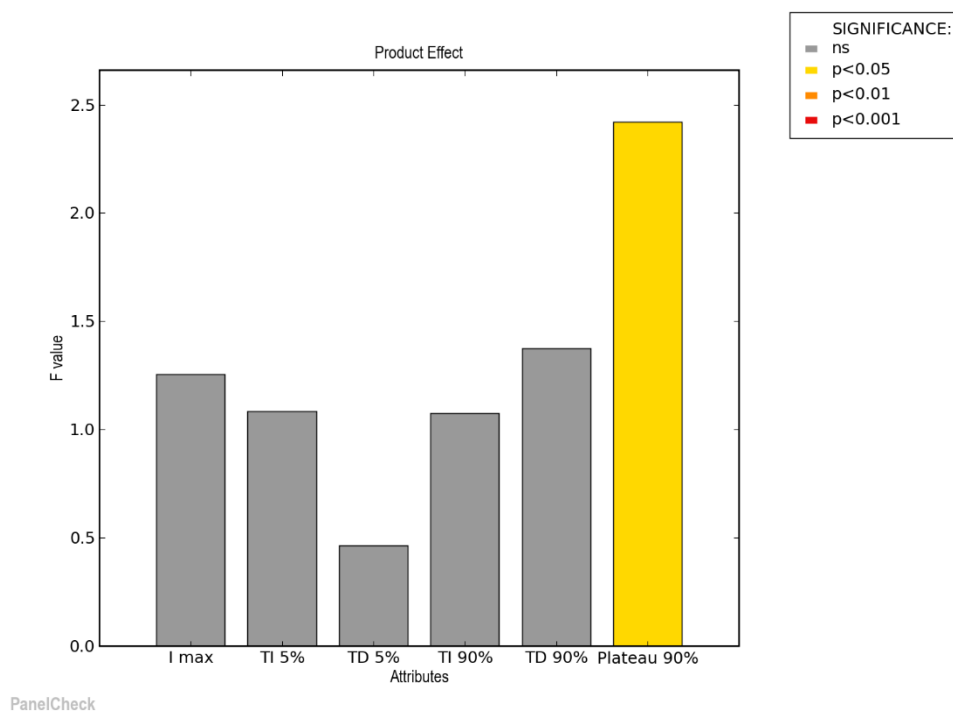
Avaliando os resultados do fator F, pode-se observar que o painel reconhece que existem diferenças entre as amostras, indicando alto poder de discriminação. Isso demonstra que o painel obteve uma boa performance no treinamento.

- Análise ANOVA - 2 WAY

Na análise pela ANOVA – 2 WAY, são avaliados dois efeitos, o dos avaliadores e do produto. Foi analisado o efeito nos produtos, ou seja, qual parâmetro é significativo para caracterizar as amostras.

Para a avaliação pela ANOVA, as figuras 3.13 e 3.14 mostram os valores de significância conforme o efeito do produto, ou seja, do tratamento das especiarias. A Figura 3.11 representa os resultados para as avaliações das amostras de cominho pela ANOVA.

Figura 3.11: Análise de ANOVA – 2 WAY para amostras de cominho.

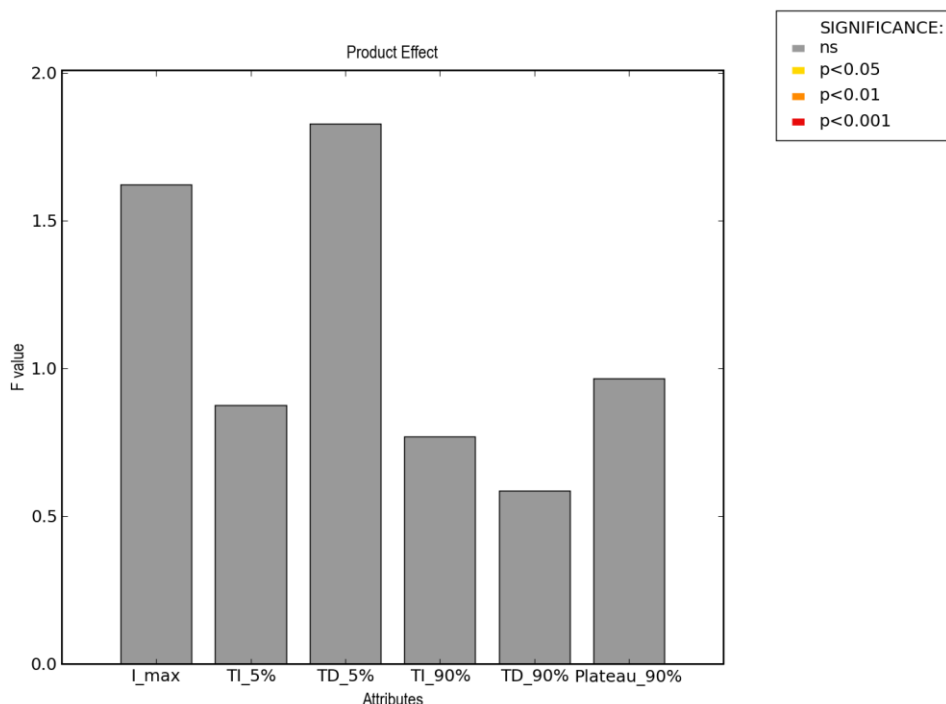


Nota: I max: intensidade máxima; TI 5%: tempo de intensidade de 5% no início do teste, TD 5% tempo de intensidade de 5% no final do teste, TI 90%: tempo de intensidade de 90% no início do teste; TD 90%: tempo de intensidade 90% no final do teste, Plateau 90%: tempo onde a intensidade permanece acima de 90%.

Por meio do resultado da ANOVA, é possível observar que apenas o Plateau 90% foi significativo, indicando que os avaliadores perceberam que o tratamento térmico aplicado exerceu uma diferença na persistência do aroma em sua intensidade máxima. Resultados similares foram encontrados em estudo realizado com gosto amargo em vinhos, o qual demonstra que compostos amargos tem uma longa duração no paladar (SOKOLOWSKY; FISCHER, 2012). A Figura 3.12 representa a resposta para o extrato de cravo.

Pela análise de ANOVA na Figura 3.12, pode-se observar que as amostras de cravo não apresentaram diferença significativa em nenhum parâmetro da curva. Pode-se constatar que não houve falhas no treinamento, porém, o cravo por possuir efeito anestésico, atua na mucosa da boca, afetando o paladar, favorecendo com que a intensidade da amostra de cravo não seja permanente. Além disso, não houve discriminação entre as amostras com os diferentes tratamentos (AYOOLA *et al.*, 2008).

Figura 3.12: Análise de ANOVA – 2 WAY para amostras de cravo



Nota: I<sub>max</sub>: intensidade máxima; TI 5%: tempo de intensidade de 5% no início do teste, TD 5% tempo de intensidade de 5% no final do teste, TI 90%: tempo de intensidade de 90% no início do teste; TD 90%: tempo de intensidade 90% no final do teste, Plateau 90%: tempo onde a intensidade permanece acima de 90%.

### 3.3.3.3 Análise de tempo-intensidade para as amostras de cravo e cominho

Com os resultados da análise de tempo-intensidade, e sabendo que houve diferença significativa para o cominho e não houve para o cravo, avaliaram-se os parâmetros obtidos da análise TI. Para as amostras que obtiveram diferença significativa na ANOVA, foi realizado teste de diferença de médias pelo Teste de Fisher. Para a análise do extrato de cominho os resultados são apresentados na Tabela 3.8.

Tabela 3.8: Parâmetros de intensidade do extrato de cominho.

Amostra	I <sub>max</sub>	TI <sub>5%</sub>	TD <sub>5%</sub>	TI <sub>90%</sub>	TD <sub>90%</sub>	Plateau <sub>90%</sub>
1	7,37	0,35	3,91	4,01	10,34	6,61 <sup>a</sup>
2	6,67	0,54	3,84	4,26	8,66	5,12 <sup>b</sup>
3	6,54	0,27	3,81	3,88	7,64	4,49 <sup>b</sup>
4	7,18	0,58	3,80	3,87	9,81	6,73 <sup>a</sup>
5	6,83	0,54	3,72	4,24	8,94	6,42 <sup>ab</sup>

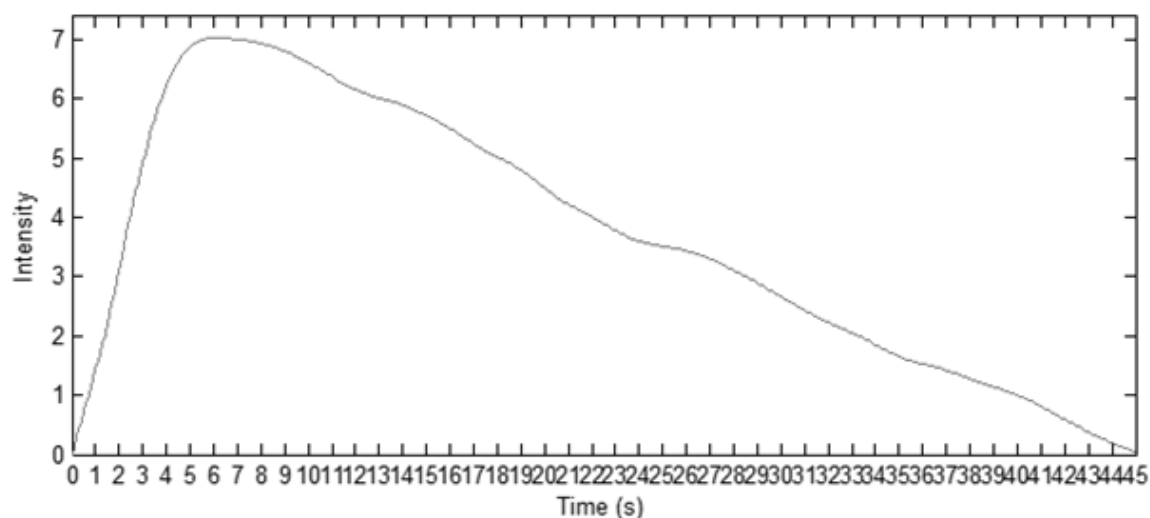
Nota: apenas para o parâmetro Plateau<sub>90%</sub> houve diferença significativa, com pvalor < 0,05; I<sub>max</sub>: intensidade máxima; TI 5%: tempo de intensidade de 5% no início do teste, TD 5% tempo de intensidade de 5% no final do teste, TI 90%: tempo de intensidade de 90% no início do teste; TD 90%: tempo de intensidade 90% no final do teste, Plateau 90%: tempo onde a intensidade permanece acima de 90%. Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa entre as amostras.

Avaliando a Tabela 3.8, observa-se que para o cominho, de todos os parâmetros que foram analisados, o único significativo foi o Plateau 90%. Esse resultado pode ser um indicativo da intensidade do aroma, ou seja, a persistência do aroma de cominho. As amostras 1 e 4 foram tratadas com a potência máxima de 90% (com tempo de 65 segundos e 15 segundos, respectivamente), e possuíram semelhança estatística, uma vez que para estes tratamentos houve a maior persistência aromática da especiaria tratada. Para os tratamentos 2 e 3 tratados em menor potência (10%) a persistência do aroma foi menor.

Para a amostra 5 é possível observar que ocorre uma persistência intermediária, coerente com o planejamento, onde essa amostra se enquadra no ponto central, com a potência a 50%. O que se pode ponderar é que a potência do micro-ondas utilizada nos tratamentos influencia na intensidade aromática, sendo que quanto maior a potência, maior será a duração da persistência aromática, já que os voláteis são liberados.

Por outro lado pode-se assumir que o tempo de exposição às micro-ondas não representa um parâmetro significativo para a alteração da intensidade do aroma. Na Figura 3.13 é apresentada a curva média de tempo-intensidade para a amostra de cominho.

Figura 3.13: Curva de tempo-intensidade para as amostras de cominho.



A intensidade máxima é representada no pico máximo da curva, e o tempo de 3 a 9 segundos representa o tempo de permanência da intensidade do aroma, que foi discutido anteriormente como sendo o Plateau 90%. O declínio da intensidade aromática não é constante, uma vez que por persistir no paladar o aroma do cominho, o tempo para que desapareça totalmente a intensidade é maior.

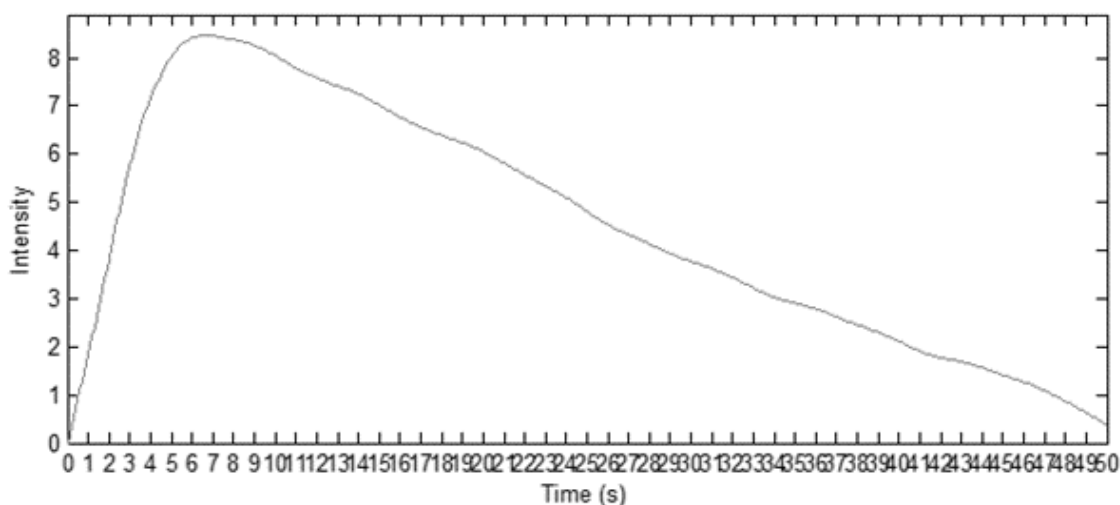
Para as amostras de cravo, os resultados são apresentados na Tabela 3.9. Pode-se observar que nenhum dos parâmetros avaliados foi significativo, ou seja, não foram encontradas diferenças entre as amostras em diferentes tempos e potências.

