

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

**PERFIL SENSORIAL, FÍSICO-QUÍMICO E FUNCIONAL DE
QUEIJO DE COALHO COMERCIALIZADO NO MUNICÍPIO
DE CAMPINAS, S.P.**

Renata Monteiro Perez
Engenheira de Alimentos

Prof. Dra. Walkiria Hanada Viotto
Orientadora

Dissertação apresentada à
Faculdade de Engenharia de
Alimentos da Universidade
Estadual de Campinas, para
obtenção do título de Mestre em
Tecnologia de Alimentos.

Campinas, 2005

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA F.E.A. – UNICAMP

P415p Perez, Renata Monteiro
Perfil sensorial, físico-químico e funcional de queijo coalho
comercializado no município de Campinas, S.P. / Renata
Monteiro Perez. – Campinas, SP: [s.n.], 2005.

Orientador: Walkiria Hanada Viotto
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas.
Faculdade de Engenharia de Alimentos.

1. Queijo – Variedades. 2. Análise sensorial. 3.
Consumidor 4. Qualidade. 5. Indústria. I. Viotto, Walkiria
Hanada. II. Universidade Estadual de Campinas.Faculdade de
Engenharia de Alimentos. III. Título.

Título em inglês: Sensorial, physico-chemical and functional profile of “coalho”
cheese commercialized in Campinas, S.P.

Palavras-chave em inglês (Keywords): Cheese varieties, Sensorial analysis, Consumer
Quality, Industry

Titulação: Mestre em Tecnologia de Alimentos

Banca examinadora: Walkiria Hanada Viotto
Maria Aparecida Azevedo Pereira da Silva
Salvador Massaguer Roig
Leila Maria Spadoti

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dra. Walkiria Hanada Viotto
Universidade Estadual de Campinas
Orientadora

Prof. Dra. Maria Aparecida Azevedo Pereira da Silva
Universidade Estadual de Campinas
Membro

Prof. Dr. Salvador Massaguer Roig
Universidade Estadual de Campinas
Membro

Dra. Leila Maria Spadoti
Instituto de Tecnologia de Alimentos
Membro

*A Deus por toda essência da vida,
aos meus pais por todo amor e dedicação,
aos meus irmãos simplesmente por existirem,
ao meu marido por todo amor, apoio e compreensão.
Dedico este trabalho.*

AGRADECIMENTOS

A Profa. Dra. Walkiria Hanada Viotto, pela orientação, confiança, amizade, apoio, colaboração, dedicação e empenho na realização deste trabalho.

A Prof. Dra. Maria Aparecida A. P. da Silva, pelo apoio no desenvolvimento do trabalho, pelas valiosas sugestões que enriqueceram o projeto e pela colaboração na análise estatística dos resultados.

Aos membros da banca examinadora, Prof. Dr. Salvador Massaguer Roig e Dra. Leila Maria Spadoti, pelas sugestões na conclusão do trabalho.

A Faculdade de Engenharia de Alimentos da Unicamp, em especial ao Departamento de Tecnologia de Alimentos.

Ao CNPq pela concessão da bolsa acadêmica e a Faepex pela ajuda financeira na realização do projeto.

A todos os professores, em especial do DTA e Depan, que contribuíram no meu crescimento profissional.

A equipe sensorial que participou com muito empenho na realização da ADQ, Ana Carol, Beatriz, Bete, Carol, Deyse, Eduardo, Francisco, Gustavo, Janine, Larissa, Maristela, Nelisa e Pedro, muito obrigada pela participação e dedicação na realização deste trabalho.

A Denise, Mariana e Ana Patrícia, pela ajuda imprescindível nas análises sensoriais.

A Selma pela ajuda na construção do gráfico ACP.

A querida amiga Priscila Mamede, pela dedicação integral e carinho com que colaborou na realização deste trabalho. Que Deus te ilumine sempre.

A Priscila Hoffman, pela amizade, ajuda e pelos momentos de descontração que proporcionou, junto com a Pri Mamede ao laboratório.

A amiga Lu Esper, por me receber em sua casa com todo carinho e confiança, e por toda ajuda na realização deste trabalho.

A Vivenda Universitária, em especial à Ana e Carol, por todos os momentos agradáveis.

A Bete, Laboratório de Leite, pela amizade, ajuda e colaboração na realização das análises físico-químicas, e ao Nelson pelo apoio.

A Renata e Ana Lourdes, Laboratório de Instrumentação, pela ajuda e colaboração na realização das análises de cor.

A Lia e Nice, Laboratório de Análise Sensorial do Depan, pela ajuda e colaboração com o empréstimo de materiais e uso eventual do laboratório.

A Ana Koon e Priscila, Laboratório de Frutas, pela ajuda com o uso dos equipamentos e liofilização de amostras.

Aos funcionários da biblioteca e do centro de informática da fea que estiveram sempre dispostos a ajudar.

Aos amigos e companheiros do Laboratório de Leite que tornaram a rotina de análises mais agradáveis e divertidas e que muito contribuíram na realização deste trabalho, Pri's, Lu,, Bel, Pri Viana, Guillaume, Clarissa, Denise, Gustavo, Raquel e Patricia.

A todos os amigos que tornaram o curso mais prazeroso, Lu, Carol, Pri's, Mari, Nelisa, Guillaum, Gustavo, Clarissa, Chris, Eduardo, Deyse, Priscila, Denise, Luciano, Susy, Carla, Cláudia, Andréa e Emmanuele.

E a todos que contribuíram direta e indiretamente na realização deste trabalho.

Agradecimentos especiais,

A Deus por todas as realizações e conquistas.

Aos meus pais, Fernando e Cida, pelo apoio e incentivo não só neste projeto, mas principalmente em toda minha vida!

A minha madrinha, Ângela, por todo amor e carinho dedicado a mim.

A meus irmãos, Quel e Fael, que são tudo de bom na minha vida!

A meu marido, Léo, pelo apoio e compreensão, mas principalmente pelo nosso maior projeto que completa hoje 3 meses de gestação.

A todos os amigos e familiares que contribuem no meu crescimento pessoal.

E aos meus dogs: Conan e Senna e meu gato: Mateo.

Muito Obrigada a todos.

Renata.

SUMÁRIO

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 1. | INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA..... | 1 |
| 2. | OBJETIVOS..... | 3 |
| 3. | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 4 |
| 3.1. | O QUEIJO DE COALHO | 4 |
| 3.2. | PROCESSAMENTO DE QUEIJO DE COALHO | 5 |
| 3.3. | LEITE PARA QUEIJO..... | 8 |
| 3.4. | A PRODUÇÃO DE QUEIJO..... | 9 |
| 3.5. | MODIFICAÇÕES DURANTE O ARMAZENAMENTO REFRIGERADO | 12 |
| 3.6. | CAPACIDADE DE DERRETIMENTO..... | 18 |
| 3.7. | ANÁLISE SENSORIAL | 19 |
| 3.7.1. | Métodos Descritivos..... | 19 |
| 3.7.2. | Testes Afetivos..... | 21 |
| 4. | MATERIAL E MÉTODOS..... | 22 |
| 4.1. | CARACTERIZAÇÃO DAS INDÚSTRIAS PRODUTORAS DE QUEIJS DE COALHO COMERCIALIZADOS NO MUNICÍPIO DE CAMPINAS, S.P..... | 22 |
| 4.2. | PERFIL DO CONSUMIDOR DE QUEIJO DE COALHO NO MUNICÍPIO DE CAMPINAS, S.P..... | 25 |
| 4.3. | CARACTERIZAÇÃO DOS QUEIJS DE COALHO COMERCIAIS..... | 27 |
| 4.3.1. | Amostragem..... | 27 |
| 4.3.2. | Preparo das amostras de queijo para as análises..... | 27 |
| 4.3.3. | Composição química | 28 |
| 4.3.4. | Mudanças ocorridas durante o armazenamento refrigerado..... | 29 |
| 4.3.4.1. | Avaliação do pH e acidez titulável | 29 |
| 4.3.4.2. | Nitrogênio solúvel a pH 4,6 e em TCA 12%..... | 29 |
| 4.3.4.3. | Propriedades funcionais | 30 |
| 4.3.5. | Análise Sensorial | 32 |
| 4.3.5.1. | Análise Descritiva Quantitativa (ADQ®)..... | 32 |
| 5. | RESULTADOS E DISCUSSÃO | 41 |
| 5.1. | CARACTERIZAÇÃO DAS INDÚSTRIAS PRODUTORAS DE QUEIJS DE COALHO COMERCIALIZADOS NO MUNICÍPIO DE CAMPINAS, S.P..... | 41 |
| 5.2. | PERFIL DO CONSUMIDOR DE QUEIJO DE COALHO NO MUNICÍPIO DE CAMPINAS. | 45 |
| 5.3. | COMPOSIÇÃO QUÍMICA | 48 |
| 5.4. | MUDANÇAS DURANTE O ARMAZENAMENTO REFRIGERADO | 50 |
| 5.4.1. | Evolução do pH e acidez titulável..... | 52 |
| 5.4.2. | Evolução da Proteólise | 55 |
| 5.4.2.1. | Extensão da proteólise..... | 55 |
| 5.4.2.2. | Profundidade da proteólise | 57 |
| 5.4.3. | Propriedades Funcionais | 58 |
| 5.4.3.1. | Capacidade de derretimento | 59 |

| | | |
|-----------|--|------------|
| 5.4.3.2. | Formação de óleo livre..... | 60 |
| 5.4.3.3. | Avaliação da cor..... | 61 |
| 5.5. | ANÁLISE SENSORIAL..... | 69 |
| 5.5.1. | Análise Descritiva Quantitativa (ADQ®) | 69 |
| 5.5.1.2. | Pré-seleção e definição dos termos descritores | 69 |
| 5.5.1.3. | Treinamento e seleção final dos provadores | 72 |
| 5.5.1.4. | Perfil sensorial das amostras..... | 77 |
| 5.5.2. | Análise de Correlação Linear dos Atributos Sensoriais em relação ao Tempo de Armazenamento Refrigerado..... | 90 |
| 5.5.3. | Teste de aceitação..... | 94 |
| 5.5.2.1. | Intenção de Compra | 100 |
| 5.5.2.2. | Mapa Interno de Preferência (MDPREF) | 102 |
| 6. | CONCLUSÃO GERAL | 107 |
| 7. | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 110 |
| | ANEXO..... | 120 |

ÍNDICE DE TABELAS

| | |
|--|----|
| TABELA 1. CARACTERIZAÇÃO DAS INDÚSTRIAS PRODUTORAS DE QUEIJOS DE COALHO COMERCIALIZADOS NO MUNICÍPIO DE CAMPINAS, S.P. | 42 |
| TABELA 2. TIPO DE PROCESSAMENTO UTILIZADO POR INDÚSTRIA NA ELABORAÇÃO DO QUEIJO DE COALHO..... | 43 |
| TABELA 3. TOTAIS DE ORDENAÇÃO ¹ DOS ATRIBUTOS DE QUALIDADE SENSORIAL PARA O QUEIJO DE COALHO RELATADO PELOS CONSUMIDORES. | 48 |
| TABELA 4. COMPOSIÇÃO MÉDIA DAS SETE MARCAS COMERCIAIS DE QUEIJO DE COALHO. | 50 |
| TABELA 5. ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA AVALIAR A PROBABILIDADE DA EVOLUÇÃO DA ACIDEZ DAS DIFERENTES MARCAS DE QUEIJO DE COALHO DURANTE O TEMPO DE ARMAZENAMENTO REFRIGERADO..... | 51 |
| TABELA 6. ANOVA USANDO O VALOR DE QM DA INTERAÇÃO MARCA*LOTE COMO RESÍDUO PARA AVALIAR A PROBABILIDADE DE EVOLUÇÃO DA ACIDEZ TITULÁVEL E PH DURANTE O ARMAZENAMENTO REFRIGERADO..... | 52 |
| TABELA 7. ANOVA USANDO O VALOR DE QM DA INTERAÇÃO MARCA*LOTE COMO RESÍDUO PARA AVALIAR A PROBABILIDADE DE EVOLUÇÃO DA ACIDEZ TITULÁVEL E PH DURANTE O ARMAZENAMENTO REFRIGERADO..... | 55 |
| TABELA 8. ANOVA USANDO O VALOR DE QM DA INTERAÇÃO MARCA*LOTE COMO RESÍDUO PARA AVALIAR A PROBABILIDADE DE EVOLUÇÃO DA ACIDEZ TITULÁVEL E PH DURANTE O ARMAZENAMENTO REFRIGERADO..... | 58 |
| TABELA 9. ANOVA USANDO O VALOR DE QM DA INTERAÇÃO MARCA*LOTE COMO RESÍDUO PARA AVALIAR A PROBABILIDADE DE EVOLUÇÃO DA COR DO QUEIJO DE COALHO ANTES DO DERRETIMENTO DURANTE O TEMPO DE ARMAZENAMENTO REFRIGERADO. | 62 |
| TABELA 10. VARIAÇÃO DA COR (ΔE) INDIVIDUAL DE CADA MARCA EM RELAÇÃO A MARCA A NO DIA 40 DE ARMAZENAMENTO REFRIGERADO. | 64 |
| TABELA 11. ANOVA USANDO O VALOR DE QM DA INTERAÇÃO MARCA*LOTE COMO RESÍDUO PARA AVALIAR A PROBABILIDADE DE EVOLUÇÃO DA COR DO QUEIJO DE COALHO APÓS O DERRETIMENTO DURANTE O TEMPO DE ARMAZENAMENTO REFRIGERADO..... | 65 |
| TABELA 12. DEFINIÇÕES DOS TERMOS DESCRITIVOS E MATERIAIS DE REFERÊNCIAS UTILIZADOS PARA O TREINAMENTO DA EQUIPE SENSORIAL DE QUEIJO DE COALHO. ... | 71 |

| | |
|--|-----|
| TABELA 13. PARÂMETROS ASSOCIADOS AO PODER DISCRIMINATIVO DOS PROVADORES COM RELAÇÃO ÀS AMOSTRAS (PFAMOSTRA) E À REPRODUTIBILIDADE DOS JULGAMENTOS (PFREPETIÇÃO). (VALORES DESEJÁVEIS PARA SELEÇÃO: PFAMOSTRA<0,50 E PFREPETIÇÃO>0,05). | 75 |
| TABELA 14. MÉDIAS DOS ATRIBUTOS SENSORIAIS DAS MARCAS DE QUEIJO DE COALHO NO DIA 20 DE ARMAZENAMENTO REFRIGERADO. | 80 |
| TABELA 15. MÉDIAS DOS ATRIBUTOS SENSORIAIS DAS MARCAS DE QUEIJO DE COALHO NO DIA 40 DE ARMAZENAMENTO REFRIGERADO. | 81 |
| TABELA 16. MÉDIAS DOS ATRIBUTOS SENSORIAIS DAS MARCAS DE QUEIJO DE COALHO NO DIA 60 DE ARMAZENAMENTO REFRIGERADO. | 82 |
| TABELA 17. MÉDIAS DOS ATRIBUTOS SENSORIAIS DAS MARCAS DE QUEIJO DE COALHO NO DIA 90 DE ARMAZENAMENTO REFRIGERADO. | 83 |
| TABELA 18. COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO (R^2)E NÍVEL DE SIGNIFICÂNCIA (P) PARA OS ATRIBUTOS SENSORIAIS AO LONGO DO TEMPO. | 91 |
| TABELA 19. MÉDIAS OBTIDAS PARA A ACEITAÇÃO DE QUEIJO DE COALHO SERVIDO REFRIGERADO NO DIA 30 DE ARMAZENAMENTO. | 95 |
| TABELA 20. CARACTERÍSTICAS SENSORIAIS QUE OS PROVADORES MAIS GOSTARAM E MENOS GOSTARAM PARA O QUEIJO DE COALHO REFRIGERADO. | 96 |
| TABELA 21. MÉDIAS OBTIDAS PARA A ACEITAÇÃO DE QUEIJO DE COALHO SERVIDO GRELHADO NO DIA 60 DE ARMAZENAMENTO. | 97 |
| TABELA 22. CARACTERÍSTICAS SENSORIAIS QUE OS PROVADORES MAIS GOSTARAM E MENOS GOSTARAM EM RELAÇÃO À TEXTURA DO QUEIJO DE COALHO GRELHADO. | 99 |
| TABELA 23. MÉDIAS DE ACEITAÇÃO DOS DADOS AGRUPADOS, CONSIDERANDO-SE OS 100 CONSUMIDORES, E POSTERIORMENTE ESTRATIFICADOS NOS 4 GRUPOS DESCRITOS ACIMA, PARA AS SETE MARCAS DE QUEIJO DE COALHO REFRIGERADO. | 105 |
| TABELA A 1. COMPOSIÇÃO DO 1º LOTE DAS SETE MARCAS COMERCIAIS DE QUEIJO DE COALHO. | 120 |
| TABELA A 2. COMPOSIÇÃO DO 2º LOTE DAS SETE MARCAS COMERCIAIS DE QUEIJO DE COALHO. | 121 |
| TABELA A 3. COMPOSIÇÃO DO 3º LOTE DAS SETE MARCAS COMERCIAIS DE QUEIJO DE COALHO. | 122 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| FIGURA 1. FLUXOGRAMA DE PROCESSAMENTO DE QUEIJO DE COALHO ARTESANAL (LINHA TRACEJADA) E INDUSTRIAL (LINHA CONTÍNUA) FABRICADO NO ESTADO DO CEARÁ..... | 7 |
| FIGURA 2. REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DA PRODUÇÃO DE QUEIJOS (FOX; LAW, 1991)..... | 9 |
| FIGURA 3. REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DA DESESTABILIZAÇÃO DA MICELA DA CASEÍNA DO LEITE (VISSER, 1993)..... | 10 |
| FIGURA 4. ORDEM DE ATUAÇÃO DOS AGENTES PROTEOLÍTICOS DURANTE A MATURAÇÃO (SOUZA; ARDÖ; McSWEENEY, 2001). | 14 |
| FIGURA 5. REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DO SISTEMA PLASMINA NO LEITE (McSWEENEY, 2004)..... | 15 |
| FIGURA 6. QUESTIONÁRIO APLICADO ÀS INDUSTRIAS PRODUTORAS DE QUEIJO DE COALHO. | 24 |
| FIGURA 7. QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DO CONSUMO DE QUEIJO DE COALHO. | 26 |
| FIGURA 8. FICHA UTILIZADA NA APLICAÇÃO DO TESTE DE DIFERENÇA DO CONTROLE. | 33 |
| FIGURA 9. FICHA UTILIZADA NO LEVANTAMENTO DOS TERMOS DESCRITORES PARA O ATRIBUTO TEXTURA..... | 35 |
| FIGURA 10. ILUSTRAÇÃO FOTOGRÁFICA DA CHURRASQUEIRA ELÉTRICA UTILIZADA NO TESTE DE ACEITAÇÃO. | 38 |
| FIGURA 11. ILUSTRAÇÃO FOTOGRÁFICA DA GRELHAGEM DAS AMOSTRAS OFERECIDAS NO TESTE DE ACEITAÇÃO. | 39 |
| FIGURA 12. FICHA UTILIZADA NA APLICAÇÃO DO TESTE DE ACEITAÇÃO DO QUEIJO DE COALHO GRELHADO. | 40 |
| FIGURA 13. FREQUÊNCIA DE CONSUMO DE QUEIJO DE COALHO CITADA PELOS ENTREVISTADOS. | 46 |

| | |
|---|----|
| FIGURA 14. FORMAS DE CONSUMO DO QUEIJO DE COALHO..... | 47 |
| FIGURA 15. EVOLUÇÃO DO PH DOS QUEIJOS DE COALHO DURANTE TEMPO DE ARMAZENAMENTO REFRIGERADO..... | 54 |
| FIGURA 16. EVOLUÇÃO DA ACIDEZ DOS QUEIJOS DE COALHO DURANTE TEMPO DE ARMAZENAMENTO REFRIGERADO..... | 54 |
| FIGURA 17. EVOLUÇÃO DA EXTENSÃO DA PROTEÓLISE (% NITROGÊNIO SOLÚVEL A PH 4,6 / NITROGÊNIO TOTAL) DOS QUEIJOS DE COALHO DURANTE O ARMAZENAMENTO REFRIGERADO. | 56 |
| FIGURA 18. EVOLUÇÃO DA PROFUNDIDADE DA PROTEÓLISE (% NITROGÊNIO SOLÚVEL EM TCA 12% / NITROGÊNIO TOTAL) DOS QUEIJOS DE COALHO DURANTE O ARMAZENAMENTO REFRIGERADO..... | 57 |
| FIGURA 19. CAPACIDADE DO DERRETIMENTO DOS QUEIJOS DE COALHO DURANTE O TEMPO DE ARMAZENAMENTO REFRIGERADO..... | 59 |
| FIGURA 20. FORMAÇÃO DE ÓLEO LIVRE DAS DIFERENTES MARCAS DE QUEIJO DE COALHO DURANTE O TEMPO DE ARMAZENAMENTO REFRIGERADO..... | 60 |
| FIGURA 21. DISPERSÃO DA MARCAS DE QUEIJO DE COALHO NO SÓLIDO TRIDIMENSIONAL DE COR NO DIA 40 DE ARMAZENAMENTO REFRIGERADO, PARA A COR ANTES DO DERRETIMENTO. | 63 |
| FIGURA 22. VARIAÇÃO DO VALOR DE L* DAS DIFERENTES MARCAS DE QUEIJO DE COALHO DURANTE O TEMPO DE ARMAZENAMENTO REFRIGERADO..... | 66 |
| FIGURA 23. VARIAÇÃO DO VALOR DE B* DAS DIFERENTES MARCAS DE QUEIJO DE COALHO DURANTE O TEMPO DE ARMAZENAMENTO REFRIGERADO..... | 66 |
| FIGURA 24. DISPERSÃO DA MARCAS DE QUEIJO DE COALHO NO SÓLIDO TRIDIMENSIONAL DE COR NO DIA 40 DE ARMAZENAMENTO REFRIGERADO, PARA A COR APÓS O DERRETIMENTO. | 68 |
| FIGURA 25. FICHA DE AVALIAÇÃO DESCRITIVA UTILIZADA NO TREINAMENTO, SELEÇÃO FINAL E AVALIAÇÃO DAS AMOSTRAS DE QUEIJO DE COALHO..... | 70 |
| FIGURA 26. EXEMPLO DO GRAU DE CONSENSO EXISTENTE ENTRE OS PROVADORES PARA O ATRIBUTO MACIEZ NA 13ª SESSÃO DE TREINAMENTO..... | 72 |
| FIGURA 27. GRAU DE CONSENSO DA EQUIPE DE PROVADORES PARA O ATRIBUTO APARÊNCIA SECA NO TESTE DE SELEÇÃO FINAL DOS PROVADORES..... | 74 |

| | |
|--|-----|
| FIGURA 28. PERFIL SENSORIAL DAS MARCAS DE QUEIJO COALHO NO DIA 20 DE ARMAZENAMENTO REFRIGERADO..... | 78 |
| FIGURA 29. PERFIL SENSORIAL DAS MARCAS DE QUEIJO COALHO NO DIA 40 DE ARMAZENAMENTO REFRIGERADO..... | 78 |
| FIGURA 30. PERFIL SENSORIAL DAS MARCAS DE QUEIJO COALHO NO DIA 60 DE ARMAZENAMENTO REFRIGERADO..... | 79 |
| FIGURA 31. PERFIL SENSORIAL DAS MARCAS DE QUEIJO COALHO NO DIA 90 DE ARMAZENAMENTO REFRIGERADO..... | 79 |
| FIGURA 32. ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS REALIZADO NO DIA 20 DE ARMAZENAMENTO REFRIGERADO..... | 86 |
| FIGURA 33. ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS REALIZADO NO DIA 40 DE ARMAZENAMENTO REFRIGERADO..... | 87 |
| FIGURA 34. ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS REALIZADO NO DIA 60 DE ARMAZENAMENTO REFRIGERADO..... | 88 |
| FIGURA 35. ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS REALIZADO NO DIA 90 DE ARMAZENAMENTO REFRIGERADO..... | 89 |
| FIGURA 36. EVOLUÇÃO DO GOSTO AMARGO DOS QUEIJOS DE COALHO DURANTE O TEMPO DE ARMAZENAMENTO REFRIGERADO..... | 93 |
| FIGURA 37. INTENÇÃO DE COMPRA DO QUEIJO DE COALHO REFRIGERADO. | 100 |
| FIGURA 38. INTENÇÃO DE COMPRA DO QUEIJO DE COALHO GRELHADO. | 101 |
| FIGURA 39. MAPA DE PREFERÊNCIA INTERNO REPRESENTA PELAS SETE MARCAS DE QUEIJO DE COALHO REFRIGERADO..... | 103 |
| FIGURA 40. MAPA INTERNO DE PREFERÊNCIA REPRESENTADO PELOS CONSUMIDORES DE QUEIJO DE COALHO REFRIGERADO..... | 104 |

RESUMO GERAL

O objetivo deste trabalho foi caracterizar o consumidor e as indústrias produtoras, determinar o perfil físico-químico, sensorial e funcional dos queijos de coalho comercializados no município de Campinas, S.P. O estudo foi realizado em três etapas: 1) caracterização das indústrias produtoras das marcas comerciais disponíveis no mercado; 2) conhecimento do perfil do consumidor de queijo de coalho do município de Campinas; 3) avaliação das marcas de queijo de coalho comercializado em Campinas em relação à sua composição, funcionalidade e características sensoriais. Na primeira etapa, foi aplicado um questionário às indústrias produtoras das marcas de queijo de coalho utilizadas no estudo, o que gerou informações sobre as características das empresas e o procedimento de fabricação utilizado. Em geral, as indústrias são queijarias de pequeno e médio porte, que distribuem o queijo principalmente para o estado de São Paulo. Houve grande variação no processamento do queijo de coalho entre as indústrias, que utilizam procedimentos de fabricação visando inibir a ação do coagulante e do fermento láctico de modo a obter um queijo com baixa capacidade de derretimento e que não escoe pela grelha, característica mais requerida pelo mercado consumidor e determinante na compra do produto. Na segunda etapa, para se conhecer o perfil do consumidor, foi aplicado um questionário de avaliação de consumo de queijo de coalho em um hipermercado de grande influência no município de Campinas. Os consumidores do município de Campinas declararam que a principal forma de consumo do queijo é na forma grelhada e que o sabor é o atributo de qualidade mais esperado no queijo. Na terceira etapa, foram coletadas sete marcas diferentes de queijo de coalho em três ocasiões diferentes, em hipermercados e grandes supermercados do município de Campinas, S.P., com datas de fabricação similares. A composição dos queijos foi determinada e as mudanças que ocorreram durante os 90 dias de armazenamento

refrigerado (proteólise, propriedades funcionais e perfil sensorial) foram monitoradas. Aos 30 e 60 dias de armazenamento, os queijos foram avaliados quanto à aceitação sensorial e intenção de compra. Houve grande variação na composição dos queijos. O queijo da marca E pode ser considerado atípico, não se enquadrando nas exigências da legislação brasileira e apresentando grandes diferenças na composição, funcionalidade e propriedades sensoriais. Em geral, os queijos apresentaram pH elevado e baixa acidez titulável. Todos os queijos apresentaram baixa extensão e profundidade da proteólise resultando em queijos com baixa capacidade de derretimento e que não escoam pela grelha, característica requerida pelo mercado consumidor e determinante na compra do produto. Não houve diferença significativa na capacidade de derretimento entre as marcas analisadas e com o tempo de armazenamento refrigerado, o que foi altamente desejável, uma vez que isso determina o fim da sua vida de prateleira. A Análise Descritiva Quantitativa mostrou que as marcas avaliadas apresentaram perfis sensoriais distintos e suas características foram marcantes e bem definidas. A marca C foi a preferida pelos provadores que declararam ser o sabor, a característica mais apreciada nesse queijo. A Análise de Componentes Principais (ACP) mostrou que os queijos da marca C se caracterizaram pelos atributos sabor de manteiga e aroma de manteiga. Estes atributos, bastante valorizados pelos consumidores de queijos, podem estar relacionados ao tratamento térmico do leite (68-69°C/5min), que foi diferente dos utilizados pelas outras marcas. O tratamento térmico diferenciado pode ter selecionado microrganismos e, conseqüentemente suas enzimas, capazes de produzir diacetil, composto característico do sabor e aroma de manteiga.

SUMMARY

The objective of this work was to characterize the consumer and the producing industries, to determine the physico-chemical, sensorial and functional profile of “coalho” cheese commercialized in Campinas, S.P. The study was carried out in three steps: 1) characterization of the producing industries of commercial “coalho” cheese, found in Campinas city; 2) determination of “coalho” cheese consumer profile of Campinas, S.P.; 3) characterization of the seven brands of “coalho” cheese, found in Campinas, in relation to its composition, functionality and sensorial characteristics. In the first step, a questionnaire was sent to the seven producing industries of “coalho” cheese, which generated information on the characteristics of the companies and the used procedure of manufacture. In general, they are small to average size cheese industries that distribute the cheese mainly for the state of São Paulo. There was a large variation among cheesemaking procedure used by the industries. However, all of them use manufacture procedures aiming to inhibit or decrease the action of the coagulant and starter in order to obtain a cheese with low melting capacity which does not flow off when grilled, a characteristic required by the consumer and determinant for the purchase intention of the product. In the second step, to know the consumer profile, a questionnaire was applied at a big supermarket of Campinas city. The consumers stated the cheese is consumed mainly in the grilled form and that its flavor is the most appreciated cheese attribute. In the third step, seven different brands of “coalho” cheese, presenting similar dates of manufacture, were collected, in three different occasions, on the great supermarkets of Campinas, S.P.. The cheese composition was determined and the changes occurring during the 90 days of refrigerated storage (proteolysis, functional properties and sensorial characteristics) were monitored. At 30 and 60 days of storage, the cheeses were evaluated for sensorial acceptance and buying intention. There was a great variation on cheese composition for the different brands studied. The cheese of the brand E could be considered atypical, for not fitting the requirements of Brazilian

law and for presenting great differences in composition, sensorial and functional properties as compared with other cheeses. In general, the cheeses showed high pH and low titratable acidity. All the cheeses presented low extension and depth of proteolysis resulting in cheeses with low melting capacity. There was no significant difference in the melting capacity among the studied brands and with the aging time; this fact is highly desirable because high cheese melting determines the end of its shelf life. The Quantitative Descriptive Analysis showed that the evaluated brands have distinct sensorial profiles. Each brand presented sensorial attributes that were marked and well defined. Brand C was the preferred cheese and the flavor, the most appreciated characteristic. The Principal Component Analyses (PCA), showed that the cheeses of brand C was characterized for the attributes flavor and aroma of butter. These attributes, most valued by the cheese consumers, could be related to the thermal treatment of milk (68-69°C/5min), used only for the brand C. This different thermal treatment might have selected microorganisms and thus, enzymes able to produce diacetyl, component responsible for the flavor and aroma of butter.

1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

O queijo de coalho é um dos mais tradicionais produtos de laticínios produzidos no nordeste brasileiro. É um produto de grande importância sócio-econômica, com expressiva participação na fonte de renda e geração de emprego local. Sua origem está ligada à fabricação artesanal, fato que persiste até hoje, principalmente em pequenas unidades localizadas na zona rural, os quais não contam com tecnologias de manufatura apropriadas e elaboram o queijo a partir de leite cru, sendo comercializado à temperatura ambiente e encontrado em locais de venda de alimentos.

Industrialmente, o leite utilizado na fabricação do queijo é pasteurizado e adicionado de culturas lácticas selecionadas, resultando em produtos com maior segurança microbiológica, porém com alteração nas características sensoriais em relação aos elaborados artesanalmente. Em geral, são comercializados sob temperatura de refrigeração e encontrados em supermercados ou lojas especializadas.

A legislação brasileira sobre queijo de coalho contempla as variações regionais, o largo espectro de variação na composição, as diferentes formas de fabricação do queijo, refletindo a falta de um padrão de identidade para esse produto.

Com o aumento no consumo desta variedade de queijo, indústrias não nordestinas tem fabricado o queijo de coalho e, o mercado recebe produtos com características diversas. No nordeste, o maior uso deste produto é como queijo de mesa e, no estado de São Paulo o produto vem se popularizando e é consumido sob a forma de espeto para churrasco, fabricado sempre a partir de leite pasteurizado e provindo de várias regiões do país, sendo comercializado em hipermercados sob temperatura de refrigeração e com vida de prateleira de no máximo 120 dias.

O estudo das características dos queijos de coalho comercializados no município de Campinas, o levantamento do perfil do consumidor e das

características tecnológicas empregadas pela indústria contribuirá para a caracterização do produto no mercado, contribuindo para a padronização do processo de fabricação. Além disso, o levantamento de atributos de qualidade, como percebidos pelo consumidor do município de Campinas, pode trazer informações valiosas para o processo de caracterização e identidade desse queijo, levando a uniformidade de suas características e a uma melhoria da qualidade do produto final, considerando as expectativas do mercado.

2. OBJETIVOS

O objetivo geral deste trabalho foi avaliar as características físico-químicas, sensoriais e funcionais dos queijos de coalho comercializados no município de Campinas, S.P.

Os objetivos específicos foram:

- ✓ Caracterizar as indústrias produtoras de queijo de coalho comercializadas no município de Campinas, S.P.
- ✓ Determinar o perfil do consumidor de queijo de coalho no município de Campinas, S.P.
- ✓ Determinar a composição química das amostras comerciais encontradas em supermercados grandes e hipermercados;
- ✓ Avaliar a qualidade e funcionalidade do queijo durante a estocagem refrigerada, pelo acompanhamento da proteólise, e das mudanças que podem ocorrer na cor, capacidade de derretimento e formação de óleo livre;
- ✓ Levantar os atributos de qualidade através de análise Sensorial Descritiva Quantitativa (ADQ[®]), aceitação e intenção de compra;

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. O QUEIJO DE COALHO

O queijo de coalho é um dos produtos mais difundidos na região nordeste, participando consideravelmente da economia local. No entanto, sua produção não consta em estatísticas oficiais, já que grande parte da produção é de origem artesanal. Segundo pesquisa do SEBRAE/CE (1998), o queijo é consumido diariamente por 26,4% da população de Fortaleza e 27,7% no interior do estado. Seu nome provavelmente se deve ao fato de ter sido tradicionalmente elaborado com leite coagulado pela ação do coalho animal, obtido pela adição de pedaços do estômago de pequenos animais (mocó, preá, cabrito, bezerro) (AQUINO, 1983). Esta forma de adição ainda ocorre na região do Jaguaribe/CE, onde 50% dos produtores ainda utilizam pedaços do estômago animal para coagular o leite (NASSU et al., 2001).

A Secretaria de Defesa Agropecuária (SDA) do Ministério da Agricultura (BRASIL, 2001a) define o queijo de coalho como aquele que se obtém por coagulação do leite por meio do coalho ou outras enzimas coagulantes apropriadas, complementados ou não pela ação de bactérias lácteas selecionadas e comercializados normalmente com até 10 (dez) dias de fabricação. Ele é classificado como queijo de média a alta umidade, de massa semi-cozida ou cozida e apresentando um teor de gordura nos sólidos totais variável entre 35,0% e 60,0%, podendo, portanto ser classificado como um queijo gordo ou semi-gordo (BRASIL, 1996).

Como a legislação para este queijo é muito abrangente e pouco definida, contempla as variações percebidas na composição físico-química do produto, refletindo na falta de identidade do queijo de coalho. As diferenças na sua composição físico-química podem ser verificadas em várias regiões do nordeste, como no estado do Ceará, onde o queijo foi classificado em extra gordo ou duplo

creme, gordo e de média umidade com teor médio de proteína em 25,02%, acidez 0,26% e pH 5,2 (FEITOSA, 1984; SEBRAE, 1998; NASSU et al., 2001). Na região do Recife, o queijo foi classificado em semi gordo e de alta umidade (SENA et al., 2000), em Sergipe, como de alta umidade a muita alta umidade, com índice de acidez variando de 0,3% a 1,71% (SENA et al, 2000) e no estado da Paraíba, em gordo, de média umidade a alta umidade, com teor de proteína variável de 21,78% a 23,47% (AQUINO, 1983). Também foram encontrados teores variáveis de sal de 1,5% a 3,0%, valores médios de cloretos 1,91%, acidez 0,44%, proteína 24,26%, cinzas 4,41% e pH na faixa de 4,9 a 6,37 para as diversas regiões do Ceará (BRANCO, 2002; NASSU et al, 2001 ; SEBRAE,1998).

A composição do leite e as variáveis do processo são as principais fontes de variação com importância tecnológica que exercem influência na qualidade e nas características do produto final.

3.2. PROCESSAMENTO DE QUEIJO DE COALHO

Segundo o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Queijo de Coalho (BRASIL, 2001a), as características distintivas do processo de elaboração são a coagulação em torno de 40 min., corte e mexedura da massa, remoção parcial do soro, aquecimento da massa com água quente ou vapor indireto até obtenção de massa semicozida (até 45°C) ou cozida (entre 45°C e 55°C), adição de sal à massa, e, se for o caso, prensagem seguido de secagem, embalagem e estocagem em temperatura média de 10-12°C, normalmente em até 10 dias. A legislação brasileira também permite que o queijo seja fabricado sem cozimento da massa.

Nassu e outros (2001), realizando um estudo sobre o processamento de queijo de coalho no estado do Ceará em 57 unidades produtoras, constataram que 85% dos produtores utilizavam leite cru e que somente as unidades que possuíam inspeção federal utilizavam o leite pasteurizado com adição de culturas lácteas selecionadas, sendo o processamento muito similar ao queijo minas padrão. 50%

dos produtores na região do Jaguaribe utilizavam, como coagulante, pedaços do estômago de animais. O aquecimento da massa era feito de três maneiras: a) pela adição de soro quente à massa; b) por adição de água quente à massa; c) por vapor indireto. A salga era sempre feita diretamente na massa e embalado à vácuo, em filmes de polietileno, ou mesmo sem nenhuma embalagem. O armazenamento era realizado à temperatura de refrigeração (processadoras de maior porte) ou à temperatura ambiente (artesanais).

A Figura 1 apresenta o fluxograma de processamento de queijo de coalho artesanal e industrial fabricado no estado do Ceará.