Tabela 3.9: Parâmetros de intensidade do extrato de cravo

Amostra	$I_{max}$	$TI_{5\%}$	$TD_{5\%}$	$TI_{90\%}$	$TD_{90\%}$	$Plateau_{90\%}$
1	7,81	0,21	40,72	3,54	9,65	5,90
2	8,82	0,22	44,21	2,86	9,82	6,46
3	8,43	0,21	47,14	2,52	9,37	6,81
4	8,44	0,22	46,93	3,53	9,91	6,58
5	8,43	0,31	44,85	3,11	9,12	6,09

O que pode ter ocorrido pode ser explicado pelas características do cravo, de ser uma especiaria de gosto e aroma forte, possuir efeito anestésico, relatado pelos avaliadores. Ainda que fosse realizada a lavagem do paladar entre as amostras com água e biscoitos de água e sal, o residual de uma amostra pode ter interferido nas outras, fazendo com que não fosse percebida diferença significativa entre as amostras para os avaliadores. O gráfico de TI para o cravo está representado na Figura 3.14.

Figura 3.14: Curva de tempo-intensidade para as amostras de cravo



Em suma, o tratamento térmico aplicado ao cravo não alterou sua qualidade sensorial, permanecendo a mesma após aquecimento. Em estudos de tempo intensidade, comumente encontram-se resultados que não diferem significativamente entre as amostras, indicando que os diferentes tratamentos empregados não alteram a composição sensorial do produto (RODRIGUES *et al.*, 2015).

### 3.4 CONCLUSÃO

Com o presente trabalho foi possível elucidar como as especiarias cravo e cominho têm suas estabilidades térmicas e características sensoriais modificadas após descontaminação térmica por micro-ondas.

Com base nos dados apresentados para a degradação térmica, foi possível concluir que a temperatura mínima para que ocorra uma liberação dos compostos aromáticos deve ser de 150 °C, ou seja, a temperatura que a amostra atinge no



tratamento por micro-ondas não é suficiente para que ocorram perdas de compostos voláteis.

A descontaminação por micro-ondas foi efetiva, reduzindo o número viável de unidades formadoras de colônias de mesófilos, bolores e leveduras, sendo que micro-organismos como *Salmonella* e *Coliformes totais* não foram encontrados nas amostras.

Para a análise sensorial tempo-intensidade foi necessário o treinamento de uma equipe, o qual foi efetivo, com erro baixo e boa repetibilidade. A análise indica que o aquecimento do cominho faz com que as qualidades aromáticas do mesmo sejam intensificadas. Para o cravo não foram encontrados parâmetros significativos de alteração sensorial após o aquecimento.

Por fim, pode-se concluir que o tratamento térmico por micro-ondas é efetivo para a descontaminação microbiológica, e pode ser utilizado com baixo custo por pequenos produtores, não alterando o sabor do cravo e intensificando o sabor do cominho.

## REFERÊNCIAS

APHA, A. P. H. A. Compendium of methods for the Microbiological Examination. ML Speak. **American Public Health Association**, Washington, 1997.

ASTM. Physical Requirement Guidelines for Sensory Evaluation Laboratories, **ASTM International**, 1986.

ASTM. Standard Guide for Time-Intensity Evaluation of Sensory Attributes 1. **ASTM International**, 2013.

AYOOLA, G. A. *et al.* Chemical analysis and antimicrobial activity of the essential oil of *Syzigium aromaticum* (clove). **African Journal of Microbiology Research**, v. 2, n. 7, p. 162-166, 2008.

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.

BEHERA, S.; NAGARAJAN, S.; JAGAN MOHAN RAO, L. Microwave heating and conventional roasting of cumin seeds (*Cuminum cyminum* L.) and effect on chemical composition of volatiles. **Food Chemistry**, v. 87, n. 1, p. 25–29, 2004.

CARRIÓN-PRIETO, P. *et al.* Vibrational analysis and thermal behavior of *salvia hispanica*, *nigella sativa* and *papaver somniferum* seeds. **Pharmacognosy Journal**, v. 9, n. 2, p. 157–162, 2017.

CHANDRASEKARAN, S.; RAMANATHAN, S.; BASAK, T. Microwave food processing—A review. **Food Research International**, v. 52, n. 1, p. 243-261, 2013.  
ELIASSON, L. *et al.* A comparative study of infrared and microwave heating for microbial decontamination of paprika powder. **Frontiers in Microbiology**, v. 6, n. 9, p. 1–8, 2015.

EL-SAYED, S. A.; EL-BAZ, A. A.; NOSEIR, E. H. Sesame and broad bean plant residue: thermogravimetric investigation and devolatilization kinetics analysis during the decomposition in an inert atmosphere. **Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering**, v. 40, n. 9, p. 439, 2018.

ETAIO, I. *et al.* Sensory quality control for food certification: A case study on wine. Panel training and qualification, method validation and monitoring. **Food Control**, v. 21, n. 4, p. 542–548, 2010.

GONZÁLEZ-RIVERA, J. *et al.* Coaxial microwave assisted hydrodistillation of essential oils from five different herbs (lavender, rosemary, sage, fennel seeds and clove buds): Chemical composition and thermal analysis. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v. 33, n. 2, p. 308–318, 2016.

ISO. Sensory analysis - General guidelines for the selection, training and monitoring of selected assessors and expert sensory assessors. **ISO 8586-1**, 2012.

KOZEMPEL, M. F. *et al.* Inactivation of Microorganisms with Microwaves at Reduced Temperatures. **Journal of Food Protection**, v. 61, n. 5, p. 582-585, 1998.

LOSÓ, V. *et al.* Comparison of the performance of a trained and an untrained sensory panel on sweetcorn varieties with the panelcheck software. **Applied Studies in Agribusiness and Commerce**, v. 2012, n. 1–2, p. 77–83, 2012.

MAGEED, M. A. *et al.* Effect of microwaves on essential oils of coriander and cumin seeds and on their antioxidant and antimicrobial activities. **Journal of Essential Oil Bearing Plants**, v. 15, n. 4, p. 614-627, 2012.

MEYNER, M. Panel and panelist agreement for product comparisons in studies of Temporal Dominance of Sensations. **Food Quality and Preference**, v. 22, n. 4, p. 365–370, 2011.

MEYNER, M. Temporal liking and CATA analysis of TDS data on flavored fresh cheese. **Food Quality and Preference**, v. 47, p. 101-108, 2016.

MEYNER, M.; CASTURA, J. C.; CARR, B. T. Existing and new approaches for the analysis of CATA data. **Food Quality and Preference**, v. 30, n. 2, p. 309–319, 2013.

MOHAMMED, N. K. *et al.* The Effects of Different Extraction Methods on Antioxidant Properties, Chemical Composition, and Thermal Behavior of Black Seed (*Nigella sativa* L.) Oil. **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, v. 2016, p. 1–10, 2016.

NUNES, C. A.; PINHEIRO, A. C. M. **SensoMaker: User guide**. Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2017. Disponível em: <[www.ufla.br/sensomaker](http://www.ufla.br/sensomaker)>. Acesso em: 04 de março de 2020.

PINHEIRO, A. C. M.; NUNES, C. A.; VIETORIS, V. SensoMaker: a tool for sensorial characterization of food products. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 37, n. 3, p. 199–201, 2013.

RAVI, R.; PRAKASH, M.; BHAT, K. K. Characterization of aroma active compounds of cumin (*Cuminum cyminum* L.) by GC-MS, e-Nose, and sensory techniques. **International Journal of Food Properties**, v. 16, n. 5, p. 1048-1058, 2013.

RODRIGUES, J. F. *et al.* Utilization of temporal dominance of sensations and time intensity methodology for development of low-sodium Mozzarella cheese using a mixture of salts. **Journal of Dairy Science**, v. 97, n. 8, p. 4733–4744, 2014.

SABBAH, R.; XU-WU, A.; CHICKOS, J. S.; LEITÃO, M. L. P.; ROUX, M. V.; TORRES, L. A. Reference materials for calorimetry and differential thermal analysis. **Thermochimica Acta**, v. 331, n. 2, p. 93-204, 1999.

SHENGA, E.; SINGH, R. P.; YADAV, A. S. Effect of pasteurization of shell egg on its quality characteristics under ambient storage. **Journal of Food Science and Technology**, v. 47, n. 4, p. 420-425, 2010.

TOMIC, O. *et al.* Visualization of sensory profiling data for performance monitoring. **LWT - Food Science and Technology**, v. 40, n. 2, p. 262–269, 2007.

VAN IMPE, J. *et al.* State of the art of nonthermal and thermal processing for inactivation of micro-organisms. **Journal of Applied Microbiology**, v. 125, n. 1, p. 16–35, 2018.

WORCH, T.; PIQUERAS-FISZMAN, B. Contributions to assess the reproducibility and the agreement of respondents in CATA tasks. **Food Quality and Preference**, v. 40, n. PA, p. 137–146, 2015.

ZAHID, M. A. *et al.* Effects of clove extract on oxidative stability and sensory attributes in cooked beef patties at refrigerated storage. **Meat Science**, v. 161, p. 107972, 2020.

ZIELINSKI, A. A. F. *et al.* 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.

## **CAPÍTULO IV: APLICAÇÃO DE ESPECIARIAS CRAVO E COMINHO EM QUEIJOS SEMIDUROS MATURADOS: AÇÃO NA MATURAÇÃO E AVALIAÇÃO SENSORIAL POR DOMINÂNCIA TEMPORAL DE SENSações**

### **RESUMO**

A aplicação de especiarias é um dos métodos utilizados para inovação no setor de queijos finos, e a aceitabilidade e perfil sensorial dos produtos melhora com sua utilização. Com base nessas informações, o objetivo deste trabalho foi estudar a aplicação de especiarias cravo e cominho em queijos semiduros. Utilizando planejamento experimental, foram aplicadas as especiarias previamente tratadas no queijo semiduro de 2,5 kg maturado por 60 dias. Para a caracterização foram aplicados métodos físico-químicos e sensoriais com consumidores e painel treinado, utilizando a análise de dominância temporal de sensações (TDS). Pode-se concluir que não houve modificação nos parâmetros físico-químicos e de maturação. Os queijos que foram adicionados de cravo e cominho, na proporção de 0,6% cada, tiveram alterações sensoriais positivas, melhorando a aceitabilidade e sendo percebida pelos consumidores. A análise de TDS contribuiu para a verificação de que a adição de cravo e cominho reduz aromas pouco desejáveis como gosto ácido e residual ácido, e sua adição é percebida a partir da concentração de 0,6%. Com isso pode-se concluir que a adição de especiarias não afeta a composição do queijo, porém melhora as características sensoriais, aumentando a aceitabilidade.

Palavras chave: aceitabilidade, características sensoriais, TDS, consumidores.

### **ABSTRACT**

The application of spices is one of the methods used for innovation in the fine cheese sector, proving that the acceptability of the products improves with their use. Based on this information, the objective of this work was to study the application of clove and cumin spices in semi-hard cheeses. Using experimental planning, the previously treated spices were applied to the 2.5 kg semi-hard cheese matured for 60 days. For the characterization, physical-chemical and sensory methods were applied with consumers and trained panel using the temporal sensation dominance analysis (TDS). It can be concluded that there was no change in the physical-chemical and maturation parameters. The cheeses that were added with cloves and cumin, in the proportion of 0.6% each, had positive sensory changes, improving acceptability and being perceived by consumers. The analysis of TDS contributed to the verification that the addition of cloves and cumin reduces undesirable aromas such as acidic and acidic aftertaste, and its addition is noticed from the concentration of 0.6%. With this it can be concluded that the addition of spices does not affect the composition of the cheese, but improves the sensory characteristics, increasing the acceptability.

Keywords: acceptability, sensory characteristics, TDS, consumers.

#### 4.1 INTRODUÇÃO

Os queijos semiduros estão entre os queijos mais consumidos no mundo, eles fazem parte da alimentação diária de uma grande parte da população, tendo uma boa aceitabilidade por parte dos consumidores (MARINHO *et al.*, 2015).

A fim de melhorar as características sensoriais desse tipo de produto e aumentar os nichos de mercado disponíveis, especiarias podem ser adicionadas, melhorando assim a aceitabilidade dessa classe de queijo (HAYALOGLU; FARK, 2011). Na Holanda, comumente encontra-se um queijo típico chamado *Kanterkaas*, um queijo adicionado de cravo e cominho, herança vinda da colonização holandesa nos países asiáticos como Indonésia (DUSTERHOFT *et al.*, 2017).

O uso dessas especiarias ainda é pouco difundido no Brasil, sendo, portanto, uma boa alternativa para pequenos produtores a fim de aumentar a renda e diversificação de seus produtos. Para compreender melhor como essas especiarias afetam tanto a qualidade quanto os aspectos sensoriais do produto, um planejamento de experimentos se faz fundamental nessa elucidação (BA *et al.*, 2007).

O planejamento de experimentos é uma ferramenta capaz de alterar a proporção de determinadas variáveis, em níveis diferentes, gerando um gráfico denominado superfície de resposta, para parâmetros físico químicos e instrumentais, onde podem ser encontradas respostas indicativas de quais efeitos essas variáveis exercem sobre o produto (BA *et al.*, 2007).

Além de parâmetros físico químicos, podem ainda ser adicionados a resolução do experimento, análises sensoriais realizadas com consumidores, indicando a melhor aceitabilidade do produto adicionado de especiarias. As análises com consumidores vêm se tornando ferramentas fundamentais para a compreensão do posicionamento de novos produtos no mercado, indicando nichos diferenciados e ajustes que devem ser realizados nas formulações (ARES *et al.*, 2011).

Uma das análises comumente utilizadas é o CATA (*Check all that apply*), que concomitantemente com análise de aceitabilidade por escala hedônica e teste de penalidades pela escala do ideal, consegue explicar como o produto se comporta frente aos consumidores (ARES; JAEGER, 2013).

Além disso, os dados de aceitabilidade podem ser explorados em análises de segmentação de classes e mapas de preferência, auxiliando ainda mais na compreensão do perfil do consumidor (DRAKE *et al.*, 2009).

Para caracterização dos produtos, novos métodos estão sendo utilizados em substituição do perfil sensorial, que demanda tempo e possui custo elevado. Testes dinâmicos são empregados, com grande sucesso em avaliar o perfil sensorial de produtos (DIJKSTERHUIS; PIGGOTT, 2000).

Dentre esses métodos, a Dominância Temporal de Sensações, do inglês *Temporal Dominance of Sensations* (TDS), vem sendo empregado para avaliar diversos atributos simultaneamente, verificando quais destes dominam o paladar e competem entre si, auxiliando assim na determinação do perfil sensorial ao longo de um tempo no paladar, portanto denominados, dinâmicos (DINELLA *et al.*, 2013).

Assim, o objetivo deste trabalho foi adicionar especiarias cravo e cominho em queijos semiduros maturados por 60 dias, utilizando um planejamento de experimentos e avaliando dados físico-químicos, de maturação e instrumentais de textura, além da caracterização sensorial pelos métodos CATA e TDS.

## 4.2 MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.2.1. Materiais

O leite foi obtido de vacas da raça holandesa da Fazenda Escola Capão da Onça (FESCON) da UEPG situada ao km 07 (25°05'42''S 50°09'43'' O) da estrada de acesso ao distrito de Itaiacoca, Ponta Grossa, Paraná, Brasil. As especiarias foram obtidas no comércio local em pacotes de 1 kg em pó (Konsumo, São Paulo, Brasil). Todos os reagentes utilizados nas análises foram de grau analítico.

### 4.2.2 Fabricação do Queijo com Especiarias

O queijo foi fabricado nas instalações da Escola Tecnológica de Leite e Queijos dos Campos Gerais (ETLQueijos) do Departamento de Engenharia de Alimentos (DEA) da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG).

Para a produção do queijo foi utilizada cultura láctica liofilizada do tipo LD contendo *Lactococcus lactis*, *Lactococcus lactis* subsp. *Lactics* biovar *Diacetylactis*, *Leuconostoc* sp. (Lyofast, M030 N, Sacco, São Paulo, Brasil).

Os equipamentos utilizados, fabricados em aço inox 304. Os tanques encamisados (125 L) passaram por limpeza superficial utilizando detergente neutro e

sanitização com uso de solução de hipoclorito de sódio 200 mg/L. As paredes e piso da planta foram lavadas antes do início da produção e após com detergente neutro.

O leite, proveniente da primeira ordenha, foi tratado termicamente em tanque encamisado (capacidade 100 L, MecMilk®, Pompéia, Brasil) a 60 °C por 30 minutos, após foi resfriado com circulação de água até 32 °C.

Após a temperatura de 32 °C ser alcançada, foi adicionada cultura starter liofilizada previamente diluída, na contagem de 5 DCU/L, com mexedura de 5 minutos para completa diluição. A unidade DCU (*Danisco Counting Units*) é uma unidade utilizada para determinar a viabilidade das células, indicando a quantidade exata para cada *blend* de culturas utilizadas, não necessariamente indica a quantidade em gramas que devem ser utilizadas.

Após a adição e dissolução da cultura foram adicionados 0,4 mL/L de cloreto de cálcio 50% (Coalhopar®). Assim que completados 45 minutos da adição da cultura, (pH abaixo de 6,5), 0,016 g/L de coalho em pó (HA-LA 2154 IMCU, Chr. Hansen) diluído em 50 mL de água deionizada foi acrescentado ao leite.

Ocorrida a coagulação e formação do gel, (pH 6,4, 35 min), foi realizado o corte em cubos de 1 cm de aresta com utilização de liras, e a massa foi mexida lentamente, a fim de não danificar o coagulado. Após 15 minutos de mexedura, 1/3 do volume inicial foi retirado em soro e procedeu-se o aquecimento que foi realizado por adição de água (35 L) a temperatura de 55 °C até a massa atingir a temperatura de 36 °C. A massa foi agitada por 20 minutos, até atingir o ponto, caracterizado por cubos firmes ao toque, que ao serem comprimidos nas mãos mantêm o formato, porém com grãos separados. O soro foi drenado completamente, a massa foi salgada com adição de 300 g de sal por 100L de leite.

Nesse estágio a massa foi dividida em 5 partes iguais, as quais foram adicionadas de especiarias conforme planejamento experimental demonstrado na Tabela 4.1. As quantidades de cravo e cominho foram definidas em experimentos preliminares.



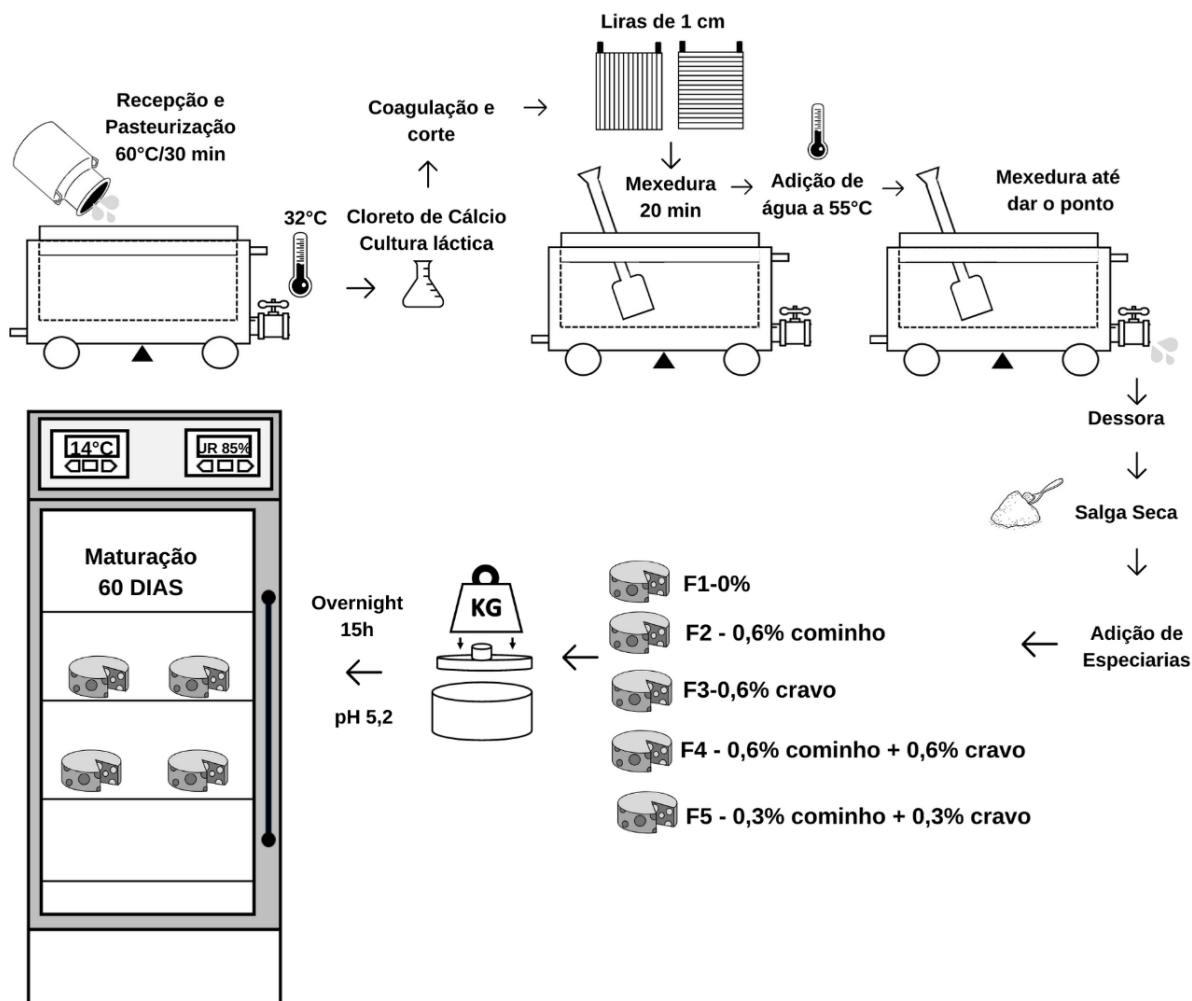
Tabela 4.1: Planejamento Experimental 2<sup>2</sup> para adição de especiarias cravo e cominho em queijo semiduro.

Formulações	Fator A (Cravo)	Fator B (Cominho)	Cravo (%)	Cominho (%)
F1	-1	-1	0	0
F2	-1	1	0	0,6
F3	1	-1	0,6	0
F4	1	1	0,6	0,6
F5	0	0	0,3	0,3

Para a adição, as especiarias foram tratadas termicamente em micro-ondas por 65 s na potência de 810 W (Consul Facilite, 25L, 900W, São Paulo, Brasil), para a descontaminação microbiológica. Logo após o tratamento, as especiarias foram polvilhadas sobre a massa (34 °C) e misturadas até que se observasse uma homogeneização da mesma. Após o processo de mistura, a massa foi transferida para as formas de polipropileno do tamanho G (RMFT-1000, Jandaplast®) com dessorador e prensadas por 2 horas, com viragens a cada 30 minutos, em prensa de ar comprimido, utilizando 1 kg/kg de queijo. O fluxograma de fabricação dos queijos adicionados de especiarias pode ser observado na Figura 4.1.

Após o tempo de prensagem, os queijos foram deixados em *overnight* para que ocorresse a acidificação até atingir o pH de 5,4, em aproximadamente 15 horas. Passado esse período, os queijos foram acondicionados em câmara de maturação, com sensores automatizados (sensor modelo N322RHT, NOVUS®), com umidade relativa de 85% e temperatura de 14 °C por 60 dias e virados a cada dois dias. A câmara possuía luz ultravioleta, para evitar o desenvolvimento de fungos na superfície.

Figura 4.1: Fluxograma de fabricação de queijo adicionado de especiarias



Fonte: o autor

Ao completar o tempo de maturação, os queijos foram retirados da câmara, e fracionados para a avaliação sensorial e de textura, e o restante foi moído e congelado para posteriores análises físico-químicas.

#### 4.2.3 Análises Físico-Químicas

##### 4.2.3.1 Análises de composição proximal

Os queijos foram analisados aos 60 dias de maturação quanto aos parâmetros de extrato seco total por gravimetria (AOAC, 2016), gordura por butirômetro de Gerber especial para queijo (AOAC, 2016), proteína bruta pelo método de micro-Kjedahl com

fator de conversão de 6,36 (AOAC, 2016) e cinzas por incineração em mufla a 550 °C por 8 horas (AOAC, 2016).

#### 4.2.3.2 Análises de índices de maturação

A maturação dos queijos foi avaliada por meio de três índices: índice de maturação por teor de tirosina pelo método descrito por Vakaleris e Prince (VAKALERIS; PRICE, 1959); índice de extensão de maturação pelo método de quantificação de nitrogênio solúvel em pH 4,6; e índice de profundidade de maturação por meio de nitrogênio solúvel em ácido tricloroacético (TCA) 12%, ambos métodos descritos pela AOAC (AOAC, 2016).

#### 4.2.3.3 Análise de perfil de textura

O perfil de textura foi analisado utilizando texturômetro modelo *TA.XTPlus Texture Analyser* (Stable Micro Systems, UK). As amostras foram preparadas cortando-as em cilindros de 15 mm de diâmetro por 15 mm de altura. Foram realizados seis ensaios para cada amostra, utilizando probe cilíndrico de alumínio P36R (36 mm de diâmetro), com compressão dupla de 30% da altura inicial da amostra, velocidade do teste de 0,8 mm/s, à temperatura de 20 °C. Foram considerados os parâmetros dureza (N), adesividade (N.s), elasticidade, coesividade, mastigabilidade (N) e resiliência (MARINHO *et al.*, 2015).

#### 4.2.4 Análises Sensoriais

##### 4.2.4.1 Condições dos testes

Todos os testes sensoriais foram realizados em cabines insonorizadas, inodoras, climatizadas e com luz branca, para que os avaliadores pudessem observar a distribuição das especiarias nos queijos.

Foram servidas amostras em cubos de 1,5 cm de aresta (15 g) em copos de plástico de 50 mL, numerados com 3 dígitos aleatórios. Em todos os testes, tanto com consumidores quanto para os TDS, as amostras foram entregues de maneira aleatória, a fim de evitar erros pelos avaliadores.

Os dados dos consumidores foram coletados em ficha de avaliação sensorial, elaborada pelos integrantes da equipe sensorial e desenvolvedores dos produtos. A ficha encontra-se no ANEXO F. Para o TDS os dados foram coletados em software específico (SensoMaker).

Noventa consumidores participaram da avaliação sensorial, e 9 avaliadores treinados participaram do teste TDS, os quais assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), concordando em participar da análise e permitindo o uso das informações cedidas. As análises foram realizadas após aprovação pelo Comitê de Ética e Pesquisa (n° 1.941.390).

#### 4.2.4.2 Análise com consumidores

A análise sensorial com consumidores permite o uso concomitante de diferentes análises, que auxiliam o avaliador a entender melhor o produto. A ficha de avaliação encontra-se no ANEXO G. Dentre as análises mais utilizadas estão a avaliação de aceitabilidade de um produto e a avaliação utilizando a escala do ideal (VARELA; ARES, 2012).

A análise de aceitabilidade foi realizada utilizando-se de escala hedônica de nove pontos, onde a nota 9 equivalia ao termo gostei extremamente e a nota 1 ao termo desgostei extremamente. Foi solicitado aos consumidores avaliar a aceitabilidade do produto, e por meio da escala do ideal (JAR) avaliar os queijos quanto a quantidade de sal, acidez, maciez e condimentos (JAEGER *et al.*, 2015).