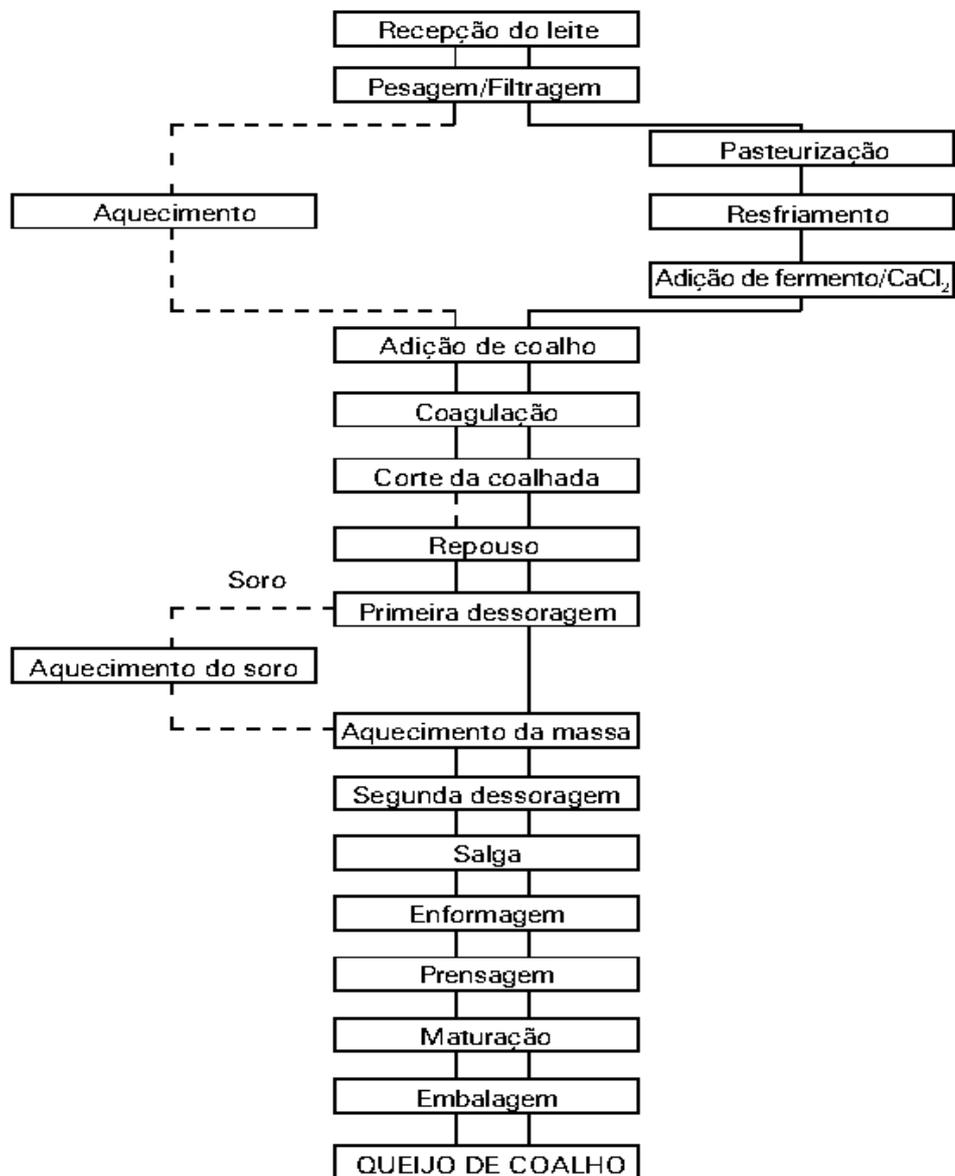


Figura 1 Fluxograma de processamento de queijo de coalho artesanal (linha tracejada) e industrial (linha contínua) fabricado no estado do Ceará.

3.3. LEITE PARA QUEIJO

De acordo com o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Queijos (Brasil, 1996), o leite utilizado para a elaboração de queijos deverá ser submetido à pasteurização clássica (72-75°C/ 15-20seg) ou tratamento térmico equivalente que assegure a fosfatase residual negativa, sendo somente permitido a utilização de leite cru para queijos submetidos ao processo de maturação por pelo menos 60 dias a uma temperatura superior a 5°C.

O leite cru tem sido associado a microorganismos patogênicos clássicos como *Staphylococcus coagulase positiva*, *Bacillus cereus*, *Escherichia coli*, espécies de *Salmonella* e *Clostridium* e, nos últimos anos, a novos agentes transmissores de doenças, referidos como emergentes, incluindo-se *E.coli* 0157:H7, *Campylobacter jejuni*, *Yersinia enterocolitica* e *Listeria monocytogenes*, (DOYLE, 1992).

A pasteurização do leite tem como objetivo eliminar microorganismos patogênicos e reduzir o número de células viáveis evitando riscos à saúde pública (SOUSA; MALCATA, 1996). No entanto, as mudanças provocadas pela pasteurização nos constituintes do leite tornam necessária a adição de cloreto de cálcio e de fermento láctico ao leite destinado à fabricação de queijos. A pasteurização elimina grande parte da microflora do leite, responsável pela acidificação e pela liberação de enzimas responsáveis pelas alterações das características sensoriais como textura, aroma e sabor desenvolvidos durante a cura (SING; WAUNGANA, 2001).

No nordeste, o queijo de coalho é tradicionalmente feito a partir de leite cru. A falta de controle de qualidade em relação ao leite utilizado para a manufatura tradicional do queijo de coalho pode ser comprovada por estudos que avaliam a qualidade microbiológica do queijo e resultam em produtos impróprios para o consumo humano (BRANCO, 2002; LEITE JUNIOR et al., 2000; FLORENTINO; MARTINS, 1999).

3.4. A PRODUÇÃO DE QUEIJO

A produção de queijo pode ser esquematicamente dividida em duas fases, preparação do coágulo (manufatura) e subsequente maturação como apresenta a Figura 2.



Figura 2. Representação esquemática da produção de queijos (FOX; LAW, 1991).

A manufatura é essencialmente um processo de desidratação, onde a caseína e a gordura são concentradas de 6 a 10 vezes, para a maioria dos queijos e também para o queijo de coalho, através da coagulação enzimática da caseína, formando um gel com a gordura oclusa no coágulo formado (FOX, 1989).

A conversão do leite em queijo envolve as seguintes operações distintas e interrelacionadas:

a) acidificação, que consiste na fermentação da lactose com produção de ácido láctico pelas bactérias ácido lácticas provindas da cultura iniciadora ou mesmo daquelas que sobreviveram ao processo de pasteurização do leite. O desenvolvimento de ácido afeta a atividade do coagulante durante a manufatura, a retenção do coagulante na massa que afeta a extensão e o tipo de proteólise durante a maturação do queijo, a atividade da plasmina, a prevenção do crescimento e/ou sobrevivência de patógenos, a sinérese do gel que afeta a atividade de água, que determina a estabilidade do queijo e controla a intensidade de maturação, por regular o crescimento das bactérias lácticas e a atividade de enzimas no queijo, a solubilização do fosfato de cálcio coloidal que afeta a textura e capacidade de derretimento (FOX; LUCEY; COGAN, 1990).

b) coagulação, relativa à ação de uma enzima coagulante sobre a caseína do leite, sendo dividida em: 1) fase primária (enzimática), onde ocorre a clivagem da ligação Phe₁₀₅-Met₁₀₆ da k-caseína, desestabilizando a micela, formando a paracaseína (f₁₋₁₀₅ fortemente hidrofóbica e que permanece ligada à micela) + (glico) macropéptídeos (f₁₀₆₋₁₆₉ hidrofílico e que se difunde para a fase aquosa – soro); 2) fase secundária (não-enzimática), fortemente dependente do cálcio, que se refere à agregação da paracaseína (quando aproximadamente 85% da k-caseína já foi hidrolisada) sob influência dos íons de cálcio à temperaturas maiores de 20°C formando o coágulo ou gel (FOX; LUCEY, 1993). O processo é influenciado pelo pH, temperatura, especificidade do coagulante, quantidade de íons de cálcio disponíveis, qualidade e tratamento térmico do leite, etc (KLOOSTERMAN, 1991). A Figura 3 ilustra a representação esquemática da desestabilização da micela da caseína pelo agente coagulante. A quimosina é a principal enzima coagulante utilizada na fabricação de queijos e há um aumento de sua atividade quando ocorre um decréscimo de pH, sendo que até 10% da enzima usada para a coagulação permanece ativa no queijo e contribui nos estágios iniciais da maturação (fase terciária)(FARKYE,2004).

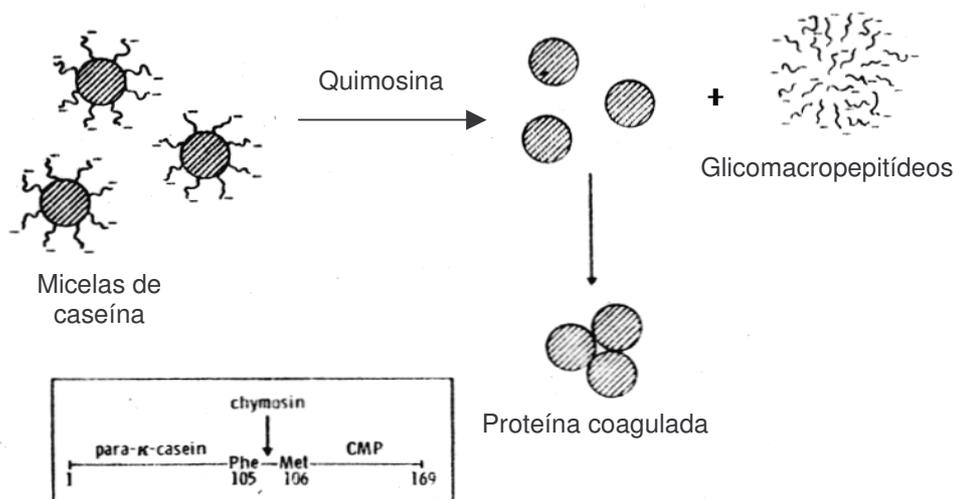


Figura 3. Representação esquemática da desestabilização da micela da caseína do leite (VISSER, 1993)

c) desidratação, que se inicia com o corte do coágulo quando este alcança a firmeza necessária devido à contração da rede protéica. A quebra do gel aumenta a área superficial facilitando a sinerese e o soro é então expelido juntamente com lactose e sais em solução. O soro pode então ser drenado, e as etapas subsequentes de cozimento da massa e prensagem são muito dependentes do tipo de queijo e tem como função promover uma maior sinerese do gel (KLOOSTERMAN, 1991). A extensão da dessoragem é função do pH, da temperatura de cozimento, tamanho do corte dos grãos, agitação, concentração de proteína e cálcio no leite, que durante a manufatura são controlados de modo a obter o queijo com a quantidade de umidade desejada (FOX; LUCEY; COGAN, 1990). Durante o tratamento da massa, quando o soro é parcialmente removido e substituído por adição de água quente à massa, ocorre uma delactosagem do grão devido à mudança no equilíbrio osmótico de lactose, causado pela diluição do soro, e, portanto, há uma menor produção de ácido láctico, resultando em queijos de sabor mais brando, teor de umidade mais alto e formação de textura mais elástica. Quando o aquecimento é indireto, os queijos apresentam sabor mais ácido e textura mais firme (OLIVEIRA, 1981; FURTADO, 1991).

d) salga, que se refere à aplicação de sal no queijo, pode ser realizada através da salga úmida (em salmoura), salga seca (sal é adicionado na superfície externa do queijo) e salga na massa (adição direta de sal no fim do processo de manufatura). O sal tem três importantes funções: atuar como preservativo, contribuir diretamente no sabor e ser fonte de sódio. Por ser o maior determinante da atividade de água no queijo, exerce controle sobre o crescimento microbiano e a atividade enzimática, controla o metabolismo de lactose residual, que pode alterar as mudanças bioquímicas durante a maturação do queijo e no desenvolvimento simultâneo de aroma e sabor desejáveis (GUINEE, 2004) e, afeta a capacidade da caseína presente na matriz protéica de ligar água, favorecendo a sinerese e alterando as propriedades de funcionalidade e textura do queijo (PAULSON; McMAHON; CRAIG, 1998). A quantidade de sal no queijo é

melhor expressa pela relação sal/umidade (S/U) que controla o nível de atividade do fermento após a salga, sendo que níveis acima de 5% de S/U inibem a atividade do fermento (FARKYE, 2004).

3.5. MODIFICAÇÕES DURANTE O ARMAZENAMENTO REFRIGERADO

A composição e a estrutura do queijo são determinadas durante o processo de manufatura, no entanto a individualidade e as características únicas de cada variedade são desenvolvidas durante o processo de maturação (FOX; LAW, 1991), que envolve uma série complexa de mudanças bioquímicas e microbiológicas (crescimento de microflora contaminante e /ou provindas do fermento secundário e lise das células das bactérias ácido lácticas), eventos interrelacionados e referidos como glicólise, lipólise e proteólise, que resultam em desenvolvimento de sabor, aroma e alteração de textura que caracterizam cada variedade de queijo (McSWEENEY, 2004). A extensão e a profundidade de maturação depende do tempo e temperatura de armazenamento, composição do queijo e tipo e atividade de enzimas e microorganismos presentes (FARKYE; FOX, 1990; KLOOSTERMAN, 1991).

A glicólise é um dos eventos primários que se inicia durante o processo de manufatura e é caracterizada pela conversão da lactose em ácido láctico através das bactérias ácido lácticas do fermento e/ou da microflora naturalmente presente no leite (FOX; LUCEY; COGAN, 1990). A produção de ácido continua nos estágios primários da maturação, para a maioria das variedades, causando um decréscimo no pH que pode chegar a 5,0 em 12 a 24 horas, a partir do início da fabricação (FOX; LAW, 1991). A diminuição do pH é importante na qualidade final do queijo pois evita o desenvolvimento da microflora secundária indesejável (McSWEENEY, 2004). A concentração de lactose residual da massa depende das condições de manufatura, do tipo e atividade do fermento, e especialmente da relação sal /umidade (S/U) (FARKYE; FOX, 1990). Em geral, aproximadamente 98% da

lactose do leite é perdida no soro, permanecendo na massa somente 0,5% a 1,8%, que é rapidamente metabolizada em L-lactato pelas bactérias ácido lácticas provindas da cultura iniciadora (FOX; LAW, 1991).

A proteólise é um dos principais e mais complexos eventos que ocorrem durante o processo de maturação com contribuição direta no desenvolvimento de sabor e alteração de textura em queijos maturados. A hidrólise da proteína retida no coágulo (basicamente caseínas) resulta inicialmente em grandes peptídeos, posteriormente em pequenos peptídeos e finalmente em aminoácidos livres (McSWEENEY, 2004), sendo que os grandes peptídeos formados são normalmente insípidos ou amargos e não contribuem diretamente para o sabor típico do queijo. No entanto, a mistura de pequenos peptídeos e aminoácidos influencia diretamente o desenvolvimento de sabor (FARKYE, 2004) e, indiretamente por atuarem como precursores de reações catabólicas (via desaminação ou descarboxilação, ou pela ação de aminotransferase ou liase) que resultam na formação de compostos de sabor como aminas, ácidos, tióis e tioésteres, que são únicos para cada variedade de queijo e dependente do tipo de enzimas e microorganismos presentes (PRIETO et al., 2004). As alterações de textura estão relacionadas com a hidrólise da matriz de caseína, aumento de pH (devido à formação de NH_3) e decréscimo da atividade de água causada pelo aumento da retenção de água pelos novos grupos aminos e carboxílicos formados durante a degradação da proteína (McSWEENEY, 2004).

Os principais agentes proteolíticos envolvidos no processo de proteólise são: coagulante residual; proteinases naturais do leite; proteinases e peptidases liberadas a partir da lise das células das bactérias ácido lácticas provenientes da cultura láctica; proteinases e peptidases liberadas pelas bactérias ácido lácticas não provenientes da cultura láctica (contaminantes ou sobreviventes ao tratamento térmico aplicado) e pelas enzimas das bactérias provenientes do fermento secundário (FOX, 1989). A Figura 4 ilustra a ordem de atuação dos agentes proteolíticos durante a maturação.

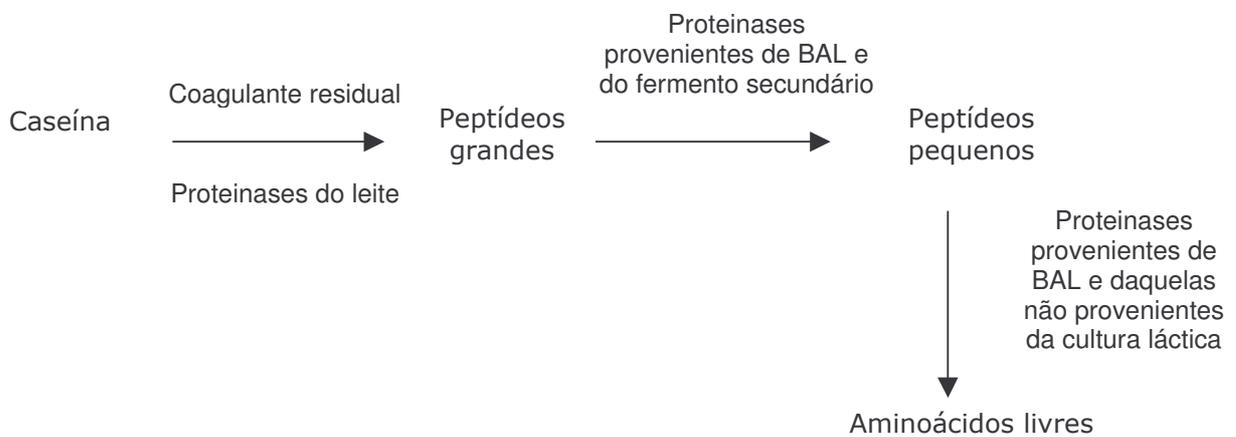


Figura 4. Ordem de atuação dos agentes proteolíticos durante a maturação (SOUZA; ARDÖ; McSWEENEY, 2001).

O coagulante residual atua durante os estágios primários da maturação, hidrolisando preferencialmente a α_{S1} -caseína (f1-199) na ligação Phe₂₃-Phe₂₄ formando α_{S1-1} -caseína que leva ao amolecimento inicial da textura e que continua sendo modificada durante a maturação via hidrólise da α_{S1-1} -caseína (f24-199) (BERG; EXTERKATE, 1993). Esses resíduos, juntamente com a α_{S1-1} -caseína (f1-23), servem como substratos para as proteases provenientes de microorganismos, levando a formação de peptídeos de baixo peso molecular e aminoácidos livres, que contribuem diretamente na formação de sabor e como precursores de outros compostos de sabor. A β -caseína e a α_{S2} -caseína são pouco sensíveis à ação da quimosina (LANE et al., 1997; McSWEENEY, 2004).

A plasmina é uma protease natural do leite sendo secretada a partir de um precursor inativo, o plasminogênio, ativada por intermédio dos ativadores do plasminogênio e constituída também pelos inibidores de plasmina e plasminogênio (Figura 5) (McSWEENEY, 2004), possui afinidade por resíduos de Lys-X e Arg-X,

hidrolisando α_{s2} -caseína, porém a β -caseína é o seu principal substrado clivando as ligações Lys28-Lys29, Lys105-His106, Lys107-Glu108 produzindo γ 1-CN (β -CN f29-209), γ 2-CN (β -CN f106-209), γ 3-CN (β -CN f108-209), proteose peptona PP8 fast (β -CN f1-28), PP8 slow (β -CN f29-105 e f29-107), PP5 (β -CN f1-105 e f1-107) (SOUSA; ARDÖ; McSWEENEY, 2001). Plasmina, plasminogênio e ativadores de plasminogênio estão associados com a micela da caseína (pH 6,6-4,8) e permanecem no coágulo, enquanto inibidores de plasmina e plasminogênio são perdidos para o soro. Por apresentar atividade ótima a pH 7,5 e estabilidade térmica, a ação da plasmina é mais significativa em variedades de queijos com alta temperatura de cozimento da massa. Além disso, altas temperaturas de cozimento provocam a desnaturação do coagulante com perda de sua atividade e possivelmente inativam termicamente os inibidores dos ativadores de plasminogênio e plasmina, aumentando a taxa de ativação de plasminogênio para plasmina (FOX; LAW, 1991; BASTIAN; BROWN, 1996).