Para a avaliação CATA, os atributos selecionados pelos desenvolvedores do projeto foram: cor amarela escuro, cremoso, opaco, gorduroso, salgado, amargo, macio, sabor residual amargo, baixa qualidade, alta qualidade, brilhante, odor iogurte, odor manteiga, ácido, farelento, cor amarela claro, sabor de creme.

#### 4.2.4.3 Mapa de preferência

Os dados obtidos da análise de aceitabilidade foram aplicados em mapa de preferência interno, o qual de maneira gráfica demonstra o comportamento dos consumidores com relação aos produtos. A utilização de mapas de preferência interno são úteis pois comparam um determinado número de produtos avaliados por consumidores, utilizando notas hedônicas para aceitabilidade (HEIN *et al.*, 2018).

Para a confecção do mapa de preferência, que consiste em uma ACP, foi elaborada uma matriz de covariância, considerando as amostras como variáveis e os consumidores como objetos, utilizando o software XLStat 2015 (MURRAY; DELAHUNTY, 2000).

#### 4.2.4.4 Análise de perfil de classes

Para avaliar se os consumidores se segmentam em classes, foi aplicada a Análise Hierárquica Aglomerativa (AHA), a qual envolve a classificação não supervisionada dos dados que se comportam de forma semelhante ou com características semelhantes (ZIELINSKI *et al.*, 2014). A proximidade dos objetos em um espaço definido pelas variáveis reflete a similaridade de suas propriedades. O método demonstra na forma de um gráfico 2D (dendrograma) as correlações entre as variáveis.

Em análise sensorial, AHA é utilizada para segmentar consumidores baseados em sua preferência. Os segmentos foram comparados utilizando análise de variância fator único (1-ANOVA) e testes de diferença de médias de Fisher a fim de diferenciar o comportamento das classes de consumidores (ZIELINSKI *et al.*, 2014).

#### 4.2.4.5 Dominância temporal de sensações (TDS)

A análise de Dominância Temporal de Sensações (*Temporal Dominance of Sensations -TDS*) consiste em uma apresentação de uma lista de atributos a avaliadores treinados, que simultaneamente avaliam todos os atributos que se apresentam na amostra em um determinado tempo (RODRIGUES *et al.*, 2018).

Para isso são utilizados softwares, tanto para a coleta de dados quanto para a avaliação dos mesmos, sendo o SensoMaker amplamente utilizado pois permite além da coleta a posterior avaliação dos dados (PINHEIRO *et al.*, 2013).

- Seleção e Treinamento do Painel de Avaliadores

A seleção dos avaliadores foi feita com base em testes realizados para a seleção da análise Tempo-Intensidade, pois os métodos são semelhantes e a familiarização com as amostras auxilia na performance dos avaliadores (ASTM, 2013).

Não existem estudos que indiquem o número ideal de avaliadores para participarem do teste de TDS, sendo que o que difere na análise é o treinamento realizado previamente, onde os avaliadores devem reconhecer os atributos e discriminá-los efetivamente entre as amostras (DI MONACO *et al.*, 2014).

Para isso, duas amostras aleatórias dos queijos que seriam avaliados foram apresentadas aos avaliadores em uma mesa redonda, e uma discussão guiada pelo líder do painel foi conduzida. Nessa discussão, os avaliadores propuseram todos atributos que poderiam sentir nas amostras. Em seguida todos os atributos foram agrupados, e em discussão coletiva, foram definidos os atributos que melhor caracterizavam as amostras. Não foram incluídos atributos de textura, já que foi definido pelos avaliadores que esses não apresentavam diferença entre as amostras, pois tinham o mesmo tempo de maturação (PINEAU *et al.*, 2012).

Após os atributos definidos, em outra sessão, os avaliadores foram introduzidos na utilização do software. Os atributos eram dispostos na tela, e à medida que passava o tempo, os avaliadores deveriam clicar no atributo que sentiam dominar o paladar. Nesse momento, apenas uma amostra aleatória do queijo contendo especiarias foi utilizada, e foram realizadas 3 replicatas. Caso o avaliador sentisse dificuldades em perceber algum atributo, ou com a utilização do software, novos testes eram realizados (DI MONACO *et al.*, 2014).

- Protocolo de Teste TDS

O teste foi realizado utilizando o software Sensomaker. As amostras foram dispostas em copos plásticos de 50 mL, cortadas em cubos de 2 cm de aresta (15 g).

Os avaliadores foram orientados a colocar a amostra na boca, e apertar o botão “*start*” na tela do software. Nesse momento uma contagem regressiva de 3 segundos era iniciada, e ao atingir o tempo zero eram indicados a mastigar a amostra e avaliarem de acordo com os atributos dispostos na tela, os quais deveriam ser marcados no momento que fossem percebidos.

A avaliação continua até o momento em que nenhum atributo é percebido, incluindo os residuais. Ao finalizar, o botão “*stop*” deveria ser pressionado, e automaticamente os dados coletados eram salvos no diretório apropriado (PINHEIRO *et al.*, 2013).

#### 4.2.5 Análise Estatística

##### 4.2.5.1 Dados físico-químicos

Os dados das análises físico-químicas foram apresentados como média  $\pm$  desvio padrão (SD) e foram submetidos à análise de homogeneidade de variância Brown-Forsythe, e se considerados homogêneos foram submetidos à Análise de Variância fator único (1-ANOVA), a fim de estabelecer diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre as amostras. Depois disso, os dados foram submetidos a teste de diferença mínima significativa de Tukey, indicando quais amostras apresentam diferenças entre si (ZIELINSKI *et al.*, 2014).

##### 4.2.5.2 Dados sensoriais

Na avaliação com consumidores, os dados extraídos da análise de aceitabilidade foram avaliados através de Análise Hierárquica Aglomerativa (AHA), a fim de separar os consumidores em classes, e analisar diferenças entre os perfis das classes através de ANOVA e teste de diferença de médias de Fischer (ZIELINSKI *et al.*, 2014).

Os dados hedônicos obtidos foram utilizados para a confecção de um mapa de preferência interno, que consiste em uma Análise de Componentes Principais (ACP) que utiliza a matriz de covariância, considerando as amostras como variáveis e os consumidores como objetos, utilizando o software XLStat 2015 (DRAKE *et al.*, 2009).

Os dados obtidos da escala JAR foram tratados através de análise de penalidades (XLStat 2015), da qual se extraiu o quanto, a falta ou excesso de determinado atributo penaliza o escore hedônico por se afastar do ideal. O cálculo com os resultados de cada consumidor foi realizado comparando-se os dados obtidos da escala do ideal com o escore hedônico. Apenas atributos com frequência maior que 20% foram analisados estatisticamente. Atributos com  $p < 0,05$  foram considerados significativos na penalização do escore hedônico (PLAHEN, 2014).

Os dados do CATA foram analisados primeiramente através de análise de correspondência, onde somente atributos com frequências maiores que 20% foram considerados. Para verificar quais os atributos se correlacionam melhor com cada amostra, os dados foram submetidos ao teste Q de Cochran, que por meio de

estatística não paramétrica, avalia dados de contingência, apresentando as diferenças significativas entre atributos, com  $p < 0,05$ . Através do gráfico da Análise de Correspondência (AC), foi possível caracterizar cada amostra com base nos dados obtidos dos consumidores (MEYNER *et al.*, 2013).

### 4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 4.3.1 Análises Físico-Químicas

O queijo LD aos 60 dias de maturação, tamanho G adicionado de 0,6% de cravo e 0,6% de cominho é apresentado na Figura 4.2. Pode-se observar uma distribuição homogênea das especiarias em toda a massa dos queijos.

Figura 4.2: Queijo LDG60 adicionado de especiarias cravo (0,6%) e cominho (0,6%)



Fonte: o autor

Os resultados obtidos das análises físico-químicas são apresentados na Tabela 4.2. Analisando os dados pode-se observar que os parâmetros extrato seco total, cinzas, gordura, proteína, IM, IEP e IPP não possuem diferença significativa entre as amostras.

Com relação aos índices de maturação, não houve diferença entre as amostras. Os índices são indicativos da degradação da alfa-caseína em peptídeos. Esse processo segue três etapas, sendo a primeira a quebra da caseína pelo coagulante, a segunda a quebra da caseína pelo coagulante e enzimas endógenas do leite em peptídeos menores e a terceira etapa é a hidrólise em aminoácidos pelas enzimas das bactérias lácticas (FOX *et al.*, 2017). A fração proveniente do coagulante IEP não apresentou diferença significativa entre as amostras. A última fração de



aminoácidos livres é contabilizada no índice IPP, o qual não apresentou diferença significativa.

Sendo assim assume-se que a adição de cravo e cominho não inibiu a ação das proteólises das bactérias lácticas. Em estudos realizados em queijos brancos adicionados de diferentes especiarias, foi observado um comportamento semelhante. Para queijos adicionados de pimenta vermelha, não houve aumento na proteólise, concluindo-se que essa especiaria não afeta esse parâmetro e queijos adicionados de cominho negro não tiveram diferença estatística se comparados ao controle (TARAKÇI; DEVECI, 2019).

Avaliando esses resultados pode-se assumir que o cravo, ainda que adicionado em pequena quantidade, por ter uma ação inibitória maior de diferentes bactérias e fungos, pode ter influenciado na ação das proteases microbianas (AYOOLA *et al.*, 2008; OMIDBEYGI *et al.*, 2007; SHAN *et al.*, 2010).

Os resultados de IM não diferiram estatisticamente, porém, dados semelhantes foram apresentados em pesquisas com ervas adicionadas a queijos, sendo que valores menores de nitrogênio não proteico foram encontrados (HAYALOGLU; KARABULUT, 2013; TUNCTURK *et al.*, 2008).

Tabela 4.2: Resultados das análises físico-químicas para queijos semiduros LDG60 adicionados de cravo e cominho.

	F1	F2	F3	F4	F5	pvalor
Extrato Seco (g/100g)	67,28±1,67	65,81±0,30	66,50±2,68	65,35±1,10	65,79±0,62	0,581
Cinzas (g/100g)	3,68±0,03	3,63±0,02	3,68±0,11	3,66±0,03	3,69±0,02	0,052
Gordura (g/100g)	33,50±1,52	34,50±2,00	34,00±1,00	34,66±1,52	34,00±1,00	0,895
Proteína (g/100g)	24,08±1,06	26,07±0,96	26,51±0,85	25,15±1,04	26,19±0,54	0,051
IEP (mg/100g)	5,07±0,66	4,25±0,19	4,79±0,27	4,63±0,35	4,73±0,22	0,074
IPP (mg/100g)	3,08±0,41	2,60±0,38	3,15±0,53	3,14±0,85	2,95±0,08	0,682
IM	70,18±2,21	63,11±3,03	63,54±4,51	66,13±2,98	64,48±2,50	0,048

Nota: Não houve diferença significativa entre as amostras considerando  $p \leq 0,05$  (Tukey). F1: controle; F2: 0,6% cominho; F3: 0,6% cravo; F4: 0,6% cravo e 0,6% cominho; F5: 0,3% cravo e 0,3% cominho

Avaliando os resultados de textura, apresentados na Tabela 4.3, pode-se observar que não foram encontradas diferenças significativas para nenhum parâmetro. Como as especiarias se encontram na forma de pó, não afetam a estrutura do queijo, portanto não alterando a textura dos produtos.

Tabela 4.3: Resultados de Análise de Perfil de Textura (TPA) para queijos semiduros LDG60 adicionados de cravo e cominho.

Parâmetros de textura	F1	F2	F3	F4	F5	pvalor
Dureza (N)	12,87±1,87	13,10±4,22	14,71±4,70	13,04±3,16	14,18±3,46	0,957
Adesividade (N.s)	-4,73±2,00	-5,31±1,36	-2,77±1,46	-4,72±4,81	-7,04±3,01	0,514
Elasticidade	0,86±0,02	0,85±0,03	0,83±0,02	0,84±0,01	0,84±0,02	0,701
Coesividade	0,77±0,02	0,78±0,14	0,78±0,01	0,78±0,01	0,78±0,01	0,897
Mastigabilidade (N)	9,23±1,38	8,66±3,26	10,15±2,49	8,82±1,77	9,26±1,76	0,932
Resiliência	0,34±0,01	0,35±0,01	0,36±0,01	0,35±0,01	0,35±0,01	0,059

Nota: não houve diferença significativa entre as amostras considerando  $p \leq 0,05$  (Tukey). F1: controle; F2: 0,6% cominho; F3:0,6%cravo; F4:0,6% cravo e 0,6% cominho; F5: 0,3% cravo e 0,3% cominho

Em estudo realizado com queijos adicionados de ervas, a textura obteve diferença significativa apenas entre os tempos de maturação, não sendo as ervas um indicativo de modificação de textura (AGBOOLA; RADOVANOVIC-TESIC; LILLYWHITE, 2004).

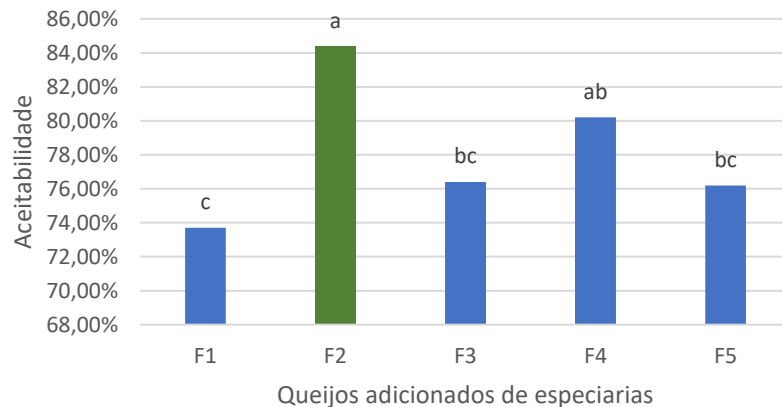
#### 4.3.2 Análises Sensoriais

##### 4.3.2.1 Aceitabilidade e mapa de preferência

Os resultados de aceitabilidade para cada amostra são apresentados na Figura 4.3. Analisando os dados percebe-se que a melhor aceitabilidade foi para a formulação F2 contendo somente 0,6% de cominho seguido da formulação F4 contendo 0,6% de cravo e 0,6% de cominho.

Observa-se que a amostra F1 obteve a menor aceitabilidade, desse modo pode-se dizer que a adição de especiarias melhora a aceitabilidade de queijos. Em geral, queijos maturados adicionados de especiarias possuem valores altos de aceitabilidade, na faixa de 75 a 80% (TARAKÇI; DEVECI, 2019).

Figura 4.3: Análise de aceitabilidade para amostras de queijo semiduro LDG60 adicionadas de cravo e cominho.

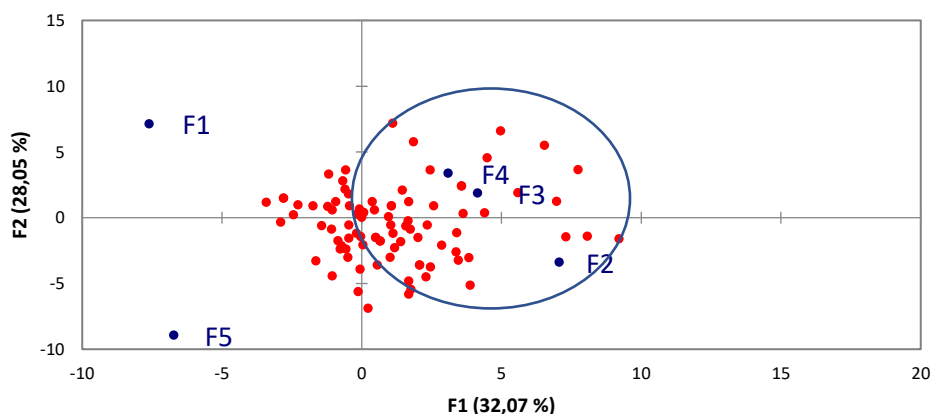


Nota: <sup>abc</sup>Letras diferentes indicam diferença significativa considerando  $p < 0,05$  (Tukey). F1: controle; F2: 0,6% cominho; F3: 0,6% cravo; F4: 0,6% cravo e 0,6% cominho; F5: 0,3% cravo e 0,3% cominho

Os dados hedônicos foram utilizados para a montagem do mapa de preferência, um ACP que utiliza a matriz de covariância, considerando as amostras como variáveis e os consumidores como objetos; o mapa explica 60,12% dos dados (Figura 4.4).

No mapa os pontos em vermelho indicam os avaliadores, e a proximidade dos mesmos com as amostras indica a preferência pelas amostras F2, F3 e F4, comprovando os resultados e facilitando a visualização do comportamento dos avaliadores frente a essas amostras. As amostras F1 e F5 não obtiveram notas altas na avaliação de aceitabilidade e, portanto, não concentram avaliadores próximos a elas.

Figura 4.4: Mapa de preferência de amostras de queijo semiduro adicionados de cravo e cominho



Nota: F1: controle; F2: 0,6% cominho; F3: 0,6% cravo; F4: 0,6% cravo e 0,6% cominho; F5: 0,3% cravo e 0,3% cominho.

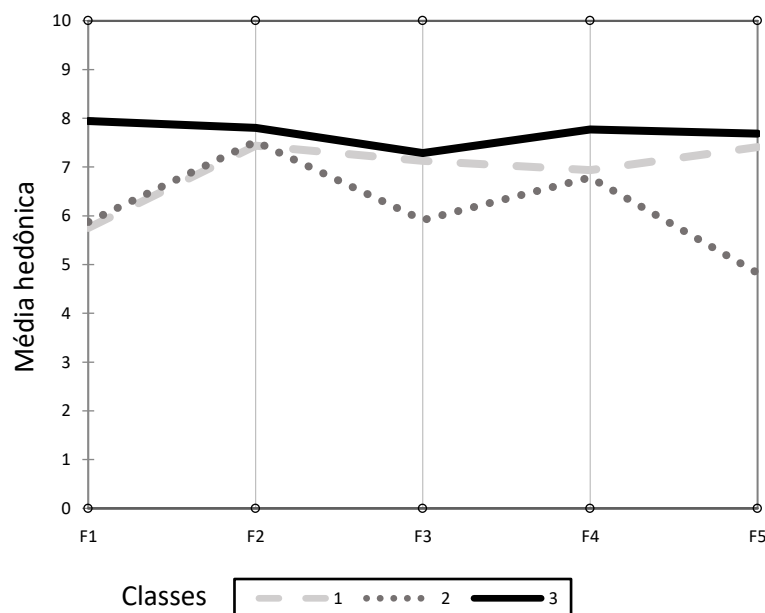
Resultado semelhante demonstrou preferência pelos consumidores em queijos comerciais com maturação elevada, os quais desenvolvem perfil aromático mais definido, com aromas de manteiga, nozes e frutado, sendo esses preferidos por 40% dos consumidores (BÁRCENAS *et al.*, 2001).

#### 4.3.2.2 Análise de perfil de classes

Para verificar nichos entre os avaliadores e avaliar as notas dos mesmos, foi aplicado o teste de Análise Hierárquica Aglomerativa (AHA) e com base nos resultados os avaliadores foram separados em classes conforme as notas que deram aos produtos. Os resultados são demonstrados na Figura 4.5.

A partir da análise do dendrograma, considerando grupos relativamente homogêneos, os avaliadores ficaram divididos em 3 classes distintas: a classe 1, composta por 32 avaliadores, dá notas baixas para os queijos F1 e notas médias para os queijos F3, F4 e F5; a classe 2 composta por 23 avaliadores dá notas baixas para os queijos F1, F3 e F5 e notas médias para os queijos F2 e F4. Esse fato explica o porquê, no mapa de preferência, a amostra F5 ter ficado deslocada das demais. E por fim a classe 3 composta por 35 avaliadores, que dá notas altas para todas as amostras. Os resultados das médias de aceitabilidade são apresentados na Tabela 4.4. A segmentação está intimamente relacionada com atributos sensoriais desejáveis, e expressa a opinião de uma classe de consumidores (CARBONELL *et al.*, 2008).

Figura 4.5: Perfil de classes de queijos semiduros adicionados de cravo e cominho



Nota: F1: controle; F2: 0,6% cominho; F3: 0,6% cravo; F4: 0,6% cravo e 0,6% cominho; F5: 0,3% cravo e 0,3% cominho.

Analisando os resultados percebe-se que a amostra F2 foi a única que não obteve diferença significativa entre as classes, sendo bem avaliada por todas. As amostras F3 e F5, que obtiveram maior aceitabilidade, são avaliadas dessa forma pelos avaliadores das classes 1 e 3, ou seja, as avaliações baixas da classe 2 não foram suficientes para reduzir a nota geral desse produto. Não existem trabalhos que realizem a segmentação de consumidores com queijos, porém, em análise de segmentação em leite, duas classes foram identificadas, sendo que a divisão pode ser com relação ao sabor ou textura (PALACIOS *et al.*, 2009).

Tabela 4.4: Resultados por classes do teste de aceitabilidade de queijos semiduros adicionados de cravo e cominho

Amostra	Classe 1	Classe 2	Classe 3	pValor
F1	5,75 <sup>b</sup>	5,86 <sup>b</sup>	7,94 <sup>a</sup>	0,001
F2	7,43	7,52	7,80	0,201
F3	7,12 <sup>a</sup>	5,91 <sup>b</sup>	7,28 <sup>a</sup>	0,001
F4	6,93 <sup>b</sup>	6,78 <sup>b</sup>	7,77 <sup>a</sup>	0,005
F5	7,40 <sup>a</sup>	4,82 <sup>b</sup>	7,68 <sup>a</sup>	0,001

Nota: <sup>abc</sup>Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa entre as classes considerando  $p \leq 0,05$ .

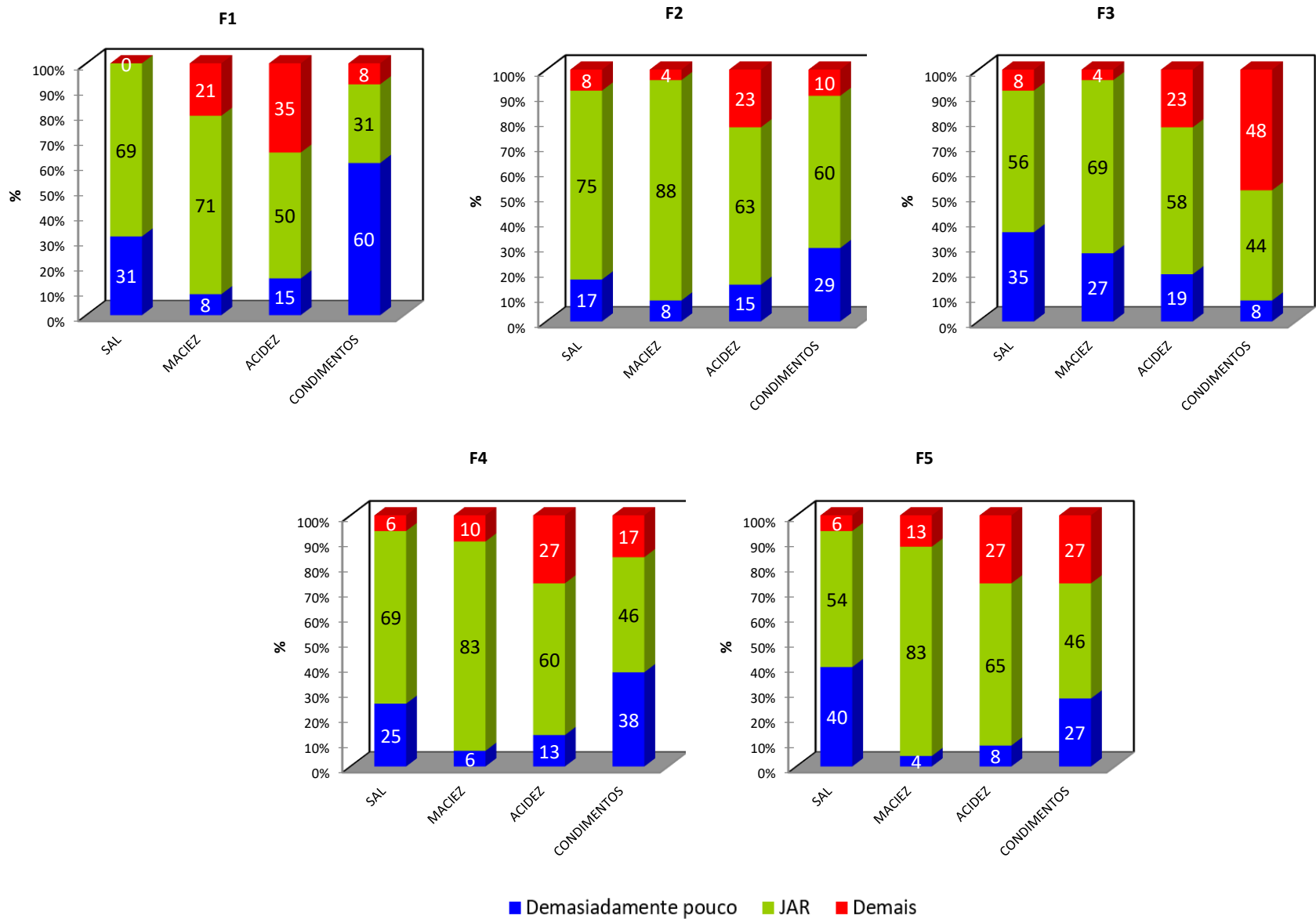
#### 4.3.2.3 Análise de penalidades

Na Figura 4.6 são apresentados os resultados para a análise de penalidades realizada a partir da escala do ideal. Analisando o gráfico para a formulação F1, que não foi adicionada de especiarias e considerando apenas atributos com frequência maior que 20%, percebe-se que os atributos sal, maciez e acidez estão em sua maior parte dentro do ideal. Apenas 31% dos avaliadores avaliam a falta de sal como fora do ideal o que penaliza a nota hedônica em 0,89. Para os atributos maciez e acidez, 21% e 35% dos avaliadores acreditam estar fora do ideal, o que respectivamente penaliza a nota hedônica em 0,04 e 1,04. A falta de condimentos afeta a formulação F1, penalizando a nota hedônica em 0,48 pontos.

A formulação F2 se encontra quase em sua totalidade dentro do ideal com apenas 23% dos avaliadores avaliando o produto como muito ácido e 29% avaliando como pouco condimentado. Com isso tem-se uma penalização muito baixa da nota hedônica de 0,39 e 0,36 pontos respectivamente, ou seja, esse produto não necessita de ajuste para nenhum atributo.

A formulação F3, contendo cravo, possui avaliação de sal e maciez para abaixo do ideal, sendo que essas avaliações penalizam a média hedônica em 0,39 e 0,07 pontos. Os outros dois atributos, acidez e condimentos estão acima do ideal, penalizando a amostra pelo excesso, em 0,07 e 0,89 pontos respectivamente.

Figura 4.6: Resultados de análise de penalidades para a escala do ideal de queijos semiduros adicionados de cravo e cominho.



A amostra F4 foi avaliada com os atributos sal e condimentos como abaixo do ideal, penalizando a média hedônica em 1,58 e 0,1 pontos. O excesso de acidez também penaliza a amostra, com 0,72 pontos na média hedônica.

A amostra F5 também é penalizada pela falta de sal, com 40% de frequência de avaliações, penalizando a média hedônica em 0,37 pontos. O excesso de acidez e condimentos penaliza a amostra em 0,69 e 1,06 pontos respectivamente, ou seja, se ajustado o nível de especiarias, a amostra poderia ter sua nota aumentada de 7,2 para 8,8 pontos.