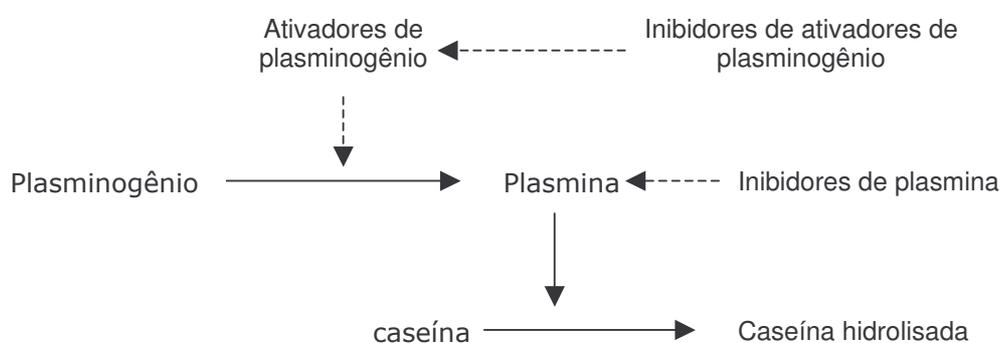


Figura 5. Representação esquemática do sistema plasmina no leite (McSWEENEY, 2004).

Os peptídeos produzidos pela ação do coagulante e da plasmina, possuem maior importância na fase primária da proteólise sendo futuramente hidrolisados

durante a maturação, por ação do sistema proteolítico extracelular (membrana celular) das bactérias ácido lácticas e pelas proteinases e peptidases intracelulares que são liberadas quando ocorre a lise das células, em peptídeos menores e aminoácidos livres (fase secundária), com produção

de sabor e aromas característicos de cada variedade de queijo (VISSER, 1991).

A concentração dos diferentes aminoácidos contidos no queijo está relacionada com a tecnologia de manufatura (tipo de cultura láctica, de coagulante, teores de umidade e sal), tempo e temperatura de maturação, tipo e extensão da proteólise (POVEDA, 2004), sendo comumente utilizada como índice de maturidade do queijo e envolve a separação, quantificação e caracterização dos compostos nitrogenados (N) formados durante a maturação. Os compostos nitrogenados (N) podem ser separados em compostos solúveis e insolúveis em solventes e quantificados analiticamente através de métodos espectrofotométricos ou de kjeldahl, enquanto os métodos eletroforéticos ou cromatográficos são freqüentemente utilizados para a caracterização individual dos peptídeos formados e promovem uma caracterização completa da proteólise em queijos (FARKIE; FOX, 1990).

Os índices conhecidos como “extensão” e “profundidade” medem a intensidade da proteólise em queijos, sendo que a extensão se refere à fração que contém compostos nitrogenados solúveis (NS), acumulados durante o processo de degradação da proteína e que possuem alto peso molecular (peptídeos grandes), expressa como porcentagem do nitrogênio total (NT), sendo a determinação analítica baseada na precipitação isoelétrica da caseína em pH 4,6 de uma amostra diluída de queijo, seguida pela quantificação do nitrogênio solúvel através do método de Kjeldahl (DESMAZEAUD; GRIPON, 1977).

$$\text{Índice de extensão} = \frac{\text{NS} \times 100}{\text{NT}}$$

O índice de profundidade da proteólise se refere às substâncias nitrogenadas de baixo peso molecular (aminoácidos livres) acumulados durante o processo de degradação da proteína, quantificados através do teor de nitrogênio não protéico (NNP) solúvel em ácido tricloroacético (TCA 12%) e expresso como porcentagem do nitrogênio total (NT):

$$\text{Índice de profundidade} = \frac{\text{NNP} \times 100}{\text{NT}}$$

A extensão da proteólise deve-se principalmente à ação proteolítica do coalho sobre as caseínas do queijo produzindo peptídeos de alto peso molecular constituindo a fração solúvel em pH 4,6, enquanto a profundidade da proteólise se refere principalmente à ação de proteinases e peptidases provindas de bactérias ácido lácticas produzindo peptídeos de baixo peso molecular e que constituem a fração solúvel em TCA 12% (FOX, 1988).

Lima e outros (1998) e Benevides e outros (2000) no estado do Ceará compararam a maturação de queijos de coalho fabricados a partir de leite cru e de leite pasteurizado adicionado de fermento láctico termofílico (constituído de *Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus bulgaricus*) à temperatura ambiente (29°C) e à temperatura de refrigeração (12°C), sendo observado que aos 10 dias de maturação, independente da temperatura de maturação utilizada, a proteólise foi muito limitada, no entanto com o aumento do tempo e da temperatura de maturação, houve aumento de maturação.

A temperatura é um fator importante durante a modificação dos processos bioquímicos e físicos que ocorrem no processo de maturação, sendo que temperaturas elevadas aceleram a hidrólise proteolítica reduzindo o tempo de maturação, alterando a atividade proteolítica das enzimas e o perfil de peptídeos formados. Em condições de refrigeração, a velocidade das reações é menor e

portanto o processo de maturação é mais lento, sendo provável que o coagulante residual desempenhe um papel mais importante que os outros agentes proteolíticos, uma vez que sua atuação ocorre nos estágios primários da maturação (LABORDA; RUBIOLO, 1999; VERDINI; RUBIOLO, 2002).

De acordo com o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Queijo de Coalho (BRASIL, 2001a), o produto deve ser mantido à 10-12°C e a comercialização pode ser feita com até 10 dias de fabricação. No município de Campinas, os queijos de coalho comercializados são sempre manufaturados com leite pasteurizado adicionados de pouca quantidade de cultura láctea, coalho como agente coagulante e mantidos sob refrigeração com vida-de-prateleira de 120dias, portanto espera-se uma proteólise limitada e que o coalho seja o maior agente proteolítico.

3.6. CAPACIDADE DE DERRETIMENTO

O queijo de coalho é consumido no estado de São Paulo principalmente na forma fracionada, em espetos para churrasco, preferencialmente grelhado e portanto, deve apresentar pouca capacidade de derretimento, permitindo que continue com seu formato original (sem derreter) durante o tempo necessário de grelha.

O derretimento é a capacidade das partículas dos queijos fluírem e formar uma fase uniformemente derretida que é direcionada inicialmente pela evaporação da água e fluidificação da gordura (WANG; SUN, 2002b).

Diferenças na capacidade de derretimento podem ser atribuídas à composição do queijo como teores de gordura, proteína, umidade, sal, pH e cálcio, e pelas modificações ocorridas durante a proteólise, pela capacidade de hidratação das proteínas e distribuição dos seus componentes através da rede protéica e da interação entre os componentes (McMAHON; OBERG, 1998; WANG; SUN, 2002a).

A formação do óleo livre é a separação da gordura líquida pela superfície do queijo a partir do queijo derretido. A quantidade de gordura é a maior determinante na formação de óleo livre, pois durante o derretimento, os glóbulos de gordura coalescem e fluem por entre a matriz protéica. A tendência do glóbulo de gordura se separar como óleo livre depende de como a gordura está emulsionada na rede protéica. A alta concentração de sal promove a substituição do cálcio pelo sódio na ligação com a caseína tornando a caseína altamente emulsificante e desta maneira, diminui a tendência da gordura em fluir na forma de óleo livre (Kindstedt, 1993).

3.7. ANÁLISE SENSORIAL

De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (1993) a análise sensorial é definida com uma disciplina multidisciplinar usada para evocar, medir, analisar e interpretar reações das características dos alimentos e materiais como são percebidas pelos sentidos da visão, audição, olfato, tato e paladar. Como disciplina multidisciplinar, envolvem também a fisiologia e a psicologia na interpretação da resposta sensorial humana, a análise estatística dos resultados e o conhecimento da ciência e tecnologia dos alimentos (STONE; SIDEL, 1993).

Os métodos sensoriais podem ser divididos em: a)discriminativos, que avaliam diferenças entre duas ou mais amostras, b)descritivos, que descrevem e quantificam diferenças sensoriais entre amostras, c)afetivos que avaliam a aceitação e preferência dos consumidores com relação às amostras.

3.7.1. Métodos Descritivos

A Análise Descritiva Quantitativa (ADQ®) é um método descritivo que surgiu como uma evolução da técnica de análise sensorial e foi desenvolvida por STONE e outros (1974) e possui dois aspectos: a)descritivo: descrição das

percepções associadas ao produto avaliado e b) quantitativo: quantificação da intensidade de cada atributo sensorial, na ordem em que são percebidas no produto.

A técnica é baseada na seleção e treinamento de provadores, uso de escala linear não estruturada de valores, julgamentos em repetição para cada amostra/provador e análise estatística dos dados promovendo uma descrição sensorial completa das similaridades e diferenças dos atributos sensoriais que compõe o produto, permitindo determinar quais atributos sensoriais tem maior importância e podem direcionar sua aceitação pelo mercado consumidor (STONE e outros, 1974; GAGULA Jr, 1997, Munõz et al., 1996).

Sua aplicação está relacionada com as seguintes etapas:

a) pré-seleção de provadores. Baseada na disponibilidade e interesse dos provadores em participar do estudo, capacidade discriminatória e reprodutibilidade de resultados usando testes discriminativos.

b) desenvolvimento da terminologia descritiva. Realizado pelo método de rede (Repertory Grid Method), onde cada provador avalia as amostras aos pares e descrevem as sensações sensoriais percebidas em relação à aparência, aroma sabor e textura, elaborando consensualmente uma lista final dos termos descritivos a ser utilizada na avaliação das amostras;

c) treinamento e seleção final dos provadores. Durante o treinamento os provadores são treinados para avaliar os atributos definidos aprendendo as definições e uso das referências propostas para cada atributo determinado, utilizando uma escala linear não estruturada ancorada em seus extremos em “fraco-forte”, “nenhum-muito” ou “pouco-muito” para quantificar a intensidade do atributo. Para selecionar a equipe final, os provadores avaliam as amostras em duas ou mais repetições, e os dados são submetidos à análise de variância (ANOVA) com duas fontes de variação, amostra e provador, sendo selecionado para compor a equipe final aquele que tiver capacidade discriminatória ($p_{Famostra} < 0,50$) e reprodutibilidade ($p_{Frepetição} \geq 0,05$) (Damásio e Costell, 1991)

d) teste sensorial. Avaliação em repetições das amostras utilizando a ficha de avaliação descritiva que foi desenvolvida consensualmente com a equipe, contendo todos os atributos que caracterizam as amostras.

e) análises estatísticas dos resultados. Analisados por ANOVA, gráficos do tipo “aranha” e técnicas multivariadas como Análise de Componente Principal (ACP) (Stone e Sidel, 1993), que juntamente com métodos físico-químicos e químicos, ajudam no entendimento completo das mudanças que ocorrem durante a vida-de-prateleira de um produto (PIGGOTT; MOWAT, 1991).

3.7.2. Testes Afetivos

Os métodos afetivos avaliam a preferência e a aceitação do produto pelos consumidores, tendo como principal objetivo melhorar a qualidade em relação à aparência, sabor, textura, e como estes atributos são percebidos e a ordem que influencia a escolha do consumidor no ponto de venda (O'MAHONY, 1995). Segundo BODYFELT e outros (1988), o conhecimento dos atributos desejáveis em um produto junto ao seu consumidor permite a elaboração de um produto com alta qualidade e o aumento de sua competitividade junto ao mercado consumidor e, de acordo com AMERINE et al. (1965), a aceitação de um produto pelo consumidor é definida como uma experiência ou experiência futura, caracterizada por uma atitude positiva em relação ao alimento.

De acordo com a Secretaria de Defesa Agropecuária (SDA) do Ministério da Agricultura (BRASIL, 2001a), o queijo de coalho deve apresentar as seguintes características sensoriais: consistência dura ou elástica, textura compacta e macia, a cor deve ser branca amarelada uniforme, o sabor brando, ligeiramente ácido podendo ser salgado, odor ligeiramente ácido lembrando massa coagulada, crosta fina e sem trincas não sendo usual a formação de casca bem definida, presença de algumas olhaduras pequenas ou mesmo sem olhaduras e de formato e peso variáveis.

Não há trabalhos em relação à análise sensorial de queijos de coalho no estado de São Paulo, no entanto, no RECIFE Lima e outros (2001) visando comparar a aceitação entre amostras de queijos de coalho tradicional e light, não obtiveram diferença significativa entre as amostras em relação aos atributos avaliados (aparência, aroma, sabor, textura e aceitação global).

Para comparar a intensidade de maturação (IM) e a aceitabilidade em queijos de coalho no Ceará, Benevides e outros (2000) analisaram queijos elaborados a partir de leite cru, e a partir de leite pasteurizado inoculado com *Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus bulgaricus*, mantidos à temperatura de 12°C. A análise estatística revelou preferência pelos queijos artesanais com 4 dias de armazenamento, provavelmente devido ao hábito da população local em consumir o queijo recém elaborado. Aos 30 dias, ambos os queijos obtiveram menor aceitação quando comparados com os queijos frescos. Entretanto, aos 60 dias, o queijo artesanal foi preferido pelos consumidores e o queijo feito com leite pasteurizado e cultura termofílica obteve boa aceitação pelos consumidores. Para os queijos elaborados a partir de leite cru, os termos sensoriais mais citados foram sabor e textura, enquanto aqueles elaborados a partir de leite pasteurizado, os termos mais usados foram textura e maciez.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Caracterização das Indústrias Produtoras de Queijos de Coalho Comercializados no Município de Campinas, S.P.

Inicialmente realizou-se um levantamento de todas as marcas comerciais disponíveis em hipermercados e supermercados grandes do município de Campinas, S.P. no primeiro trimestre de 2004.

Para se classificar os estabelecimentos comerciais utilizou-se os critérios da A.C.Nielsen, do recenseamento de 1998, onde hipermercados foram definidos

como aqueles que possuem área de venda igual ou superior a 2500 m² e supermercados grandes de 1000 a 2499 m². No município de Campinas, os hipermercados e supermercados grandes correspondem a 85,7 % do total de pessoas jurídicas associadas a APAS – Associação Paulista de Supermercados, de acordo com seu último cadastro atualizado em 15 de outubro de 2003.

Após o levantamento das marcas comercializadas em hipermercados e supermercados grandes do município de Campinas, S.P., foi verificada a existência de sete diferentes marcas, no primeiro trimestre de 2004, que foram todas utilizadas no presente estudo. O questionário apresentado na Figura 6 foi encaminhado às respectivas indústrias produtoras das sete marcas de queijo de coalho para serem respondidos.

| |
|--|
| <p style="text-align: center;">Questionário Aplicado as Indústrias produtoras de Queijo de Coalho</p> <p>Nome da Indústria: _____ Nome Comercial: _____ Endereço: _____</p> <p>Quantos funcionários há na indústria?: _____ Quais são os produtos manufaturados pela indústria? _____ Quais são as variedades de queijo produzidos pela indústria? _____ Qual o queijo de maior volume de produção? _____</p> <p><u>Em relação ao queijo de coalho:</u></p> <p>1. Qual o volume de produção mensal ? _____ 2. A empresa tem planos de aumentar a produção? _____ 3. Em que regiões a sua indústria comercializa o queijo de coalho ? _____ 4. Quais são os principais pontos de venda? () supermercados/hipermercados Pequenos varejistas: () açougue () padaria () lojas especializadas em frios 5. Assinalar as versões de como é comercializado: () Blocos () sim () não () Outro tipo _____ () Espeto para churrasco () sem condimento () com condimento 6. Em relação aos formatos comercializados: Bloco → Quantos kilos? _____ Espeto para churrasco → Quantos kilos? _____</p> |
|--|

Quanto ao processo de fabricação:

a) Ocorre a pasteurização do leite?
 sim não

b) Ocorre a padronização do leite?
 sim não
Qual a porcentagem de gordura? _____

c) Qual a temperatura de coagulação no tanque de produção? _____

d) Utiliza cloreto de cálcio?
 sim não

e) Utiliza fermento láctico?
 não
 sim Qual o tipo? _____
Quantidade adicionada _____

f) Utiliza ácido láctico?
 não
 sim Quantidade adicionada _____

g) Utiliza coalho bovino?
 não
 sim Qual tipo? _____

h) Em relação ao corte da massa:
 grãos grandes grãos médios grãos pequenos

i) É feita a lavagem da massa?
 sim não

j) Em relação ao tratamento da massa:
Qual o tempo de mexedura? _____
Qual a temperatura de mexedura? _____
Como é feita? soro água quente tanque encamisado

k) A massa é pré-prensada?
 não sim
Quanto tempo? _____

l) É feita prensagem?
 não sim
Quanto tempo? _____

m) Há adição de sal ou salmoura durante o processo de fabricação?
 sim não
Qual etapa? _____
Como é feita? _____

n) A salga é feita em salmoura?
 sim não
Por quanto tempo? _____

o) Qual a temperatura de armazenamento do queijo até a sua expedição? _____

p) Com quantos dias o queijo é distribuído ao comércio? _____

Figura 6. Questionário aplicado às indústrias produtoras de queijo de coalho.

4.2. Perfil do Consumidor de Queijo de Coalho no Município de Campinas, S.P.

Para se conhecer o perfil do consumidor de queijo de coalho no município de Campinas, S.P, foi aplicado um questionário de avaliação de consumo de queijo de coalho em um hipermercado de grande significância de venda na região de Campinas, S.P. 100 indivíduos foram entrevistados tendo sido abordados de forma aleatória. A Figura 7 mostra o questionário utilizado para a entrevista dos consumidores.

**Questionário de Avaliação de Consumo de Queijo de Coalho
em Hipermercado do Município de Campinas**

Nome: _____

Sexo: A () F B () M

Estado civil:

A () solteiro B () casado C () divorciado D () viúvo

Origem/Estado: _____

Escolaridade:

A () 1º grau incompleto B () 1º grau C () 2º grau incompleto D () 2º grau

E () 3º grau incompleto F () 3º grau G () pós graduação

Você consome queijos?

() sim () não

Ordene os queijos em ordem decrescente de consumo .

1 = mais consome

6 = menos consome

A () minas frescal

C () prato

E () parmesão

B () mussarela

D () provolone

F () requeijão

G () Outros. Qual _____

Você conhece/ouviu falar em queijo de coalho?

() sim () não

Você consome queijo de coalho?

() sim () não Porque? _____

Ordene em ordem decrescente de importância cada uma dessas características no queijo de coalho.

() sabor () aroma () textura () capacidade de derretimento () aparência

O que leva você a comprar queijo de coalho?

A () saboroso/apetitoso B () preço C () marca D () novidade

F () saudável E () qualidade Especificar _____

G () outro. Qual? _____

Qual a marca que você mais consome?

A () Quatá B () Ipanema C () Campezina D () Balkins () Jangada

E () outros Qual? _____

Qual a frequência?

A () menos de 1 vez por mês B () 1 vez por mês C () 2 a 3 vezes por mês

D () 1 a 2 vezes por semana E () mais de 2 vezes por mês

Como você o consome?

A () lanche B () churrasco C () café da manhã D () ingrediente culinário

E () outros _____

Quem mais consome este queijo em sua casa?

A () marido B () esposa C () filhos D () todos

Figura 7. Questionário de avaliação do consumo de queijo de coalho.

4.3. Caracterização dos Queijos de Coalho Comerciais

4.3.1. Amostragem

Amostras comerciais das sete marcas diferentes de queijo de coalho, selecionadas pelos critérios descritos no item 4.1, foram coletadas em três ocasiões diferentes, a partir do mês de abril de 2004, em hipermercados e supermercados grandes do município de Campinas, S.P. com datas de fabricação similares e estocados à temperatura de 4°C. As sete diferentes marcas de queijo de coalho utilizadas no estudo foram compradas na forma fracionada em espetos para churrasco.

4.3.2. Preparo das amostras de queijo para as análises

Para a determinação da composição química dos queijos, foram retiradas as extremidades e o palito do queijo de coalho, e o queijo foi cortado em cubos pequenos e triturado em multiprocessador até obtenção de partículas de 2-3 mm. O material assim obtido foi homogeneizado manualmente e acondicionado em frascos plásticos, sem espaço livre. As amostras foram mantidas sob refrigeração (4-8°C) até o momento das análises. Aos 20, 40, 60, e 90 dias de armazenamento refrigerado, os queijos foram submetidos ao mesmo procedimento de amostragem e preparação das amostras para a avaliação do pH e acidez titulável, proteólise (teor de nitrogênio solúvel em pH 4,6 e em 12% TCA), análises de funcionalidade (capacidade de derretimento e formação de óleo livre) e cor do queijo após derretimento.

Para a avaliação da capacidade de derretimento durante o armazenamento refrigerado (20, 40, 60 dias), foi retirado um cilindro da parte central do queijo com o auxílio de uma sonda de aço inox de 10 mm de diâmetro interno. O cilindro foi

fracionado transversalmente com um fatiador de ovo modificado para obter cilindros de 7 mm de altura.

Cada um dos cilindros foi colocado em placa de Petri e deixado à temperatura ambiente por 1 hora, após esse período as placas foram levadas a uma estufa de circulação forçada. Em seguida foram retiradas, deixadas à temperatura ambiente por 30 minutos e determinado os diâmetros do queijo derretido em quatro direções diferentes separadas por um ângulo de 45°.

4.3.3. Composição química

O teor de gordura do queijo foi avaliado pelo método de Gerber (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985). O teor de sal no queijo foi determinado pelo método de Volhard (IDF, 1979). Os teores de nitrogênio total (IDF, 1962), nitrogênio solúvel a pH 4,6 (BARBANO; FLEMING; LYNC, 1991) e nitrogênio solúvel em TCA 12% foram determinados pelo método de Kjeldahl e as porcentagens multiplicadas por 6,38 para dar o equivalente em proteína conforme descrito na AOAC 991.20 (1995). O teor de umidade do queijo foi determinado gravimetricamente em estufa de circulação forçada, a 100°C por 24 horas, em quadruplicata, segundo o método da AOAC 925.23 (1995). A porcentagem de cálcio foi determinada pelo método de digestão úmida seguida de titulação com EDTA, na presença de murexida (TARAS, 1971). Todas as análises químicas foram realizadas em triplicata, exceto as de umidade que foram em quadruplicata.

4.3.4. Mudanças ocorridas durante o armazenamento refrigerado

4.3.4.1. Avaliação do pH e acidez titulável

O pH dos queijos foi determinado nos dias 20, 40, 60 e 90 de armazenamento refrigerado (4-8°C), em triplicata, através de método potenciométrico, utilizando-se pHmetro marca Micronal, Modelo B375, conforme AOAC 935.17 (1995).

A determinação de acidez em queijo foi realizada em triplicata, conforme Richardson (1985). Foram tomados 10g de amostra previamente homogeneizada, em liqüidificador com 95 ml de água destilada a 60°C, por 5 segundos em velocidade mínima e 30 segundos em velocidade máxima, para extração do ácido láctico. Em seguida o material foi filtrado em papel de filtro Whatman nº 1 e a partir do filtrado, determinou-se a acidez por titulação com NaOH 0,11N, sendo o resultado expresso em porcentagem de ácido láctico.

4.3.4.2. Nitrogênio solúvel a pH 4,6 e em TCA 12%

A proteólise dos queijos foi avaliada nos dias 20, 40, 60 e 90 de armazenamento refrigerado, em triplicata, através da determinação dos teores de nitrogênio solúvel em tampão de acetato a pH 4,6 e em ácido tricloroacético (TCA) 12% , utilizados para medir a extensão e a profundidade da proteólise, respectivamente, ocorrida durante o armazenamento refrigerado. A preparação das amostras foi realizada de acordo com Bynum e Barbano (1985). Os teores de nitrogênio solúvel foram determinados por macro Kjeldahl conforme AOAC 991.20 (1995) e convertidos a proteína solúvel multiplicando-se pelo fator de conversão (N x 6,38). Os resultados foram expressos como porcentagem dos teores de proteína total do queijo de coalho.

Os índices de extensão e profundidade foram determinados de acordo com as equações:

$$\text{Extensão da proteólise} = \frac{(\% \text{nitrogênio solúvel a pH 4,6}) \times 100}{\% \text{ nitrogênio total}}$$

$$\text{Profundidade da proteólise} = \frac{(\% \text{nitrogênio solúvel em TCA 12\%}) \times 100}{\% \text{ nitrogênio total}}$$

4.3.4.3. Propriedades funcionais

4.3.4.3.1. Capacidade de derretimento

A capacidade de derretimento do queijo foi determinada em sextuplicata, pelo método de Schreiber's modificado, descrito por Kosikowski e Mistry (1997) e adaptado ao tamanho do queijo de coalho. No método de Schreiber's modificado, as dimensões do queijo utilizadas são 7 mm de altura e 36 mm de diâmetro. Para o presente teste, foi utilizado 7 mm de altura e 10mm de diâmetro, pois o queijo de coalho é fracionado e comercializado em unidades de aproximadamente 25 mm de largura, portanto, menor que a medida do diâmetro do método tradicional. Utilizamos o maior diâmetro possível para não haver interferência na avaliação do buraco central deixado pelo palito ao longo do queijo. A temperatura utilizada foi a mesma do método tradicional 100°C/7min.

Cada um dos cilindros foi colocado em placa de Petri e deixado a temperatura ambiente por 1 hora. Após esse período as placas foram levadas a uma estufa de circulação forçada à 100°C/7min. Em seguida foram retiradas, deixadas à temperatura ambiente por 30 minutos e determinado o diâmetro do

queijo derretido em quatro direções diferentes separadas por um ângulo de 45°. O resultado foi expresso como porcentagem do aumento do diâmetro inicial.

4.3.4.3.2. Formação de óleo livre

A formação de óleo livre foi avaliada em duplicata, pelo método de Gerber modificado, conforme Kindstedt e Fox (1991). Os resultados foram expressos em função da porcentagem de gordura do queijo, de acordo com a equação abaixo:

$$\% \text{ óleo livre} = \frac{\% \text{ óleo livre do queijo}}{\% \text{ gordura do queijo}} \times 100$$

4.3.4.3.3. Avaliação da cor

Para avaliar a cor dos queijos antes e após derretimento foi utilizado o sistema de medida HunterLab (L^* , a^* , b^*) com medidas das intensidades de L^* = luminosidade, a^* = vermelho - verde e b^* = amarelo – azul, utilizando-se o espectrofotômetro de cor COLOQUEST II, e os parâmetros definidos foram: iluminante D65, ângulo do observador 10°, leitura feita em reflectância com especular excluída (modo RSIN).

A medida da cor do queijo após derretimento foi feita pelo método descrito por Barbano et al. (1993), realizado em triplicata, com 5 leituras para cada replicata e para o queijo não derretido em sextuplicata com 3 leituras.

4.3.5. Análise Sensorial

4.3.5.1. Análise Descritiva Quantitativa (ADQ®)

O perfil sensorial de cada marca comercial de queijo de coalho foi determinado por provadores selecionados e treinados segundo a metodologia de Análise Descritiva Quantitativa (ADQ®), desenvolvida por Stone e outros (1974).

4.3.5.1.1 Recrutamento e pré-seleção

Inicialmente foi realizado um recrutamento entre alunos e funcionários da Universidade Estadual de Campinas, seguido de uma seleção dos candidatos utilizando-se o teste de diferença do controle, que avalia a capacidade discriminatória e a reprodutibilidade do provador em avaliar diferenças entre várias amostras e uma amostra referência. Através deste teste, o provador é solicitado a estimar o grau da diferença de várias amostras em relação a uma amostra padrão, através de uma escala de 9 pontos ancorada em seus extremos em “nenhuma diferença” e “extremamente diferente” (Figura 8). Foram utilizadas 3 amostras diferentes oferecidas em triplicata, de forma monádica e balanceada. Os resultados foram submetidos a ANOVA (fontes de variação = amostra e repetição), sendo selecionados para continuar na equipe sensorial aqueles que obtiveram valores com nível de significância $p_{\text{amostra}} < 0,30$ e $p_{\text{repetição}} \geq 0,05$. Dos 19 provadores recrutados, 13 foram pré-selecionados para participar da próxima etapa.

Nome: _____ Data: _____

Você está recebendo uma amostra padrão de queijo de coalho e 3 amostras codificadas. Prove a amostra padrão e em seguida, prove cada uma das amostras codificadas e avalie, na escala abaixo, o quanto cada amostra codificada difere, em termos globais, da amostra padrão.

0 = nenhuma diferença
1
2
3
4
5
6
7
8
9 = extremamente diferentes

| Amostra | Grau de diferença |
|---------|-------------------|
| _____ | _____ |
| _____ | _____ |
| _____ | _____ |

Comentários:-

Figura 8. Ficha utilizada na aplicação do teste de diferença do controle.

4.3.5.1.2 *Desenvolvimento da Terminologia Descritiva*

O levantamento dos termos descritivos das amostras foi realizado pelos provadores previamente selecionados utilizando-se o Método de Rede, proposto por Kelly (1955) e citado por Moskowitz (1983), que foi aplicado para às 7 marcas comerciais em 3 sessões de avaliação: na primeira sessão foram avaliadas as marcas A,B e C; na segunda sessão as marcas D,E e F; e na terceira sessão as marcas G e H. Em cada sessão, as amostras refrigeradas foram servidas aos pares e de forma balanceada aos provadores em pratos plásticos de cor branca,

codificados com algarismos de três dígitos. Esta etapa foi realizada de forma individualizada para cada provador, que foram alocados em cabines individuais do Laboratório de Análise Sensorial do DTA – FEA. Posteriormente, os provadores foram reunidos ao redor de uma mesa redonda e sob a assistência de um moderador, os provadores foram solicitados a descrever as similaridades e diferenças entre as amostras que compunham o par apresentado em relação à aparência, aroma, sabor e textura, utilizando uma ficha para cada atributo. Os termos descritivos desenvolvidos por todos os provadores foram discutidos com a equipe sensorial, sendo elaborada uma lista consensual dos termos que mais caracterizavam as semelhanças e diferenças entre as amostras avaliadas (termos mais citados). A Figura 9 exemplifica o tipo de ficha utilizada para o levantamento dos termos descritores, do atributo sabor.

Adicionalmente, de forma consensual, a equipe definiu cada um dos termos descritivos, gerando referências de qualidade e intensidade para cada descritor.

Da mesma forma, uma ficha de avaliação descritiva foi desenvolvida, onde cada termo foi associado a uma escala de intensidade não estruturada de 9 centímetros, ancoradas nos seus extremos à esquerda em “fraco”, “pouco” ou “nenhum” e no extremo direito em “forte” ou “muito” para todos os atributos sensoriais propostos pelos provadores que melhor representavam as amostras.

| Desenvolvimento de Terminologia Descritiva | |
|---|------------------------|
| <p>Você está recebendo 3 amostras de queijo de coalho. Avalie comparativamente a SABOR do 1º par de amostras e descreva as similaridades e diferenças entre elas. A seguir repita este procedimento para o 2º par de amostras e finalmente para o 3º par de amostras.</p> | |
| | Amostras _____ e _____ |
| Similaridades | |
| Diferenças | |
| | Amostras _____ e _____ |
| Similaridades | |
| Diferenças | |
| | Amostras _____ e _____ |
| Similaridades | |
| Diferenças | |

Figura 9. Ficha utilizada no levantamento dos termos descritores para o atributo textura.

4.3.5.1.3 *Treinamento e seleção final*

O treinamento foi realizado com os próprios produtos a serem avaliados, com os materiais de referências propostos para cada atributo e com a ficha descritiva consensualmente desenvolvida. Em cada sessão de treinamento, os provadores avaliaram as referências, liam as definições dos termos descritivos, o que proporcionou à equipe melhor entendimento dos atributos e formação da memória sensorial. Posteriormente, em cada sessão, o provador após ter treinado as referências para cada atributo, era solicitado a avaliar três amostras de queijo

de coalho, dentro da cabine, utilizando a ficha de avaliação descritiva com as definições e referências ao seu lado. Os resultados foram avaliados graficamente (interação provador x amostra para cada atributo) em cada sessão, possibilitando nas próximas sessões, treinar especificamente o provador no atributo que estivesse com maior dificuldade, e conseguir o entendimento necessário para que a equipe estivesse apta a ser submetida ao teste de seleção final.

Quando a equipe apresentou suficiente entendimento dos atributos e procedimentos da avaliação, um teste de seleção final foi conduzido onde os provadores avaliaram 3 amostras em 3 repetições utilizando-se a ficha de avaliação descritiva elaborada consensualmente. Os provadores foram selecionados com base em seu poder discriminativo com relação às amostras, reprodutibilidade e consenso com a equipe sensorial. Para verificar estas características, os resultados de cada provador em cada atributo foram submetidos a ANOVA avaliando as fontes de variações amostra e repetição para cada provador, em relação a cada atributo, sendo selecionados para compor a equipe sensorial final, aqueles que apresentaram p_{amostra} significativo ($p < 0,50$) e $p_{\text{repetição}}$ não significativo ($p > 0,05$) e consenso com a equipe sensorial. O consenso de cada provador foi julgado através do gráfico das médias de cada atributo para cada provador, em cada amostra sendo que, as médias individuais dos provadores, para cada amostra em cada um dos atributos, deveriam mostrar uma mesma tendência com relação à média da equipe.

4.3.5.1.4 Teste sensorial

A equipe sensorial final foi composta de 13 provadores selecionados e treinados que então avaliaram as sete amostras de queijo de coalho em três repetições utilizando a ficha descritiva desenvolvida consensualmente. As amostras foram cortadas em fatias de aproximadamente 1 centímetro com peso médio de 10g e foram servidas refrigeradas, em pratos brancos e codificadas com

algarismos de 3 dígitos, sendo que as amostras para avaliação do aroma foram servidas em taças tipo tulipa de vidro transparente.

Apenas três amostras foram avaliadas em cada sessão do teste. As amostras foram distribuídas em cada sessão, de acordo com o delineamento experimental de blocos incompletos balanceados, plano 11.7, conforme COCHRAN e COX (1957).

4.3.5.1.5 Análise de correlação linear dos atributos sensoriais em relação ao tempo de armazenamento refrigerado.

Para verificar se houve correlação linear entre os atributos sensoriais que foram gerados através da Análise Descritiva Quantitativa (ADQ®) e o tempo de armazenamento refrigerado (dias 20, 40, 60 e 90) foi realizada uma análise de correlação linear simples para as sete marcas de queijo de coalho, utilizando-se o programa The SAS system, versão 8e.

4.3.5.1.6 Teste de Aceitação

Um teste de aceitação foi realizado para o 3º lote das marcas de queijo de coalho. As amostras foram avaliadas tanto na forma refrigerada como grelhada, em relação à aparência, textura e modo global, sendo apresentadas de acordo com o delineamento para balanceamento dos efeitos first-order carry-over (Macfie e Bratchell, 1989).

A equipe sensorial foi composta por 100 provadores, consumidores de queijo e não treinados, que avaliaram as amostras de queijo de coalho, utilizando uma escala estruturada de 9 pontos ancorada em seus extremos nos termos “gostei extremamente” e “desgostei extremamente”. Os provadores também foram

solicitados a descrevem o que mais gostaram e menos gostaram em relação a cada atributo.

As sete amostras de queijo de coalho refrigeradas, foram avaliadas após 30 dias de armazenamento refrigerado, sendo que todos os provadores avaliaram todas as amostras.

As amostras de queijo de coalho grelhadas, foram avaliadas no dia 60 de armazenamento refrigerado, com quatro das sete marcas utilizadas no estudo, escolhidas pela similaridade demonstrada no gráfico ACP e nos resultados físico-químicos.

Para o teste de aceitação das amostras grelhadas, foi utilizada uma grelhadora elétrica modelo Natura Grill da marca Cotherm, como ilustra a Figura 10. As amostras foram cortadas em fatias de aproximadamente 1 centímetro com peso médio de 10g e grelhadas durante, aproximadamente 2 a 3 minutos, tempo que foi necessário para atingirem uma coloração característica amarronzada, sendo que o tempo de grelhagem variou entre as marcas, como ilustra a Figura 11.



Figura 10. Ilustração fotográfica da churrasqueira elétrica utilizada no teste de aceitação.



Figura 11. Ilustração fotográfica da grelhagem das amostras oferecidas no teste de aceitação.

A atitude dos provadores em relação à intenção de compra do produto foi também avaliada, utilizando-se uma escala de 5 pontos, variando de “certamente compraria” a “certamente não compraria” (Meilgard e Civille , 1993).

A Figura 12 mostra a ficha utilizada na aplicação do teste de aceitação.

Os resultados do teste de aceitação foram analisados por análise de variância (ANOVA), testes de média de Tukey utilizando o programa The SAS system, versão 8e.

Os resultados também foram analisados pela metodologia do Mapa Interno de Preferência (MDPREF) (MacFIE e Thomson, 1988), que permite gerar o espaço sensorial afetivo multidimensional, formado pelos 100 provadores e as 7 marcas de queijo de coalho as quais foram avaliadas refrigeradas.

Os resultados da intenção de compra foram avaliados de forma gráfica, por histograma de barras.

FICHA DO TESTE DE ACEITAÇÃO DE QUEIJO DE COALHO

Nome: _____ Data: _____

1- Você está recebendo uma amostra codificada de queijo de coalho grelhado. Por favor, inicialmente avalie o quanto você gostou ou desgostou da amostra, em relação à **APARÊNCIA** utilizando a escala abaixo:

- 9. Gostei extremamente
- 8. Gostei muito
- 7. Gostei moderadamente
- 6. Gostei ligeiramente
- 5. Nem gostei / nem desgostei
- 4. Desgostei ligeiramente
- 3. Desgostei moderadamente
- 2. Desgostei muito
- 1. Desgostei extremamente

Amostra : _____ VALOR _____

Descreva o que você mais gostou e menos gostou em relação à **APARÊNCIA** da amostra

+ Gostei: _____

- Gostei: _____

2- Agora **PROVE** a amostra e utilizando a escala indique o quanto você gostou ou desgostou da amostra, de **UM MODO GERAL**

Amostra : _____ VALOR _____

Descreva o que você mais gostou e menos gostou de **UM MODO GERAL** da amostra

+ Gostei: _____

- Gostei: _____

3- Agora prove novamente a amostra e utilizando a escala acima indique quanto você gostou ou desgostou da amostra, em relação à **TEXTURA (p.ex. grau de derretimento, maciez, etc...)**

Amostra : _____ VALOR _____

Descreva o que você mais gostou e menos gostou em relação à **TEXTURA** da amostra

+ Gostei: _____

- Gostei: _____

4- Por favor, agora indique qual o grau de certeza que você compraria ou não compraria este produto:

- ↑ Eu certamente compraria este produto
- ↑ Eu provavelmente compraria este produto
- ↑ Tenho dúvidas se compraria ou não compraria este produto
- ↑ Eu provavelmente **não** compraria este produto
- ↑ Eu certamente **não** compraria este produto

Figura 12. Ficha utilizada na aplicação do teste de aceitação do queijo de coalho grelhado.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Caracterização das Indústrias Produtoras de Queijos de Coalho Comercializados no Município de Campinas, S.P.