Ainda não existem estudos de análise de penalidades em queijos contendo especiarias, porém em molhos de queijo, a falta de sal penalizou as amostras. Assim como em queijos cottage, a falta de sal e o excesso de acidez penalizaram as amostras (CHILDS; YATES; DRAKE, 2009; DRAKE; LOPETCHARAT; DRAKE, 2009).

#### 4.3.2.4 CATA

Os atributos marcados pelos consumidores que obtiveram frequência mínima de 20% foram submetidos ao teste Q de Cochran e estão listados na Tabela 4.5, com os valores do teste Q que demonstram com quais atributos as amostras melhor se correlacionam.

Tabela 4.5: Teste Q de Cochran para atributos significativos do teste CATA para queijos adicionados de cravo e cominho.

Atributos	F1	F2	F3	F4	F5	pvalor
Creme	0,229	0,250	0,188	0,271	0,208	0,780
Ácido	0,333	0,292	0,208	0,208	0,208	0,254
Cremoso	0,458	0,505	0,330	0,417	0,458	0,195
Cravo	0,021 <sup>c</sup>	0,146 <sup>cb</sup>	0,625 <sup>a</sup>	0,208 <sup>cb</sup>	0,375 <sup>ab</sup>	0,001
Odor Manteiga	0,292	0,250	0,167	0,292	0,208	0,292
Alta Qualidade	0,271	0,375	0,271	0,333	0,333	0,5835
Macio	0,688	0,667	0,583	0,604	0,646	0,7521
Especiarias	0,063 <sup>b</sup>	0,458 <sup>a</sup>	0,667 <sup>a</sup>	0,646 <sup>a</sup>	0,521 <sup>a</sup>	0,001

Nota: <sup>abc</sup>Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa entre as amostras para  $p < 0,05$ .



Observando os resultados apresentados pelo teste Q, pode-se observar que as amostras apenas se diferem para os atributos Cravo e Especiarias. Os demais atributos como creme, ácido, cremoso, odor manteiga, alta qualidade e macio são característicos das amostras, porém caracterizam igualmente todas. Esse resultado já era esperado, já que se trata do mesmo queijo base, apenas adicionado de especiarias. O sabor de creme, ácido e odor manteiga são característicos desse tipo de produto, devido a adição de cultura láctea primordialmente produtora de compostos aromáticos da manteiga e creme. Além disso, esses aromas se pronunciam durante a maturação, trazendo a sensação de um queijo de alta qualidade, fato já constatado em outros estudos (YOUNG *et al.*, 2004).

O atributo cravo, ao contrário do cominho, foi o único marcado por pelo menos 20% dos avaliadores, ou seja, o atributo cominho ou era desconhecido pelos avaliadores ou não pode ser percebido devido à baixa intensidade aromática pela quantidade reduzida na formulação, sendo que a F3 e F5 foram as que obtiveram a maior frequência, já que continham 0,6% de cravo em sua formulação.

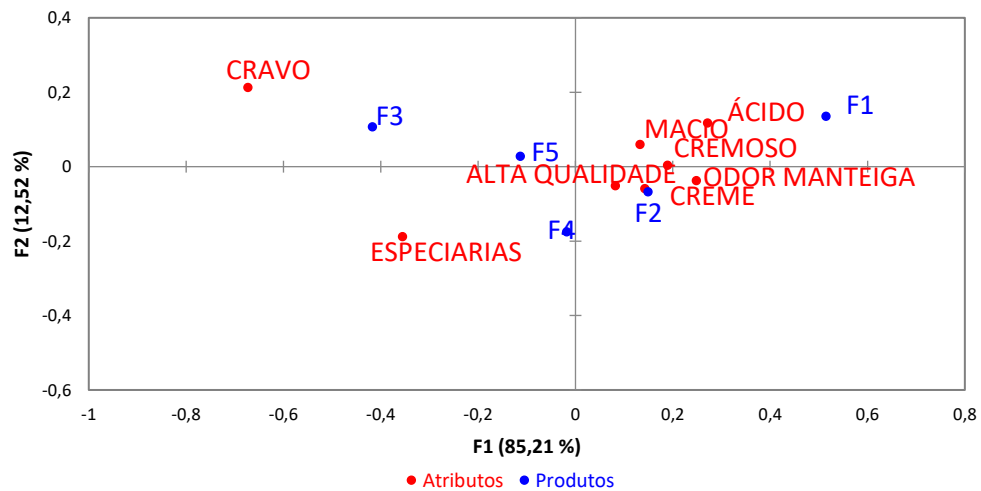
O atributo especiarias também atingiu 20% de frequência, com valores elevados de correspondência para as formulações F3 e F5. Com base nesses dados, pode-se dizer que o cravo contribui amplamente para a percepção do sabor no queijo, pois é uma especiaria potente e fácil de ser reconhecida pelos avaliadores (SHAN *et al.*, 2010).

Na Figura 4.7 são apresentados os resultados da análise de correspondência, facilitando a visualização dos atributos que possuem maior afinidade com cada amostra. O gráfico apresenta 97% da explicação da variabilidade, devido ao número reduzido de amostras.

Pode-se observar pelo gráfico que as amostras F3, F4 e F5 possuem maior afinidade com os atributos cravo e especiarias, já que essas são as únicas amostras que contém a adição de cravo, o qual foi percebido pelos avaliadores.

A amostra F1 fica próxima ao atributo ácido; mesmo não tendo diferença estatística pelo teste de Cochran, sua frequência foi maior para esse atributo, e portanto, pode-se ponderar que alguns avaliadores consideraram essa amostra ácida, ou seja, a adição de especiarias mascara o gosto ácido, já que trazem consigo a lembrança de gosto doce (CORTÉS-ROJAS; DE SOUZA; OLIVEIRA, 2014).

Figura 4.7: Gráfico de Análise de Correspondência para dados CATA de queijos adicionados de cravo e cominho



A amostra F2, a mais preferida pelos avaliadores como constato no mapa de preferência, possui característica de alta qualidade e fica caracterizada como um intermediário para especiarias, ou seja, a adição de cominho na concentração de 0,6% foi o suficiente para que os avaliadores experimentassem um novo sabor, sem perder a qualidade do produto, fato esse que pode ter aumentado a aceitabilidade do mesmo. Em estudos com queijos adicionados de ervas e especiarias, ocorre um aumento da aceitabilidade em queijos adicionados de temperos secos como tomilho e cominho negro (TARAKÇI; DEVECI, 2019).

#### 4.3.2.5 Dominância temporal de sensações (TDS)

Os atributos selecionados pelo painel de avaliadores foram lácteo/queijo, acidez, cominho, cravo, amargo, manteiga, untuoso e residual ácido. Foram definidos atributos de sabor e apenas um para a textura (untuoso). Os oito atributos selecionados também se enquadram dentro do limite máximo recomendado de 10 atributos (PINEAU *et al.*, 2012).

A avaliação dos dados da análise de dominância temporal de sensações é realizada de forma gráfica, onde é demonstrada a taxa de dominância no eixo y e pelo tempo no eixo x. A taxa de dominância é a frequência com que o atributo foi marcado pelos avaliadores, ou seja, quanto mais percebido o atributo for pelos avaliadores, maior a taxa de dominância desse atributo. No gráfico também são apresentadas a

linha de chance, onde a dominância de um atributo pode ser considerada caso esse seja marcado ao acaso e a linha de significância onde o atributo necessita obter um valor mínimo de dominância para ser significativamente maior do que a linha de chance. Todo atributo que ultrapassa a linha de significância é considerado dominante (DI MONACO *et al.*, 2014).

A Figura 4.8 apresenta o gráfico de análise dominância temporal de sensações realizada pela equipe treinada de avaliadores para as amostras F1 (controle), F2 (0,6% cominho), F3 (0,6% cravo), F4 (0,6% cravo + 0,6% cominho) e F5 (0,3% cravo + 0,3% cominho).

Avaliando o gráfico F1, pode-se observar que os atributos dominantes para a amostra sem adição de especiarias são, em ordem de dominância, lácteo/queijo, acidez, lácteo/queijo e residual ácido. Os atributos que atingem a linha de chance são manteiga, amargo e untuoso, sendo esses os atributos presentes na amostra, porém não dominantes. Os atributos cominho e cravo não aparecem no gráfico pois não foram sentidos pelos avaliadores, já que essa amostra não era adicionada de especiarias.

Comparando os resultados da formulação F1 com os obtidos pelos consumidores no método CATA, pode-se observar que ocorre uma correlação do atributo ácido, e uma redução na aceitabilidade, onde pela falta de especiarias esse atributo é percebido pelos avaliadores, tanto treinados quanto consumidores do produto. Em estudo conduzido por Meyners (2016) foi constatado que a presença de gosto ácido em queijos adicionados de especiarias pode causar uma baixa média hedônica.

O atributo lácteo aparece duas vezes no gráfico (F1), esse tipo de resultado é comum em análises TDS, pois um atributo pode aparecer mais de uma vez, e ser dominante em diferentes tempos no paladar. Após ocorrer uma diminuição da acidez, ocorre uma percepção do sabor lácteo, sentido primordialmente no queijo no início da avaliação (DI MONACO *et al.*, 2014).

Figura 4.8: Gráficos de dominância temporal de sensações para formulações adicionadas de cravo e cominho.

(continua)

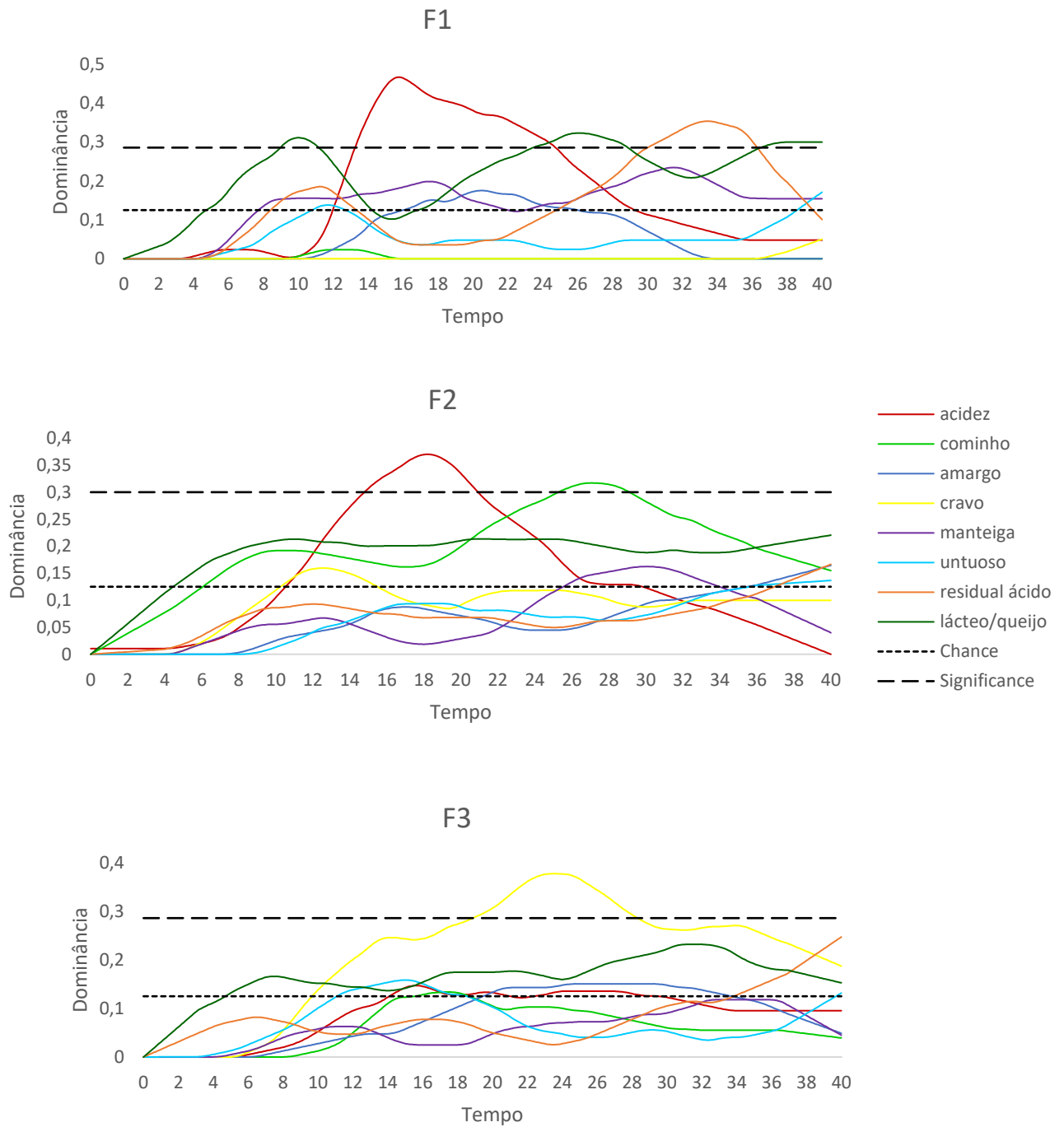
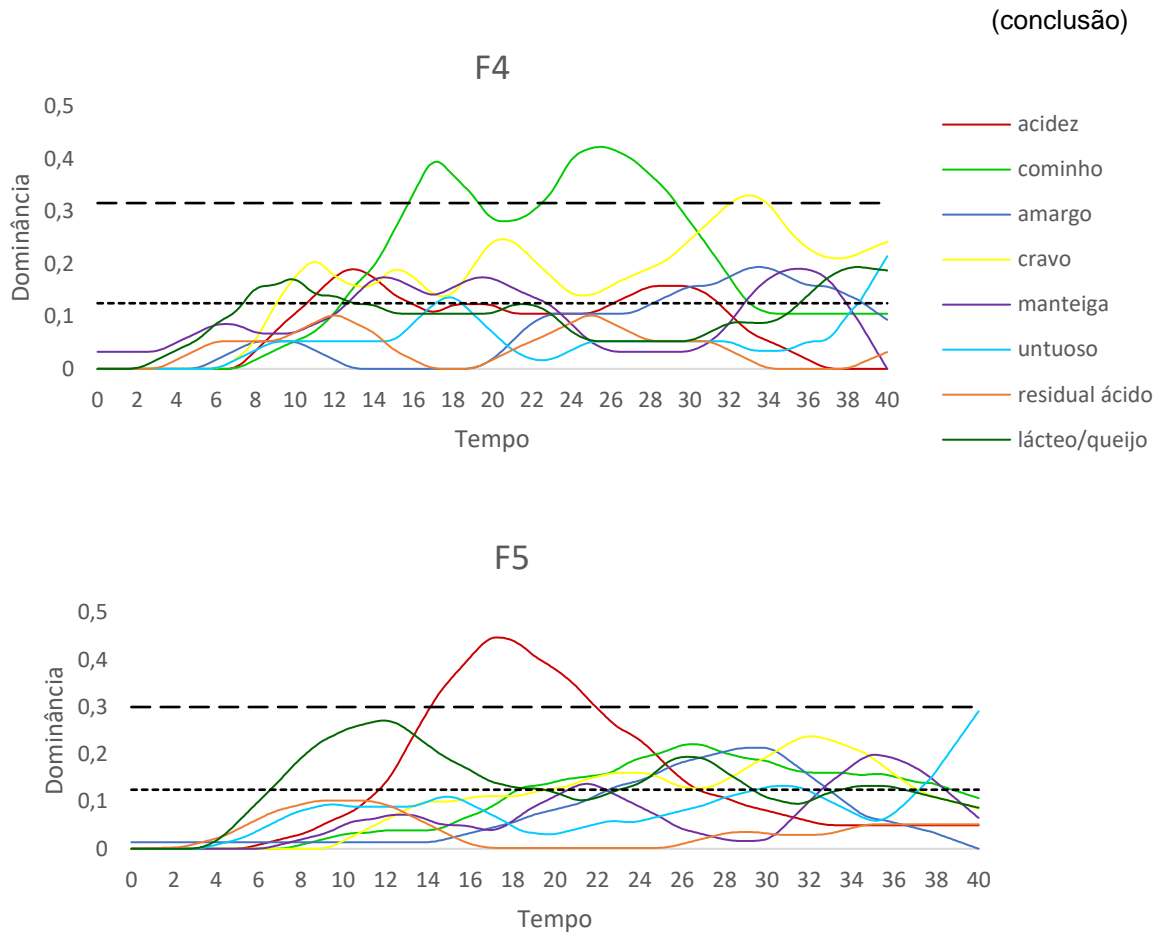