Com base nas respostas ao questionário (Figura 6) encaminhado às sete indústrias de laticínios responsáveis pela produção das marcas comerciais utilizadas no estudo, identificadas pelas letras A, B, C, D, E, F e G, compôs-se a Tabela 1.

Conforme pode ser observado, as marcas de queijos de coalho comercializados no município de Campinas, S.P provêm dos seguintes estados: Minas Gerais, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Paraná e Goiás. Em geral, são indústrias de pequeno e médio porte, com um número de funcionários variando entre 15 a 103 e volume de leite processado variando de 7.800 a 90.000 litros/dia.

A maioria das empresas são queijarias, e somente uma delas produz iogurte. Nessas indústrias, a produção de queijo de coalho variou de 1.000 a 20.000l/dia, sendo comercializados em blocos ou frações nas versões tradicional (sem condimento) ou condimentada. As regiões de comercialização dos queijos elaborados por essas indústrias são os estados de São Paulo, Minas Gerais, Paraná e Rio de Janeiro, e as capitais Recife, Brasília e Goiânia. O principal canal de distribuição são supermercados e hipermercados, sendo que o comércio de pequena escala, como açougues e padarias, são cobertos pelas distribuidoras.

A Tabela 2 mostra o tipo de processamento utilizado em cada indústria na elaboração do queijo de coalho. Os resultados indicam grande variação no processo de fabricação do queijo de coalho, o que é favorecido pela legislação brasileira, muito abrangente e pouco definida (Brasil, 2001a), que permite que o produto chegue ao mercado sem um padrão de qualidade, com variações na

Tabela 1. Caracterização das indústrias produtoras de queijos de coalho comercializados no município de Campinas, S.P.

| | Marca A | Marca B | Marca C | Marca D | Marca E | Marca F | Marca G |
|--|--|---|--|---|---|--|---|
| Localização | Perdões - MG | Figueirópolis D'oeste MT | Cruzeiro do Oeste- PR | Orizona - GO | Ap. do Tabuado- MS | Novo Oriente de Minas – MG | Mercedes – PR |
| Numero de funcionários | 66 | 34 | 80 | 103 | 20 | 92 | 15 |
| Vol de leite (L) processado /dia | 22.000 | 16.000 | 40.000 | 60.000 | 15.000 | 90.000 | 7.800 |
| Produtos manufaturados | Queijos, requeijão e iogurte | Queijos | Queijos e requeijão | Queijos e requeijão | Queijos | Queijos, manteiga e requeijão do norte | Queijos |
| Variedades produzidas | Queijo de coalho, minas frescal, minas padrão, ricota, mussarela, cottage, parmessão | Queijo de coalho, mussarela, minas. padrão, minas. cobocó | Queijo de coalho, mussarela, prato, minas padrão, gorgonzola, parmessão e ricota | Queijo de coalho, mussarela provolone, prato e minas frescal, ricota, requeijão, requeijão culinário. | Queijo de coalho, mussarela, provolone, prato e minas frescal | Queijo de coalho, parmessão, minas padrão, mussarela, prato, provolone, minas.frescal, minas frescal light | Queijo de coalho, mussarela e prato |
| Produto de maior volume de produção | Minas frescal, prato, minas padrão e requeijão | Mussarela | Queijo prato | Mussarela | Mussarela | Queijo de coalho e prato | Queijo prato |
| Volume de produção de queijo de coalho | 1000 l/dia | 2800 l /dia | 2200 l/dia | 2700 l/dia | 2.000 l/dia | 20.000 l/dia | 1500 l/dia |
| Regiões de comercialização | Estados de São Paulo e Minas Gerais | Estado de São Paulo | Estados de São Paulo e Paraná | Estado S. Paulo, Sul de M. Gerais, Brasília e Goiânia | Estado de São Paulo | Estados de São Paulo e Rio de Janeiro , e Recife | Estado de São Paulo |
| Forma de comercialização | Fração, não condimentada | Blocos, fração não condimentada | Fração, não condimentada | Fração, não condimentada e condimentada | Blocos, fração, não condimentada e condimentada | Blocos, fração, não condimentada e condimentada | Fração, não condimentada e condimentada |

Tabela 2. Tipo de processamento utilizado por indústria na elaboração do queijo de coalho.

| | Marca A | Marca B | Marca C | Marca D | Marca E | Marca F | Marca G |
|---|---|------------------------------------|--|---|---|---|---|
| % gordura leite utilizado na fabricação | integral | integral | Padronizado 3,4 – 3,5 | Padronizado 3,3 | Padronizado 3,2 | Padronizado 3,4 – 3,5 | integral |
| Tipo de tratamento térmico | Pasteurização rápida | Pasteurização rápida | 68-69 °C / 5min | Pasteurização rápida | Pasteurização rápida | Pasteurização rápida | Pasteurização rápida |
| Ingredientes adicionados | Cloreto de cálcio Coalho bovino < 1% de fermento tipo O | Cloreto de cálcio Coalho bovino | Coalho bovino < 1% de fermento tipo O | Cloreto de cálcio Coalho bovino < 1% de fermento tipo O | Cloreto de cálcio Coalho bovino Sal | Cloreto de cálcio Coalho bovino < 1% de fermento tipo O | Cloreto de cálcio Coalho bovino < 1% de fermento tipo O |
| Temperatura de coagulação | 32 °C | 32 - 34°C | 33 °C | 33 °C | 40°C | 32 °C | 32 °C |
| Temperatura de cozimento da massa | 42 °C | 50 °C | 40-41°C | 46°C | Não faz | 45 °C | 50 °C |
| Tipo de aquecimento | Dessora parcial, adição água quente | Vapor indireto | Salmoura aquecida | Salmoura aquecida | Não faz | Salmoura aquecida | Vapor indireto |
| Pré-prensagem | Não | Sim | Sim | Sim | Sim | Não | Não |
| Prensagem | Sim | Sim | Sim | Sim | Sim | Sim | Sim |
| Tipo de salga | Salga na massa | Salga na massa | nenhum | Salga na massa | Salmoura por 6hs | nenhum | Salga na massa |
| Temperatura de armazenamento | < 10°C | < 10°C | < 10°C | < 10°C | < 10°C | < 10°C | < 10°C |
| Dias que o produto é comercializado | Até 10 dias de fabricação | Até 10 dias de fabricação | Até 10 dias de fabricação | Até 10 dias de fabricação | Até 10 dias de fabricação | Até 10 dias de fabricação | Até 10 dias de fabricação |

composição, funcionalidade e características sensoriais do produto. A legislação brasileira classifica o queijo de coalho como queijo de média a alta umidade, de massa semi-cozida ou cozida e apresentado um teor de gordura nos sólidos totais variável entre 35,0% e 60,0% (BRASIL, 2001a).

3 indústrias utilizaram leite integral e 4, leite padronizado como matéria prima. A pasteurização rápida (72°C/15 seg), em trocador de calor a placas, foi o método mais utilizado para a eliminação de microrganismos patogênicos, com exceção da indústria C, que utilizou tratamento térmico de 68-69°C/ 5min.

Os ingredientes utilizados foram cloreto de cálcio, coalho bovino e fermento láctico tipo O, em pequena quantidade (<1%). As exceções foram as marcas B e E que não utilizam fermento láctico, nem adição de ácido. Somente a marca E adiciona sal ao leite pasteurizado, prática reconhecidamente utilizada por queijeiros para inibir coliformes.

Em geral, a temperatura de coagulação do leite utilizada pelas indústrias foi de aproximadamente 32°C, com exceção da marca E, cuja temperatura de coagulação foi 40°C.

Duas indústrias (marcas A e C) realizaram o cozimento da massa à temperaturas de 40 a 42°C, onde ainda é possível a sobrevivência do fermento láctico mesofílico. Já as marcas B, D, F e G usam temperaturas de cozimento na faixa de 46 a 50°C, o que provavelmente resulta na inativação do fermento láctico utilizado. A marca E declarou não fazer cozimento da massa, no entanto, o leite permanece a 40°C desde a adição do coalho até a dessoragem, o que caracteriza uma história de tratamento térmico similar à sofrida pelo leite das marcas A e C.

O tipo de aquecimento mais usado no cozimento da massa foi o direto, onde se substituiu 1/3 do soro por salmoura aquecida (marcas C, D, F) ou água quente (marca A). O uso de aquecimento direto promove uma lavagem da massa por eliminar 1/3 do coagulante, da lactose e do fermento lácteo e diluir o restante desses componentes do leite. As marcas B e G utilizam aquecimento indireto para o cozimento da massa. No caso da marca E, a manutenção da temperatura do

leite a 40 °C, desde o momento da adição do coalho até a etapa de dessoragem, resultou em um tempo de cozimento maior quando comparado às marcas A e C.

A etapa de pré-prensagem foi realizada somente pelas marcas B, C, D e E, enquanto a prensagem foi utilizada por todas as indústrias.

A maioria das empresas utilizou a salga na massa (marcas A, B, D e G) e somente a marca E utilizou salga em salmoura. As marcas C e F adicionaram o sal à massa, através de salmoura aquecida, utilizada como meio de aquecimento direto, na etapa de cozimento; ambas não adicionaram nenhuma quantidade de sal após essa etapa, o que significa que todo o sal presente nos queijos C e F foi oriundo da salmoura quente. É interessante notar que, com exceção da marca E, todas as indústrias optaram por adicionar o sal antes da enformagem, o que significa a interrupção da fermentação da lactose e, conseqüentemente, da produção de ácido láctico.

A temperatura de armazenamento do produto final foi sempre < 10°C e todas as indústrias comercializam o queijo de coalho com até 10 dias de fabricação.

5.2. Perfil do Consumidor de Queijo de Coalho no Município de Campinas.

Foram entrevistados 100 consumidores, durante segundo semestre de 2003, todos clientes em um hipermercado de grande significância de venda no município de Campinas, que foram abordados aleatoriamente durante sua permanência no local.

Do total dos entrevistados 78% responderam serem consumidores de queijo de coalho enquanto, 22% declararam não serem consumidores por motivos como: falta de interesse pelo produto (41%), por não conhecer o produto (27%),

devido ao seu alto custo (14%) e por não ter o hábito de consumo de queijos em geral (18%).

Entre os entrevistados, 71 eram mulheres e 23 homens maiores de 18 anos, sendo 52% casados, 34% solteiros, 11% divorciados e 3% viúvos. Quanto ao grau de escolaridade, 26% possuíam nível superior completo e 13% incompleto, 19% possuíam 2º grau completo e 2% incompleto, 9% possuíam 1º grau e 9% com pós-graduação.

Os consumidores de queijo de coalho reportaram os termos “saboroso/apetitoso” e “novidade” como as duas características que mais os motivavam a comprar o produto.

A freqüência de consumo de queijo de coalho pelos entrevistados encontra-se ilustrada na Figura 13.

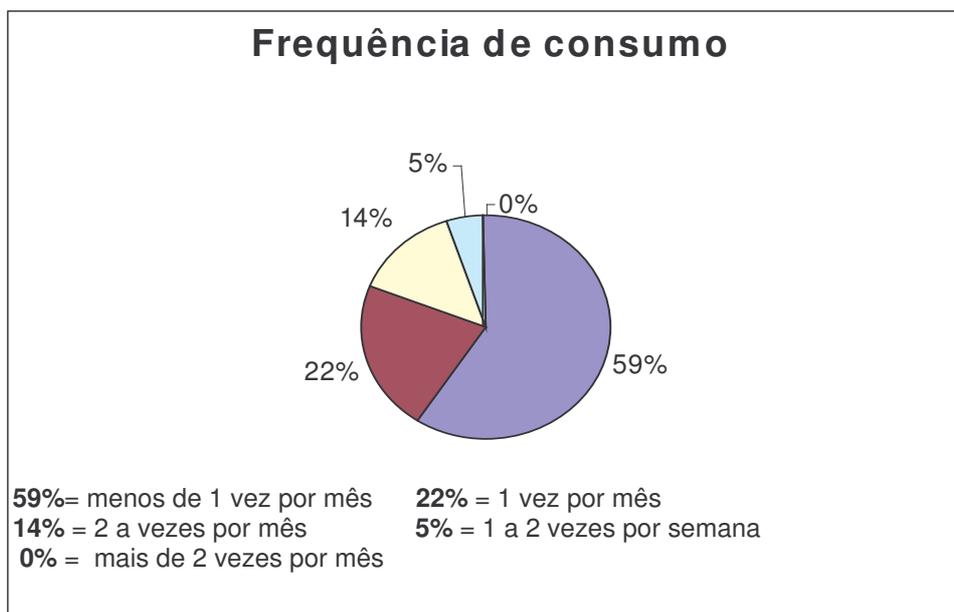


Figura 13. Frequência de consumo de queijo de coalho citada pelos entrevistados.

De acordo com as respostas obtidas, no município de Campinas, o queijo de coalho é consumido principalmente na forma grelhada, preparado na forma de espetos para churrasco. Dos 78 consumidores, somente 6 consomem quando estão na praia e 3 quando viajam ao Nordeste.

A Figura 14 apresenta as demais formas de consumo do queijo de coalho que foram citadas pelos consumidores.

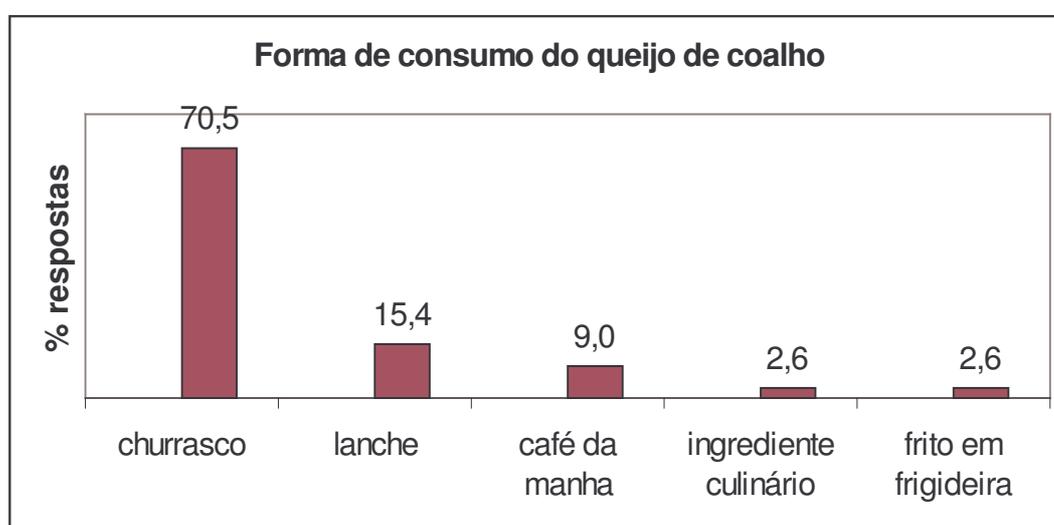


Figura 14. Formas de consumo do queijo de coalho.

Durante a entrevista, os consumidores foram solicitados a ordenar, em ordem decrescente de importância, os seguintes atributos freqüentemente associados à qualidade de queijo de coalho: sabor, textura, aparência, aroma e capacidade de derretimento. Os resultados foram analisados através de teste de Kramer e estão apresentados na Tabela 3, e indicam que sabor foi o atributo de qualidade sensorial de maior impacto no queijo, diferindo dos demais a 5% de significância.

Tabela 3. Totais de ordenação¹ dos atributos de qualidade sensorial para o queijo de coalho relatado pelos consumidores.

| Teste de ordenação | Atributos ¹ | | | | |
|--------------------|------------------------|------------------|------------------|------------------|----------------------------|
| | Sabor | Textura | Aparência | Aroma | Capacidade de derretimento |
| | 347 ^a | 224 ^b | 205 ^b | 191 ^b | 179 ^b |

Valores com letras iguais na mesma linha não diferem significativamente entre si ($p \leq 0,05$).

¹ 5= mais importante; 1= menos importante.

5.3. Composição química

A Tabela 4 apresenta a composição média das sete marcas comerciais de queijo de coalho avaliadas, e revela que houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre as marcas para todos os componentes analisados. O componente sal foi o que menos variou entre as marcas, apresentando diferença significativa somente da marca E em relação às demais.

De acordo com o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade para queijos (Brasil, 1996), os queijos de coalho comercializados no município de Campinas, S.P. podem ser classificados quanto ao teor de umidade como queijos de baixa a média umidade e, quanto ao teor de gordura em base seca, como um queijo gordo.

Somente a marca E, classificada como queijo de baixa umidade (35,34%), não está de acordo com Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de queijo de coalho que especifica ser esse produto como de média a alta umidade (Brasil, 2001a). A causa provável para o menor teor de umidade da marca E é

possivelmente a alta temperatura que o leite permaneceu (40°C), desde o momento de adição do coagulante até a etapa de dessoragem (Tabela 2), o que resulta em formação de uma coalhada mais seca.

A marca E é a menos característica entre as marcas avaliadas, e se caracteriza por apresentar menor teor de umidade (35,34%), maior teor de gordura (33,76%), maior teor de proteína (25,42%), maior teor de sal (3,53%), maior relação sal/umidade (10,06), maior teor de cálcio (0,83%), maior acidez (0,50% ac. láctico) e menor valor de pH (5,81).

Mesmo excluindo a marca E, podemos verificar que ainda existe uma grande variação entre as marcas, que reflete as diferenças no processamento (Tabela 2),

A diversidade na composição dos queijos de coalho, também foram verificadas em alguns estados do nordeste, como em diversas regiões do Ceará, onde os queijos foram classificados em queijos extra gordo ou gordo e queijos de média umidade (BRANCO, 2002; NASSU et al, 2001; SEBRAE,1998). Já em Recife, os queijos foram classificados em queijos semi-gordo e queijos de alta umidade a muita alta umidade (SENA et al., 2000).

Tabela 4. Composição média das sete marcas comerciais de queijo de coalho.

| Componente | Marca A | Marca B | Marca C | Marca D | Marca E | Marca F | Marca G |
|--------------------------|----------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|---------------------|--------------------|
| Umidade (%) | 43,42 ^a | 41,93 ^{ba} | 42,43 ^{ba} | 43,18 ^{ba} | 35,34 ^c | 37,49 ^{bc} | 43,84 ^a |
| Gordura (%) | 30,17 ^b | 32,06 ^{ba} | 31,26 ^b | 30,33 ^b | 33,76 ^a | 31,76 ^{ba} | 30,01 ^d |
| Gordura em base seca (%) | 53,27 ^{bac} | 55,11 ^a | 54,26 ^{ba} | 53,35 ^{bac} | 52,27 ^{bac} | 50,86 ^{bc} | 50,68 ^c |
| Proteína total (%) | 21,54 ^{bc} | 21,34 ^{bc} | 21,29 ^c | 22,11 ^{bc} | 25,42 ^a | 24,44 ^a | 22,61 ^b |
| Sal (%) | 2,38 ^b | 2,81 ^b | 2,67 ^b | 2,60 ^b | 3,53 ^a | 2,90 ^b | 2,80 ^b |
| S/U ¹ | 5,49 ^c | 6,73 ^{bc} | 6,34 ^{bc} | 6,01 ^c | 10,06 ^a | 7,75 ^b | 6,94 ^{bc} |
| Cálcio (%) | 0,57 ^e | 0,66 ^{cd} | 0,71 ^b | 0,64 ^d | 0,83 ^a | 0,70 ^{cb} | 0,71 ^b |
| Acidez (%ac.láctico) | 0,34 ^b | 0,33 ^{bc} | 0,24 ^{bc} | 0,24 ^{bc} | 0,50 ^a | 0,21 ^{bc} | 0,18 ^c |
| pH | 6,09 ^{dc} | 6,28 ^{bc} | 6,58 ^{ba} | 6,34 ^{bc} | 5,81 ^d | 6,46 ^{ba} | 6,64 ^a |

Médias com letras em comum na mesma linha não diferem entre si significativamente ($p > 0,05$), segundo o teste de Tukey.

¹ Relação Sal/umidade

5.4. Mudanças durante o Armazenamento Refrigerado

A Tabela 5 mostra os resultados da análise de variância, exemplificado para o parâmetro acidez, e indica que houve interação significativa ($p < 0,0001$) entre as fontes de variação analisadas: marca, lote e tempo, e interação entre

marca*lote, marca*tempo e lote*tempo na evolução do pH, acidez titulável, extensão da proteólise e profundidade da proteólise dos queijos de coalho durante o armazenamento refrigerado. Apesar da interação significativa marca*lote, foi realizada uma ANOVA considerando o QM desta interação como resíduo, para avaliar o comportamento da marca em relação ao tempo de armazenamento refrigerado.

Tabela 5. Análise de variância para avaliar a probabilidade da evolução da acidez das diferentes marcas de queijo de coalho durante o tempo de armazenamento refrigerado.

| Fonte | GL | QM | Valor de F | Pr > F |
|-------------|-----|--------|------------|--------|
| marca | 6 | 0,4652 | 91,42 | <.0001 |
| lote | 2 | 0,3505 | 68,88 | <.0001 |
| tempo | 3 | 0,2659 | 52,26 | <.0001 |
| marca*lote | 12 | 0,2170 | 42,65 | <.0001 |
| marca*tempo | 18 | 0,0182 | 3,58 | <.0001 |
| resíduo | 204 | 0,0051 | - | - |
| total | 251 | - | - | - |

A Tabela 6 apresenta a ANOVA usando o valor de QM da interação marca*lote como resíduo, para se avaliar o comportamento da marca em relação ao tempo de armazenamento refrigerado. A interação marca*lote exerceu influência significativa nos parâmetros avaliados, devido à variação no processo de fabricação que ocorreu entre as marcas (Tabela 2) e pelas mudanças efetuadas pelas indústrias no processo durante o período do estudo.

Tabela 6. ANOVA usando o valor de QM da interação marca*lote como resíduo para avaliar a probabilidade de evolução da acidez titulável e pH durante o armazenamento refrigerado.

| Fontes | GL | Acidez titulável | | pH | |
|--------|----|------------------|--------|--------|--------|
| | | QM | p | QM | p |
| Marca | 6 | 0,4652 | 0,1229 | 1,9206 | 0,0165 |
| lote | 3 | 0,2659 | 0,3431 | 2,1774 | 0,0206 |

5.4.1. Evolução do pH e acidez titulável

A Tabela 6 mostra que houve diferença significativa para os valores de pH entre as marcas avaliadas ($p=0,0165$) e durante o tempo de armazenamento refrigerado ($p=0,0206$). Já para acidez titulável, não houve diferença significativa entre as marcas avaliadas ($p=0,1229$) e durante o tempo de armazenamento refrigerado ($p= 0,3431$).

As Figuras 15 e 16 ilustram, respectivamente, a variação do pH e da acidez durante o tempo de armazenamento refrigerado. Os gráficos demonstraram que a variação de acidez e pH durante o tempo de armazenamento refrigerado, estão coerentes e seguem a mesma tendência, apesar dos valores de acidez titulável não apresentarem diferenças significativas entre as marcas e durante o tempo de armazenamento refrigerado.

O queijo da marca E apresentou a maior acidez titulável (Figura16) e menor valor de pH (Figura 15) durante o armazenamento refrigerado, apesar de não ter sido utilizado fermento láctico ou ácido durante a sua fabricação (Tabela 2). Entretanto, essa fábrica tem por prática adicionar sal ao leite pasteurizado, procedimento reconhecidamente utilizado por queijeiros para inibir coliformes. Uma hipótese bastante razoável para explicar o comportamento do pH e acidez titulável desse queijo é atribuir a produção de acidez e abaixamento do pH à ação

de coliformes. A ocorrência de olhaduras e a ocasional aparência rendada do queijo em algumas amostras parecem corroborar essa suspeita que, evidentemente, teria de ser confirmada por análise microbiológica do queijo.

O queijo da marca G já apresenta comportamento inverso ao verificado para a marca E, com elevado pH e baixo teor de acidez titulável quando comparado às outras marcas. Tanto o pH quanto a acidez titulável se mantêm praticamente constantes durante o tempo de armazenamento, indicando que provavelmente não houve atividade do fermento láctico adicionado. A Tabela 2 mostra que se usou uma temperatura de cozimento da massa de 50°C, que resulta em inativação do fermento mesófilico. Além disso, foi utilizada salga na massa, o que deve ter contribuído para inibir a atuação do fermento láctico residual.

Em geral, todos os queijos apresentaram um pH elevado e baixa acidez titulável. Apesar de ter havido diferença significativa do pH com o tempo de armazenamento refrigerado, a variação foi pequena, indicando pouca ação do fermento láctico, quando esse foi adicionado ao leite. Esse comportamento já era esperado, uma vez que as indústrias utilizaram diversos procedimentos de fabricação com o intuito de inibir a atuação do fermento, como mostra a Tabela 2. Por exemplo, alta temperatura de cozimento, uso de salmoura aquecida no cozimento da massa, salga na massa e pequena quantidade de fermento láctico (< 1%), ou quando este foi suprimido (marca E). Além disso, todas as marcas apresentam uma relação Sal/Umidade > 5% (Tabela 6), que segundo O' Connor (1974) inibe quase totalmente a produção de ácido láctico pelo fermento láctico mesófilico tipo O, normalmente constituído por *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* e *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*.

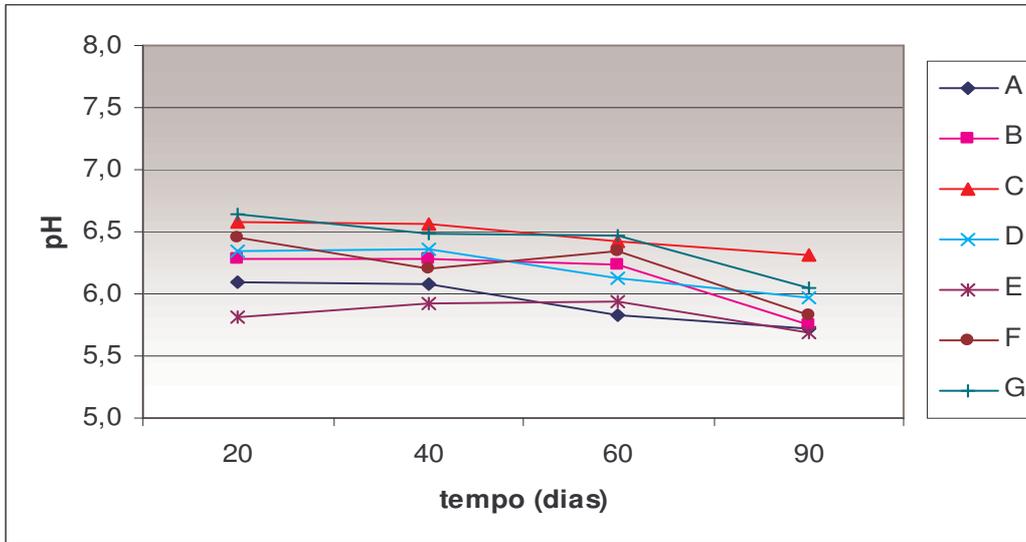


Figura 15. Evolução do pH dos queijos de coalho durante tempo de armazenamento refrigerado.

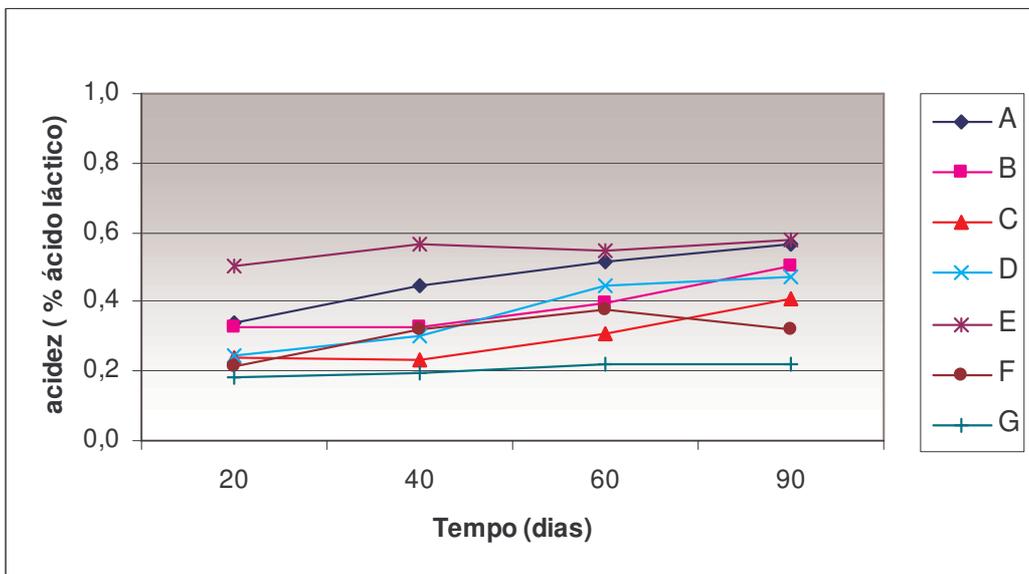


Figura 16. Evolução da acidez dos queijos de coalho durante tempo de armazenamento refrigerado.

5.4.2. Evolução da Proteólise

A Tabela 7 apresenta os valores da ANOVA usando o valor de QM da interação marca*lote como resíduo, para se avaliar o comportamento da marca em relação ao tempo de armazenamento refrigerado na probabilidade de evolução da proteólise.

Tabela 7. ANOVA usando o valor de QM da interação marca*lote como resíduo para avaliar a probabilidade de evolução da acidez titulável e pH durante o armazenamento refrigerado.

| Fontes | GL | NS pH 4,6 | | TCA 12% | |
|--------|----|-----------|--------|---------|--------|
| | | QM | p | QM | p |
| marca | 6 | 167,2870 | 0,0440 | 20,0742 | 0,1226 |
| tempo | 3 | 106,5892 | 0,1690 | 22,9751 | 0,1132 |

5.4.2.1. Extensão da proteólise

A extensão indica a proteólise primária que ocorre principalmente pela ação proteolítica do coagulante residual e da plasmina, protease natural do leite. A ação principal do coagulante é sobre a α_{s1} -caseína e, em menor escala sobre a β -caseína, enquanto a plasmina atua principalmente sobre a β -caseína, resultando em peptídeos grandes e médios, detectados pelo teor de N solúvel a pH 4,6.

A Tabela 7 indica que houve diferença significativa na evolução da extensão da proteólise entre as marcas avaliadas ($p=0,0440$), no entanto, não houve influência significativa do tempo de armazenamento refrigerado ($p= 0,1690$)

na extensão da proteólise, conforme ilustra a Figura 17, indicando que, em geral, a extensão de proteólise foi limitada para todos os queijos. Em mais da metade das marcas de queijo analisadas, a temperatura de cozimento foi na faixa de 45 a 50°C (marcas B, D, F e G), que pode ter resultado na inativação parcial do coagulante. Além disso, queijos das marcas E e F apresentam baixo teor de umidade, o que resulta em menor velocidade da reação de proteólise. Outros fatores, como o uso de menor quantidade de coagulante, podem explicar esse comportamento.

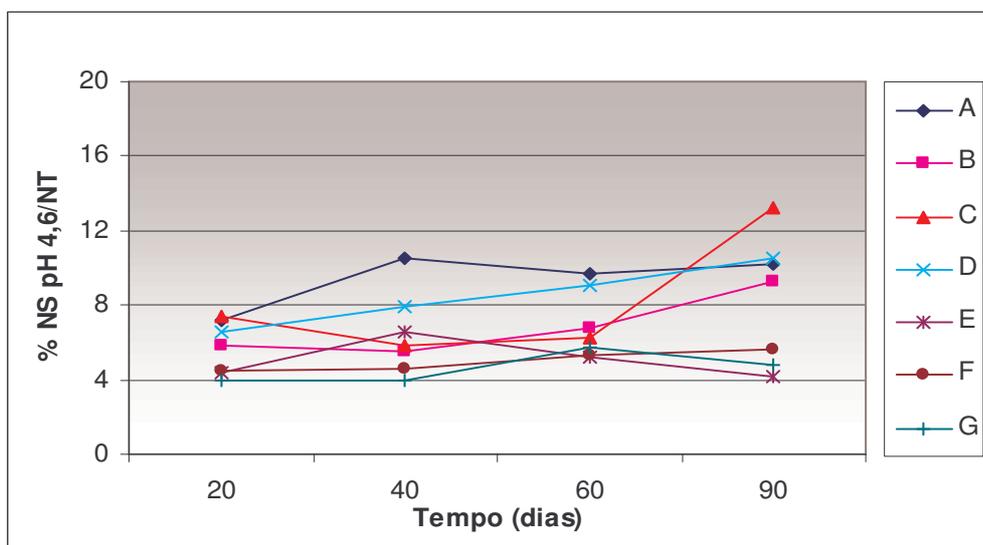


Figura 17. Evolução da extensão da proteólise (% nitrogênio solúvel a pH 4,6 / nitrogênio total) dos queijos de coalho durante o armazenamento refrigerado.

5.4.2.2. Profundidade da proteólise

A Figura 18 ilustra a evolução da profundidade da proteólise ao longo do armazenamento refrigerado.

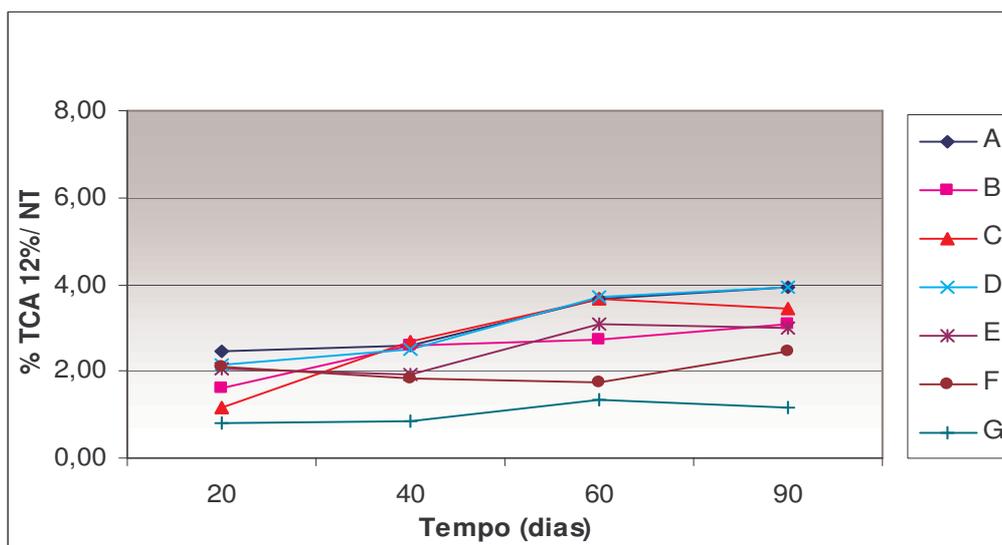


Figura 18. Evolução da profundidade da proteólise (% nitrogênio solúvel em TCA 12% / nitrogênio total) dos queijos de coalho durante o armazenamento refrigerado

O índice de profundidade está relacionado à presença de enzimas proteolíticas de microrganismos provindos do fermento láctico (BAL) ou mesmo de contaminantes (NSLAB), que hidrolisam os peptídeos resultantes da ação do coalho e plasmina, formando peptídeos pequenos e aminoácidos livres.

A Tabela 7 indica que não houve diferença significativa na profundidade da proteólise entre as marcas avaliadas ($p=0,1226$) e durante o tempo de armazenamento refrigerado ($p= 0,1132$), possivelmente devido à elevada temperatura de cozimento da massa aplicada durante o processamento, pequena quantidade de fermento quando este foi utilizado (<1%) e por inibição parcial ou

total das enzimas do fermento láctico e dos microorganismos sobreviventes ao tratamento térmico e/ ou contaminantes.

O baixo teor de extensão e profundidade da proteólise demonstram a preocupação das indústrias em adotar procedimentos que resultem em menor atividade do coagulante e atividade proteolítica do fermento láctico e outros microorganismos remanescentes no queijo. Baixo nível de proteólise contribui para que o produto final seja mais firme e apresente baixa capacidade de derretimento, requerimento essencial para ser utilizado na forma grelhada.

5.4.3. Propriedades Funcionais

A Tabela 8 apresenta os valores da ANOVA usando o valor de QM da interação marca*lote como resíduo, para se avaliar o comportamento da marca em relação ao tempo de armazenamento refrigerado na probabilidade de evolução da capacidade de derretimento e formação de óleo livre.

Tabela 8. ANOVA usando o valor de QM da interação marca*lote como resíduo para avaliar a probabilidade de evolução da acidez titulável e pH durante o armazenamento refrigerado.

| Fontes | GL | Cap. derretimento | | Óleo livre | |
|--------|----|-------------------|--------|------------|--------|
| | | QM | p | QM | p |
| marca | 6 | 1213,5775 | 0,7113 | 802,8071 | 0,0240 |
| tempo | 3 | 2930,3737 | 0,2626 | 27,8121 | 0,9399 |

5.4.3.1. Capacidade de derretimento

O queijo de coalho é consumido preferencialmente grelhado, na forma fracionada, em espetos para churrasco, e desta maneira, deve apresentar baixa capacidade de derretimento, permitindo a manutenção do seu formato original (sem derreter) durante o tempo necessário na grelha.

A Tabela 8 mostra que a marca ($p= 0,7113$) e o tempo de armazenamento refrigerado ($p= 0,2626$) não exerceram influência significativa na capacidade de derretimento dos queijos de coalho. A Figura 19 mostra a evolução da capacidade de derretimento das várias marcas comerciais de queijo de coalho com o tempo de armazenamento refrigerado.