Figura 4.8: Gráficos de dominância temporal de sensações para formulações adicionadas de cravo e cominho.



Para a F2, pode-se observar que ocorre uma modificação das sensações dominantes, onde a presença de especiarias minimiza algumas sensações antes percebidas como o sabor lácteo/queijo e o residual ácido. A primeira sensação dominante passa a ser a acidez, e na sequência a presença do cominho é percebida pelos avaliadores. Os demais atributos ultrapassam a linha de chance, porém não chegam à linha de significância para serem considerados dominantes. Taxas baixas de dominância para atributos de aroma são comumente encontrados em queijos, pela dificuldade de percepção dos avaliadores onde atributos de textura possuem taxas mais significativas (BEMFEITO *et al.*, 2016).

Para a amostra F3, contendo somente 0,6% de cravo, fica nítida a dominância do sabor do cravo sobre os demais atributos, tendo seu pico sobre a linha de significância.

A F4 apresenta o gráfico para a amostra contendo 0,6% de cravo e 0,6% de cominho. Analisando os resultados pode-se observar que novamente os atributos da formulação controle, ácido e lácteo, são suprimidos pelos dominantes cominho e

cravo, respectivamente. Nesse caso, a mistura de especiarias faz com que a percepção de cominho seja mais nítida num momento inicial da avaliação, e após determinado período o cravo passa a dominar o paladar.

Percebe-se que a adição da mistura de especiarias na concentração de 0,3% de cravo e 0,3% de cominho (amostra F5), não faz com que os atributos cravo e cominho atinjam a linha de significância, ou seja, não são dominantes, porém, observa-se que os atributos lácteo e ácido voltam a aparecer e dominar o paladar dos avaliadores. A presença de sabores ácidos, detectados por análise TDS, pode ser um fator que diminui a aceitabilidade de produtos, como foi demonstrado em pesquisas similares (THOMAS *et al.*, 2017).

#### 4.4 CONCLUSÃO

Por meio da avaliação físico química e de textura, nenhum parâmetro se altera com a adição das especiarias, mantendo as características de maturação.

A partir dos resultados sensoriais obtidos pode-se concluir que os queijos adicionados de especiarias possuem uma melhor aceitabilidade pelos consumidores, com valores elevados para os queijos adicionados de cominho, sendo que a adição de mistura de cravo e cominho na concentração de 0,6% melhora a aceitabilidade do produto.

Pela análise CATA os avaliadores caracterizaram a amostra contendo 0,6% de cravo e 0,6% de cominho, como contendo especiarias, e os demais parâmetros como cremosos, odor de manteiga e alta qualidade se apresentam em todas as amostras, não havendo diferença significativa entre as mesmas.

Por meio da análise TDS pode-se observar que os avaliadores identificam nitidamente a presença das especiarias individualmente nos queijos, sendo que fica evidente que a adição das mesmas mascara sabores como lácteo e ácido. A adição de pelo menos 0,6% das especiarias, isoladas ou em conjunto, permite a detecção na amostra.

## REFERÊNCIAS

- AGBOOLA, S.; RADOVANOVIC-TESIC, M.; LILLYWHITE, B. Sensory and instrumental textural changes during maturation of vacuum-packed cheeses containing Australian native herbs. **Australian Journal of Dairy Technology**, v. 59, n. 3, p. 221-225, 2004.
- AOAC. **Official Methods of Analysis Arlington Association of Official Analytical Chemists**, 2016.
- ARES, G.; JAEGER, S. R. Check-all-that-apply questions: Influence of attribute order on sensory product characterization. **Food Quality and Preference**, v. 28, n. 1, p. 141–153, 2013.
- ARES, G. *et al.*. Comparison of two sensory profiling techniques based on consumer perception. **Food Quality and Preference**, v. 21, p. 417-426, 2011.
- ASTM. **Physical Requirement Guidelines for Sensory Evaluation Laboratories**, 1986.
- ASTM. **Standard Guide for Time-Intensity Evaluation of Sensory Attributes**, ASTM International, 2013.
- AYOOLA, G. A. *et al.* Chemical analysis and antimicrobial activity of the essential oil of *Syzygium aromaticum* (clove). **African Journal of Microbiology Research**, v. 2, n. 7, p. 162-166, 2008.
- 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.
- BÁRCENAS, P. *et al.* Consumer preference structures for traditional Spanish cheeses and their relationship with sensory properties. **Food Quality and Preference**, v. 12, n. 4, p. 269–279, 2001.
- BEMFEITO, R. M. *et al.* Temporal dominance of sensations sensory profile and drivers of liking of artisanal Minas cheese produced in the region of Serra da Canastra, Brazil. **Journal of Dairy Science**, v. 99, n. 10, p. 7886–7897, 2016.
- CARBONELL, L. *et al.* Segmentation of food consumers according to their correlations with sensory attributes projected on preference spaces. **Food Quality and Preference**, v. 19, n. 1, p. 71-78, 2008.
- CHILDS, J. L.; YATES, M. D.; DRAKE, M. A. Sensory properties and consumer perception of wet and dry cheese sauces. **Journal Of Food Science**, v. 74, n. 6, p. S205-S218, 2009.
- CORTÉS-ROJAS, D. F.; DE SOUZA, C. R. F.; OLIVEIRA, W. P. Clove (*Syzygium aromaticum*): a precious spice. **Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine**, v. 4, n. 2, p. 90-96, 2014.
- DI MONACO, R. *et al.* Temporal dominance of sensations: A review. **Trends in Food Science and Technology**, v. 38, n. 2, p. 104–112, 2014.

DIJKSTERHUIS, G. B.; PIGGOTT, J. R. Dynamic methods of sensory analysis. **Trends in Food Science and Technology**, v. 11, n. 8, p. 284–290, 2000.

DRAKE, S. L.; LOPETCHARAT, K.; DRAKE, M. A. Comparison of two methods to explore consumer preferences for cottage cheese. **Journal of Dairy Science**, v. 92, n. 12, p. 5883–5897, 2009.

DÜSTERHÖFT, E. M.; ENGELS, W.; HUPPERTZ, T. D. Global Cheesemaking Technology: Dutch Type Cheeses. **International Journal of Dairy Technology**, v. 71, n. 2, p. 551-551, 2017.

HAYALOGLU, A. A.; FARKYE, N. Y. Cheese | **Cheese with Added Herbs, Spices and Condiments. Encyclopedia of Dairy Sciences**, v2, p. 783–789, 2011.

HAYALOGLU, A. A.; KARABULUT, I. Characterization and comparison of free fatty acid profiles of eleven varieties of Turkish cheeses. **International Journal of Food Properties**, v. 16, n. 6, p. 1407-1416, 2013.

JAEGER, S. R. *et al.* The concurrent use of JAR and CATA questions in hedonic scaling is unlikely to cause hedonic bias, but may increase product discrimination. **Food Quality and Preference**, v. 44, p. 70–74, 2015.

MARINHO, M. T. *et al.* Ripened semihard cheese covered with lard and dehydrated rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) leaves: processing, characterization, and quality traits. **Journal of food science**, v. 80, n. 9, p. S2045-S2054, 2015.

MEYNER, M.; CASTURA, J. C.; CARR, B. T. Existing and new approaches for the analysis of CATA data. **Food Quality and Preference**, v. 30, n. 2, p. 309–319, 2013.

MEYNER, M. Temporal liking and CATA analysis of TDS data on flavored fresh cheese. **Food Quality and Preference**, v. 47, p. 101-108, 2016.

MURRAY, J. M.; DELAHUNTY, C. M. Mapping consumer preference for the sensory and packaging attributes of Cheddar cheese. **Food quality and preference**, v. 11, n. 5, p. 419-435, 2000.

MURRAY, J. M.; DELAHUNTY, C. M.; BAXTER, I. A. Descriptive sensory analysis: past, present and future. **Food Research International**, v. 34, n. 6, p. 461-471, 2001.

OMIDBEYGI, M. *et al.* Antifungal activity of thyme, summer savory and clove essential oils against *Aspergillus flavus* in liquid medium and tomato paste. **Food Control**, v. 18, n. 12, p. 1518-1523, 2007.

PALACIOS, O. M. *et al.* Consumer acceptance of cow's milk versus soy beverages: Impact of ethnicity, lactose tolerance and sensory preference segmentation. **Journal of Sensory Studies**, v. 24, n. 5, p. 731-748, 2009.

PINEAU, N. *et al.* Temporal Dominance of Sensations: What is a good attribute list? **Food Quality and Preference**, v. 26, n. 2, p. 159–165, 2012.



PINHEIRO, A. C. M.; NUNES, C. A.; VIETORIS, V. SensoMaker: a tool for sensorial characterization of food products. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 37, n. 3, p. 199–201, 2013.

PLAEHN, D. Corrigendum to “What’s the real penalty in penalty analysis?” **Food Quality and Preference**, v. 31, n. 1, p. 90–93, 2014.

RODRIGUES, J. F. *et al.* Tds of cheese: Implications of analyzing texture and taste simultaneously. **Food Research International**, v. 106, p. 1-10, 2018.

SHAN, B. *et al.* Potential application of spice and herb extracts as natural preservatives in cheese. **Journal of Medicinal Food**, v. 14, n. 3, p. 284-290, 2010.

TARAKÇI, Z.; DEVECI, F. The effects of different spices on chemical, biochemical, textural and sensory properties of White cheeses during ripening. **Mljekarstvo/Dairy**, v. 69, n. 1, 2019.

THOMAS, A. *et al.* Measuring temporal liking simultaneously to Temporal Dominance of Sensations in several intakes. An application to Gouda cheeses in 6 Europeans countries. **Food Research International**, v. 99, p. 426-434, 2017.

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.

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.

YATES, M. D.; DRAKE, M. A. Texture properties of Gouda cheese. **Journal of Sensory Studies**, v. 22, n. 5, p. 493-506, 2007.

YOUNG, N. D. *et al.* Preference mapping of Cheddar cheese with varying maturity levels. **Journal of Dairy Science**, v. 87, n. 1, p. 11–19, 2004.

ZIELINSKI, A. A. F. *et al.* 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

Utilizando como base a revisão de literatura, fica evidente que pouco se sabe sobre como as dimensões afetam a estrutura e conseqüentemente a maturação de queijos semiduros. Apesar dos diferentes queijos pesquisados como Gouda, Prato, Havarti e Edam, que possuem aroma amanteigado e textura cremosa, os mesmos não possuem especiarias adicionadas, o que poderia melhorar a compra e consumo, já que ocorre uma melhoria da aceitabilidade.

No segundo capítulo, foram abordados aspectos de queijos semiduros de diferentes dimensões, principalmente no que se refere à maturação. Com esse capítulo pode-se afirmar que queijos menores possuem uma maturação acelerada se comparados a queijos maiores, onde aos 60 dias de maturação, obtiveram resultados que nos queijos maiores só foram encontrados aos 90 dias.

Avaliando-se a microestrutura pode-se compreender em como a distribuição da gordura e bactérias lácticas afetam a maturação, já que no processo de prensagem, isso é modificado, e como conseqüência tem-se uma maturação alterada. Com base nos resultados, físico-químicos e sensoriais, o queijo G com 60 dias, foi o escolhido para a aplicação das especiarias cravo e cominho.

Portanto, o queijo baseia-se na aplicação de uma cultura mesófila heterofermentativa, com características de produção de aroma de manteiga, o que indica uma melhoria da aceitabilidade pelo consumidor. O processo se dá pela utilização de temperaturas que promovem a dessora ideal para a fabricação de uma massa semidura. A maturação ideal para o protocolo sugerido seria de 60 dias, produzindo um queijo macio, com boas características sensoriais que agradam ao paladar.

O terceiro capítulo abordou o tratamento térmico de especiarias cravo e cominho, utilizando micro-ondas, a fim de obter o melhor tratamento para que elas fossem aplicadas nos queijos. O tratamento térmico foi efetivo, considerando sempre a potência elevada e tempo de 40 segundos. Esse tratamento não reduziu o aroma do cravo, porém teve como conseqüência um aumento significativo no aroma do cominho.

Esse resultado pode ser considerado satisfatório, sendo esse tipo de tratamento acessível a população, e pode ser aplicado por pequenos produtores, que

desejam obter um maior valor agregado aos seus produtos, e precisam de um tratamento térmico que além de efetivo, seja de baixo custo e acessível.

No quarto capítulo as especiarias foram adicionadas, e como conclusão, não foram encontradas alterações no processo de maturação, contudo, sensorialmente, foi observado que a adição de especiarias mascara alguns pontos negativos sensorialmente, como a acidez excessiva, e portanto, melhora as características sensoriais.

Quando se fala de consumidores, percebe-se uma maior aceitabilidade nos produtos adicionados de especiarias, que são percebidas pelos avaliadores. Nesse caso, uma proporção de 0,6% de especiarias é necessária para que ocorra essa percepção.

Por fim, este trabalho possui um apanhado geral de todo o processo necessário para a elaboração de um novo protocolo de queijos, elucidando em como as dimensões afetam a maturação, e trazendo alternativas para a produção de um queijo diferenciado, que se adapta ao paladar do consumidor, e pode gerar maior valor agregado a produtos já consagrados no mercado.

**ANEXO A - PROTOCOLO DE FABRICAÇÃO DE QUEIJO SEMI DURO  
PASTEURIZADO**

Data/lote: \_\_/\_\_/\_\_

<b>Tempo</b>	<b>Etapa da Produção</b>	
0:00	Leite cru	V: 120 L T: 37 °C Acidez: 18N pH : 6,5
0:25	Pasteurização	t: 30 min Ti: 61 °C Tf: 62 °C
0:55	Resfriamento	Ti: 62 °C Tf: 34 °C
1:40	Adição da cultura	m: 2,4 g T: 37 °C
1:40	Adição CaCl <sub>2</sub> 50% (40ml/100L)	m: 48 ml T: 37 °C
	30 min.	
2:10	Adição coalho (34°C) (3mL/100L)	m:3,6 mL T: 34°C
2:40	Corte 1 cm (3 min)	pH : 6,6 (6.4)
2:50	Mexedura (10 min)	
	Retirar 20 a 30% do soro	
	Lavar com água a 55°C (até atingir 36°C)	Ti: 33 °C Tf: 55 °C
3:10	Mexedura (20 a 30min) até o ponto	pH: 6,79
	Salga seca (300g/100L)	
	Enformagem (formas 30x20)	
3:40	Prensagem (1kg/kg queijo) (2 hrs)	
	Viragem (com 1 hr) pH: 6,1	pH: 6,42
	Repouso (15 hrs -overnight)	pH: 5,23
18:40	Secagem (12°C, 90% UR, 24 horas)	
	Cobertura para queijos	
	Maturação 0, 30, 60 e 90 dias	

Rendimento: \_\_\_\_\_ peças

**ANEXO B - 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](mailto:seccoep@uegp.br)

## Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Você \_\_\_\_\_, está sendo convidado a participar da pesquisa “AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE MATURAÇÃO DE QUEIJOS SEMIDURO FABRICADOS EM DIFERENTES DIMENSÕES” tendo como pesquisador responsável o Prof<sup>a</sup> Dr Alessandro Nogueira da Universidade Estadual de Ponta Grossa e como pesquisador o doutorando Paulo Ricardo Los, da Universidade Estadual de Ponta Grossa. O objetivo da pesquisa é desenvolver queijos com diferentes dimensões e diferentes culturas.

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:

**Deise Rosana Simões**

Avenida. Carlos Cavalcanti, – Uvaranas, Campus Universitário nº – 4748 Ponta Grossa /PR  
Telefone: (42) 9940-2849

**Paulo Ricardo Los**

Avenida. Carlos Cavalcanti, – Uvaranas, Campus Universitário nº – 4748 Ponta Grossa /PR  
Telefone: (42) 8870-3715

**Comitê de Ética em Pesquisa**

UEPG campus Uvaranas, Bloco M, sala 100  
Telefone: (42) 3220-3108.

---

Assinatura do convidado para a pesquisa

---

Assinatura pesquisador responsável

---

Assinatura pesquisador participante

Ponta Grossa, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2018.

**ANEXO C – QUESTIONÁRIO DE RECRUTAMENTO DE EQUIPE SENSORIAL****Questionário para formação da equipe de Análise Sensorial**

Nome completo: \_\_\_\_\_

Idade: \_\_\_\_\_ Sexo: ( ) F ( ) M

Profissão: \_\_\_\_\_

Você sabe o que é uma especiaria?

( ) Sim ( ) Não

Seu consumo de especiarias é frequente?

( ) Sim ( ) Não

Se tem consumo frequente, qual especiaria costuma utilizar?

Costuma incorporar especiarias em refeições?

( ) Sim ( ) Não

Se considera sensível para a percepção da presença de especiarias adicionadas em alimentos?

( ) Sim ( ) Não

Possui alergia a alguma especiaria?

( ) Sim ( ) Não

É de seu costume consumir as especiarias cravo e cominho?

( ) Sim ( ) Não

Se sim, juntos ou separados?

( ) Juntos ( ) Separados

Você gosta de especiarias?

( ) Sim ( ) Não

Possui dificuldades em utilizar aparelhos eletrônicos ou trabalhar com software?

( ) Sim ( ) Não





### ANEXO E – TABELA DE CORREÇÃO DE PEARSON

(continua)

Variáveis	Dureza	Adesividade	Elasticidade	Coesividade	Mastigabilidade	Resiliência	IEP	IPP
Dureza	<b>1</b>	0,0709	-0,5378	-0,7681	0,9778	-0,7762	-0,1334	-0,0026
Adesividade	0,0709	<b>1</b>	-0,3926	-0,3851	0,0283	-0,0416	-0,0728	0,0756
Elasticidade	-0,5378	-0,3926	<b>1</b>	0,7758	-0,4698	0,7374	-0,0342	-0,1740
Coesividade	-0,7681	-0,3851	0,7758	<b>1</b>	-0,6944	0,8520	0,2259	-0,0331
Mastigabilidade	<b>0,9778</b>	0,0283	-0,4698	-0,6944	<b>1</b>	-0,7101	-0,0721	0,0420
Resiliência	-0,7762	-0,0416	0,7374	<b>0,8520</b>	-0,7101	<b>1</b>	-0,0516	-0,2029
IEP	-0,1334	-0,0728	-0,0342	0,2259	-0,0721	-0,0516	<b>1</b>	0,8584
IPP	-0,0026	0,0756	-0,1740	-0,0331	0,0420	-0,2029	<b>0,8584</b>	<b>1</b>
IM	0,3492	0,0537	-0,2105	-0,2008	0,3649	-0,4299	<b>0,7549</b>	<b>0,7392</b>
EST	0,1475	-0,2676	-0,0071	0,1633	0,1687	-0,2879	0,5946	0,4288
Cinzas	-0,1304	-0,4970	0,3019	0,5000	-0,0527	0,1190	0,4273	0,0274
Sal	-0,0262	-0,2048	0,1564	0,1357	0,0141	-0,0387	0,5154	0,1805
Proteína	<b>0,7602</b>	0,4317	-0,6270	-0,8148	0,7431	-0,5983	-0,2231	-0,0104
Gordura	0,1796	-0,2438	0,1324	0,2358	0,2230	-0,1226	0,4499	0,2355
pH	-0,2832	-0,4791	0,4822	0,6740	-0,2499	0,2799	0,3484	0,0175
Acidez	-0,5206	0,2090	0,2447	0,3351	-0,5498	0,5142	-0,3787	-0,4200
Aceitabilidade	-0,3750	-0,2223	0,1363	0,2409	-0,4818	0,0955	-0,0386	-0,2400

### ANEXO E – TABELA DE CORREÇÃO DE PEARSON

(conclusão)

Variáveis	IM	EST	Cinzas	Sal	Proteína	Gordura	pH	Acidez	Aceitabilidade
Dureza	0,3492	0,1475	-0,1304	-0,0262	0,7602	0,1796	-0,2832	-0,5206	-0,3750
Adesividade	0,0537	-0,2676	-0,4970	-0,2048	0,4317	-0,2438	-0,4791	0,2090	-0,2223
Elasticidade	-0,2105	-0,0071	0,3019	0,1564	-0,6270	0,1324	0,4822	0,2447	0,1363
Coesividade	-0,2008	0,1633	0,5000	0,1357	-0,8148	0,2358	0,6740	0,3351	0,2409
Gomosidade	0,3259	0,1863	-0,0514	-0,0390	0,7015	0,2251	-0,2063	-0,5273	-0,3974
Mastigabilidade	0,3649	0,1687	-0,0527	0,0141	0,7431	0,2230	-0,2499	-0,5498	-0,4818
Resiliência	-0,4299	-0,2879	0,1190	-0,0387	-0,5983	-0,1226	0,2799	0,5142	0,0955
IEP	0,7549	0,5946	0,4273	0,5154	-0,2231	0,4499	0,3484	-0,3787	-0,0386
IPP	0,7392	0,4288	0,0274	0,1805	-0,0104	0,2355	0,0175	-0,4200	-0,2400
IM	<b>1</b>	0,6479	0,1193	0,4007	0,1632	0,5157	0,2030	-0,5534	-0,1562
EST	0,6479	<b>1</b>	0,6011	0,3575	-0,1916	0,7259	0,6633	-0,4640	0,0901
Cinzas	0,1193	0,6011	<b>1</b>	0,5997	-0,3872	0,5345	0,6959	-0,1402	0,1868
Sal	0,4007	0,3575	0,5997	<b>1</b>	-0,0571	0,3093	0,2507	-0,2248	0,2280
Proteína	0,1632	-0,1916	-0,3872	-0,0571	<b>1</b>	-0,2495	-0,6933	-0,2805	-0,3533
Gordura	0,5157	0,7259	0,5345	0,3093	-0,2495	<b>1</b>	0,7414	-0,2542	0,1842
pH	0,2030	0,6633	0,6959	0,2507	-0,6933	0,7414	<b>1</b>	-0,0996	0,3209
Acidez	-0,5534	-0,4640	-0,1402	-0,2248	-0,2805	-0,2542	-0,0996	<b>1</b>	0,2534
Aceitabilidade	-0,1562	0,0901	0,1868	0,2280	-0,3533	0,1842	0,3209	0,2534	<b>1</b>

## ANEXO F - FICHA CATA PARA QUEIJOS DE DIFERENTES DIMENSÕES

Universidade Estadual de Ponta Grossa  
 Departamento de Engenharia de Alimentos  
 Pós-Graduação Stricto Sensu Mestrado 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 o X na escala indicando sua opinião sobre o produto

#### Sal

Muito salgado                      Ideal                      Pouco salgado

#### Maciez

Muito macio                      Ideal                      Muito duro

#### Acidez

Muito ácido                      Ideal                      Pouco ácido

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

- |  |  |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Cremoso               | <input type="checkbox"/> Alta qualidade    |
| <input type="checkbox"/> Cor amarela escuro    | <input type="checkbox"/> Brilhante         |
| <input type="checkbox"/> Opaco                 | <input type="checkbox"/> Odor de iogurte   |
| <input type="checkbox"/> Gorduroso             | <input type="checkbox"/> Odor manteiga     |
| <input type="checkbox"/> Salgado               | <input type="checkbox"/> Queijo barato     |
| <input type="checkbox"/> Amargo                | <input type="checkbox"/> Ácido             |
| <input type="checkbox"/> Macio                 | <input type="checkbox"/> Farelento         |
| <input type="checkbox"/> Sabor residual amargo | <input type="checkbox"/> Cor amarela claro |
| <input type="checkbox"/> Baixa qualidade       | <input type="checkbox"/> Creme             |

### 4) escreva em poucas palavras quais características teria o produto ideal para você:

---



---



---

Obrigado pela colaboração!

## ANEXO G - FICHA CATA PARA QUEIJOS ADICIONADOS DE ESPECIARIAS

Universidade Estadual de Ponta Grossa  
 Departamento de Engenharia de Alimentos  
 Pós-Graduação Stricto Sensu Mestrado 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 o X na escala indicando sua opinião sobre o produto

Sal

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Muito salgado		Ideal		Pouco salgado

Maciez

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Muito macio		Ideal		Muito duro

Acidez

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Muito ácido		Ideal		Pouco ácido

Condimentos

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Muito forte		Ideal		Fraco

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

- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Cremoso               | <input type="checkbox"/> Alta qualidade                             |
| <input type="checkbox"/> Cominho               | <input type="checkbox"/> Brilhante                                  |
| <input type="checkbox"/> Cravo                 | <input type="checkbox"/> Odor de iogurte                            |
| <input type="checkbox"/> Gorduroso             | <input type="checkbox"/> Odor manteiga                              |
| <input type="checkbox"/> Salgado               | <input type="checkbox"/> Queijo barato                              |
| <input type="checkbox"/> Amargo                | <input type="checkbox"/> Ácido                                      |
| <input type="checkbox"/> Macio                 | <input type="checkbox"/> Farelento                                  |
| <input type="checkbox"/> Sabor residual amargo | <input type="checkbox"/> Cor amarela claro                          |
|  | <input type="checkbox"/> Creme <input type="checkbox"/> Especiarias |