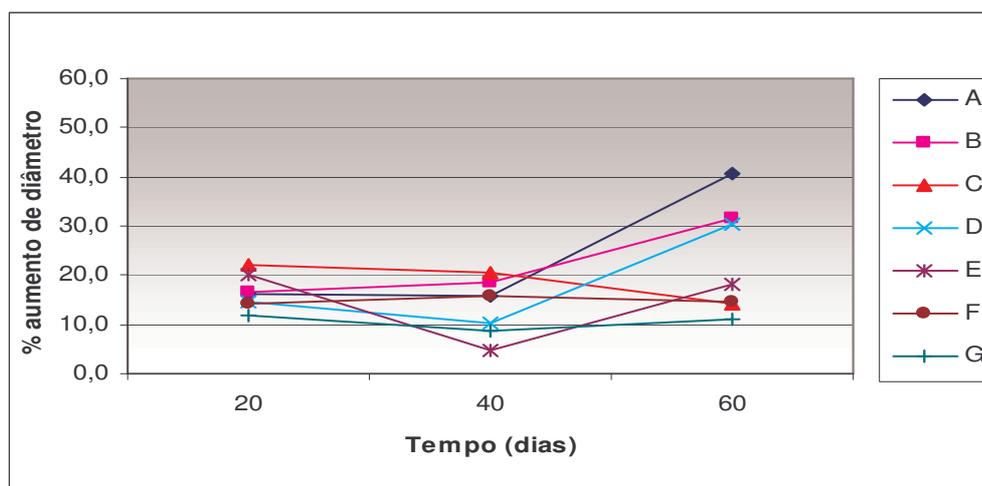


Figura 19. Capacidade do derretimento dos queijos de coalho durante o tempo de armazenamento refrigerado

A não variação da capacidade de derretimento entre as marcas analisadas demonstra que esse parâmetro foi padronizado pela indústria de queijo de coalho. Em geral, todos os queijos apresentaram baixa capacidade de derretimento, com praticamente nenhuma variação no derretimento até o dia 40, com exceção da amostra E, que sempre se mostrou atípica em todos os parâmetros analisados. A

baixa capacidade de derretimento é a característica mais requerida pelo consumidor e determinante na compra do produto. Não haver mudança na capacidade de derretimento com o tempo também é altamente desejável, uma vez que isso determinaria o fim da sua vida de prateleira, já que o consumidor rejeita queijos que exibem alto derretimento e escoam pela grelha.

A baixa capacidade de derretimento dos queijos é causada provavelmente pela limitada extensão e profundidade da proteólise e, em geral, pelo baixo teor de umidade, restringindo a capacidade da proteína de fluir quando aquecida e dificultando a saída da gordura que está entremeada na rede protéica, o que diminui a tendência do queijo a derreter.

5.4.3.2. Formação de óleo livre

A Tabela 8 indica que não houve diferença significativa no tempo de armazenamento refrigerado ($p= 0,9399$), mas a marca ($p= 0,0240$) exerceu influência significativa na formação de óleo livre.

A figura 20 mostra a formação de óleo livre das diferentes marcas de queijo de coalho durante o tempo de armazenamento refrigerado.

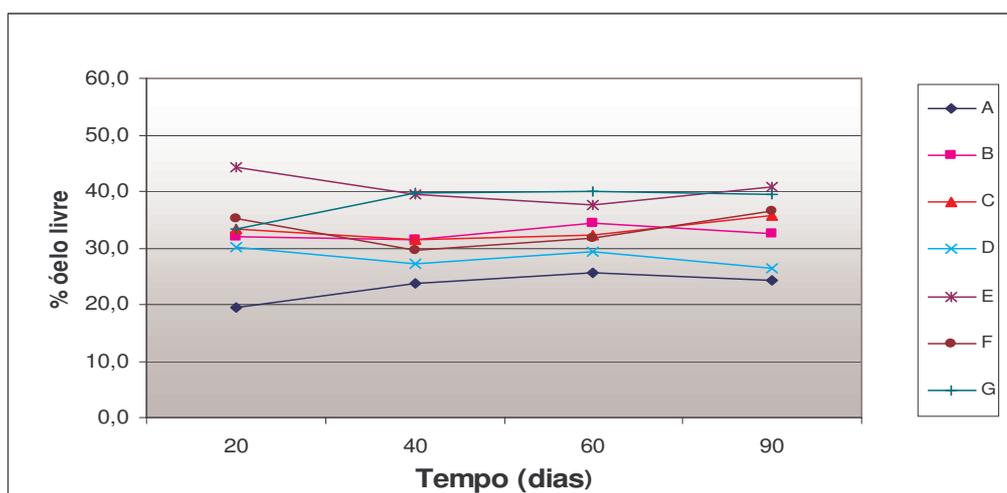


Figura 20. Formação de óleo livre das diferentes marcas de queijo de coalho durante o tempo de armazenamento refrigerado.

Segundo Kindstedt (1993), o teor de gordura, a proteólise e a capacidade emulsificante da caseína determinam a quantidade de óleo livre liberada de um queijo durante aquecimento. A proteólise favorece a formação de óleo livre, já que leva à desestruturação da rede protéica, que atua como uma barreira física evitando a coalescência dos glóbulos de gordura que fluem e se separam como óleo livre durante o derretimento do queijo.

Nos queijos estudados, houve diferença na extensão de proteólise devido às diferenças na marca. Entretanto, os níveis de proteólise foram baixos e a proteólise limitada para todos os queijos. A análise das Figuras 20 e 17 mostra não haver relação entre os resultados de formação de óleo livre e proteólise dos queijos. O mesmo acontece em relação ao teor de gordura dos queijos quando se analisa a Tabela 4 e a Figura 20, indicando que aparentemente o teor de gordura também não está relacionado com a variação na formação de óleo livre entre as diferentes marcas de queijo de coalho.

Uma relação entre o teor de cálcio dos queijos (Tabela 4) e a formação de óleo livre (Figura 20) parece existir. Quanto menor foi o teor de cálcio dos queijos, menor foi a liberação de óleo livre. É conhecido que as caseínas são emulsificantes mais fortes quando se dissociam do cálcio, o que se postula ocorrer através de troca iônica do sódio pelo cálcio ligado à caseína. Isso favoreceria a maior emulsificação da gordura, desfavorecendo a coalescência e menor formação de óleo livre.

5.4.3.3. Avaliação da cor

A Tabela 9 apresenta os resultados da ANOVA usando o valor de QM da interação marca*lote como resíduo, para se avaliar o comportamento da marca em relação ao tempo de armazenamento refrigerado na probabilidade de evolução da cor do queijo de coalho antes do derretimento. Os resultados indicam que a marca

exerceu influência significativa na cor para os parâmetros L* (p= 0,0022), a* (p= 0,0019) e b* (0,0402) avaliados, no entanto, o tempo de armazenamento refrigerado não exerceu influência significativa nos valores de L* (p=0,3029), a* (p= 0,6582) e b* (p=0,4091).

Tabela 9. ANOVA usando o valor de QM da interação marca*lote como resíduo para avaliar a probabilidade de evolução da cor do queijo de coalho antes do derretimento durante o tempo de armazenamento refrigerado.

| Cor antes do derretimento | | | | | | | |
|---------------------------|----|----------|--------|---------|--------|----------|--------|
| | | L* | | a* | | b* | |
| Fontes | GL | QM | p | QM | p | QM | p |
| marca | 6 | 146,6314 | 0,0022 | 27,7401 | 0,0019 | 133,8894 | 0,0402 |
| tempo | 3 | 28,5195 | 0,3029 | 2,0920 | 0,6582 | 43,3721 | 0,4091 |

Como não houve variação da cor durante o tempo de armazenamento refrigerado, a Figura 21 ilustra a dispersão das marcas de queijo de coalho no sólido tridimensional de cor apenas para dia 40 de armazenamento refrigerado, mostrando claramente a variação da cor entre as marcas. Neste sólido as marcas são posicionadas em função da cor individual de cada marca em relação a uma marca padrão. Neste estudo a marca A foi considerada como marca padrão e a diferença da cor (ΔE) entre cada marca individual e a marca padrão foi calculada, a partir da seguinte equação: $\Delta E = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$, e os valores de ΔE estão apresentados na Tabela 10.

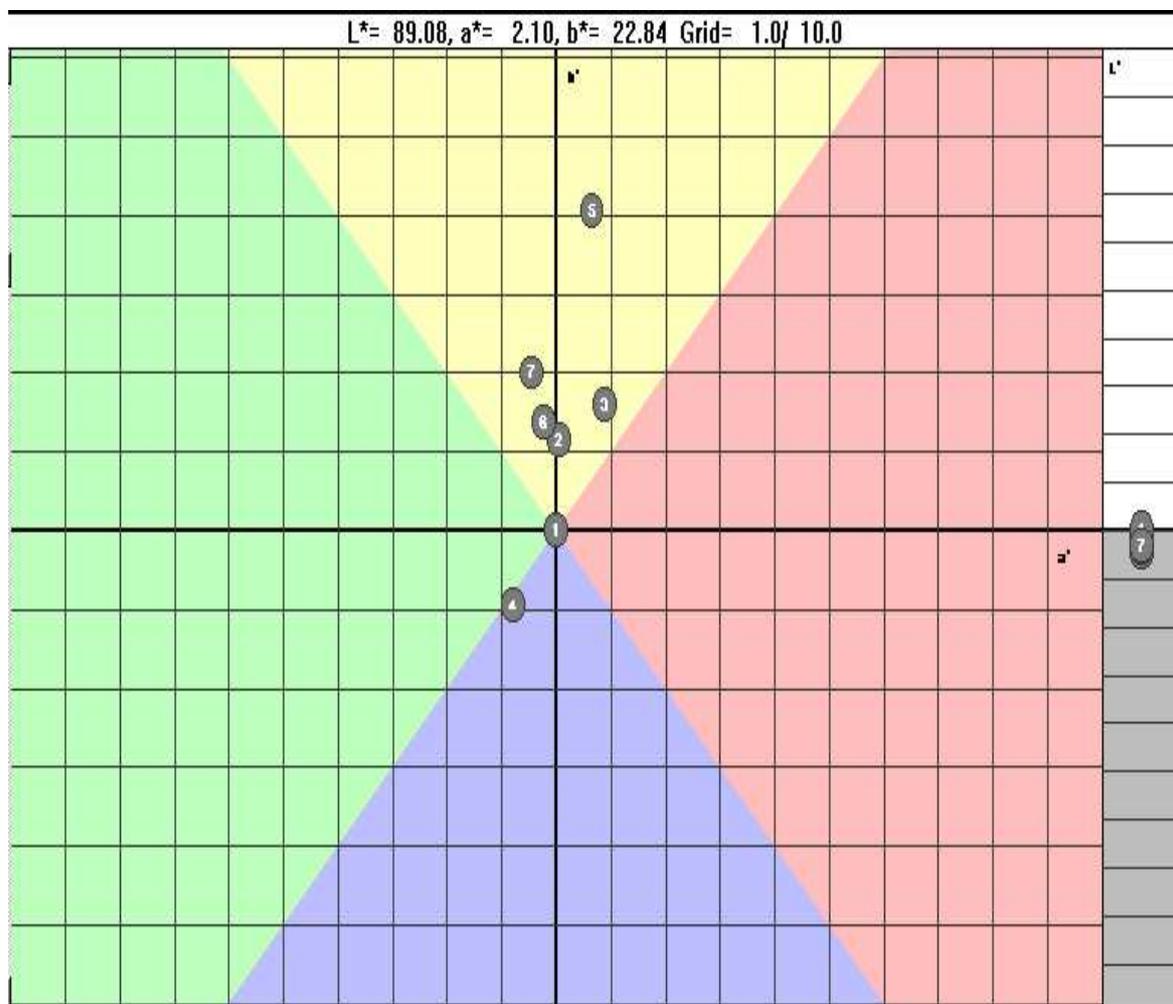


Figura 21. Dispersão da marcas de queijo de coalho no sólido tridimensional de cor no dia 40 de armazenamento refrigerado, para a cor antes do derretimento.

Legenda:

marca A=1; marca B=2; marca C=3; marca D=4; marca E=5; marca F=6;

marca G= 7.

Tabela 10. Variação da cor (ΔE) individual de cada marca em relação a marca A no dia 40 de armazenamento refrigerado.

| Marcas | L* | a* | b* | ΔE |
|---------------|-----------|-----------|-----------|------------------------------|
| A* | 89,08 | 2,10 | 22,84 | 0 |
| B | 88,06 | 2,16 | 23,99 | 1,54 |
| C | 87,55 | 3,02 | 24,44 | 2,40 |
| D | 89,35 | 1,30 | 21,88 | 1,28 |
| E | 84,46 | 2,77 | 26,90 | 6,19 |
| F | 85,65 | 1,86 | 24,21 | 3,70 |
| G | 85,76 | 1,65 | 24,85 | 3,91 |

A*= marca padrão

Podemos verificar que a marca E, possui a maior diferença de cor em relação à marca A. De acordo com a Tabela 2, podemos verificar que o corante não foi um ingrediente utilizado no processo de fabricação em todas as marcas e, portanto, não contribuiu nas diferenças de cor entre as marcas. As diferenças na cor do queijo de coalho antes do derretimento podem estar relacionadas ao tipo de processamento do queijo que afeta a quantidade de gordura retida na massa e o teor de umidade do queijo. Quanto maior o teor de gordura e menor teor de umidade (Tabela 4) do queijo, maior foi o ΔE (Tabela 10) e maior foi a intensidade da cor amarela, (Figura 21), em relação ao queijo da marca A. Essa variação de cor entre as marcas de queijo era esperada, uma vez que o processo de fabricação dos queijos de coalho comerciais foi bastante diferenciado entre si.

A Tabela 11 apresenta os resultados da ANOVA usando o valor de QM da interação marca*lote como resíduo, para se avaliar o comportamento da marca em relação ao tempo de armazenamento refrigerado na avaliação da cor do queijo de coalho após o derretimento. Os resultados indicam que a marca só exerceu influência significativa na cor dos queijos para o parâmetro L* (p= 0,0364) e não houve diferença significativa nos parâmetros a* (p= 0,0946) e b* (0,0824) avaliados, sendo que o tempo de armazenamento refrigerado não exerceu influência significativa nos valores de L* (p=0,8140) e a* (p= 0,8595), mas exerceu influência significativa no valor de b* (p=0,0323).

Tabela 11. ANOVA usando o valor de QM da interação marca*lote como resíduo para avaliar a probabilidade de evolução da cor do queijo de coalho após o derretimento durante o tempo de armazenamento refrigerado.

| Cor após derretimento | | | | | | | |
|-----------------------|----|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | | L* | | a* | | b* | |
| Fontes | GL | QM | p | QM | p | QM | p |
| marca | 6 | 360,9543 | 0,0364 | 146,5036 | 0,0946 | 109,8444 | 0,0824 |
| tempo | 3 | 34,2780 | 0,8140 | 15,4019 | 0,8595 | 179,3367 | 0,0323 |

As Figuras 22 e 23 ilustram, respectivamente, a variação do valor de L^* (luminosidade) e a variação do valor de b^* (eixo amarelo – azul) durante o tempo de armazenamento refrigerado.

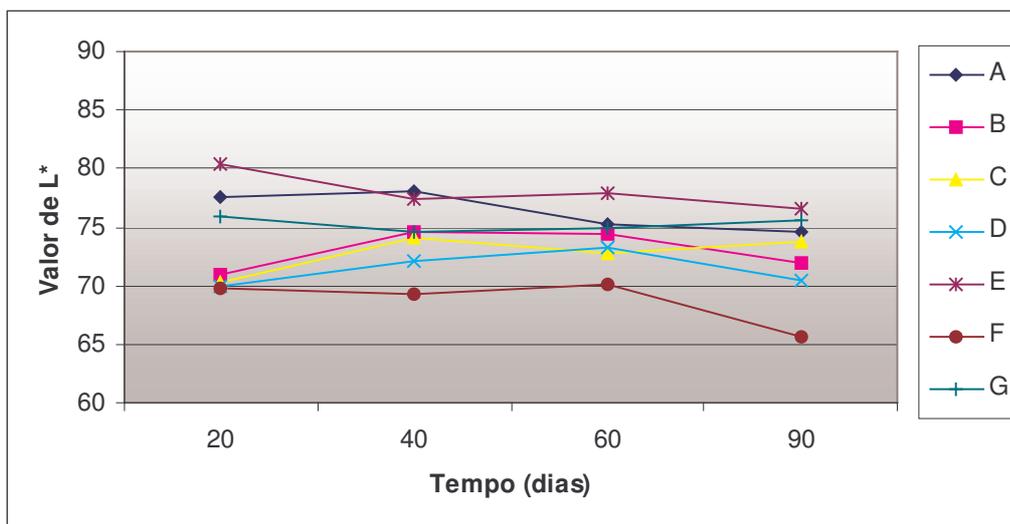


Figura 22. Variação do valor de L^* das diferentes marcas de queijo de coalho durante o tempo de armazenamento refrigerado.

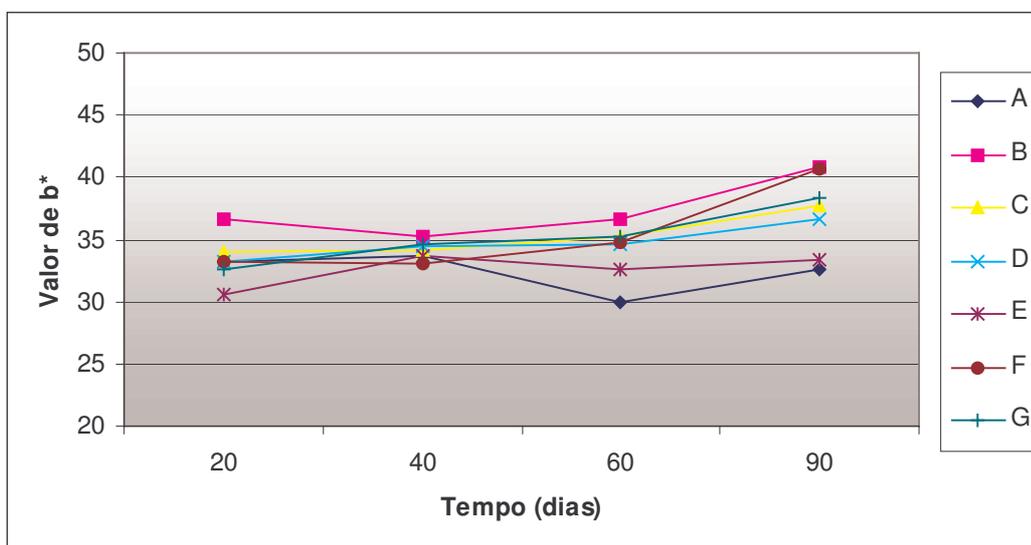


Figura 23. Variação do valor de b^* das diferentes marcas de queijo de coalho durante o tempo de armazenamento refrigerado.

O valor de L^* indica o valor de luminosidade e se refere à capacidade do objeto em refletir ou transmitir luz em determinado comprimento de onda. Quanto maior o valor de L^* mais claro o objeto e assim maior sua capacidade em refletir a luz. Houve um decréscimo no valor de L^* durante o tempo de armazenamento dos queijos após derretimento, com diferença significativa entre as marcas ($p=0,0364$) que pode estar relacionado com a ocorrência de proteólise e reação de Maillard. A reação de Maillard ocorre em presença de aminoácido e açúcar redutor (lactose) quando submetidos à elevação de temperatura formando pigmentos escuros, chamados de melanoidinas, que tornam o objeto mais escuro e, portanto, com menor valor de L^* .

O valor de b^* positivo indica a intensidade de cor amarela. Houve um aumento no valor de b^* durante o tempo de armazenamento refrigerado ($p=0,0323$) que também pode estar relacionado com ocorrência da reação de Maillard que produz compostos mais escuros que diminuem a luminosidade e aumenta a saturação da cor amarela.

A Figura 24 ilustra a dispersão das marcas de queijo de coalho no sólido tridimensional de cor no dia 40 de armazenamento refrigerado, para a cor do queijo após o derretimento, e mostra claramente a variação do valor de L^* (luminosidade) que ocorreu entre as marcas.

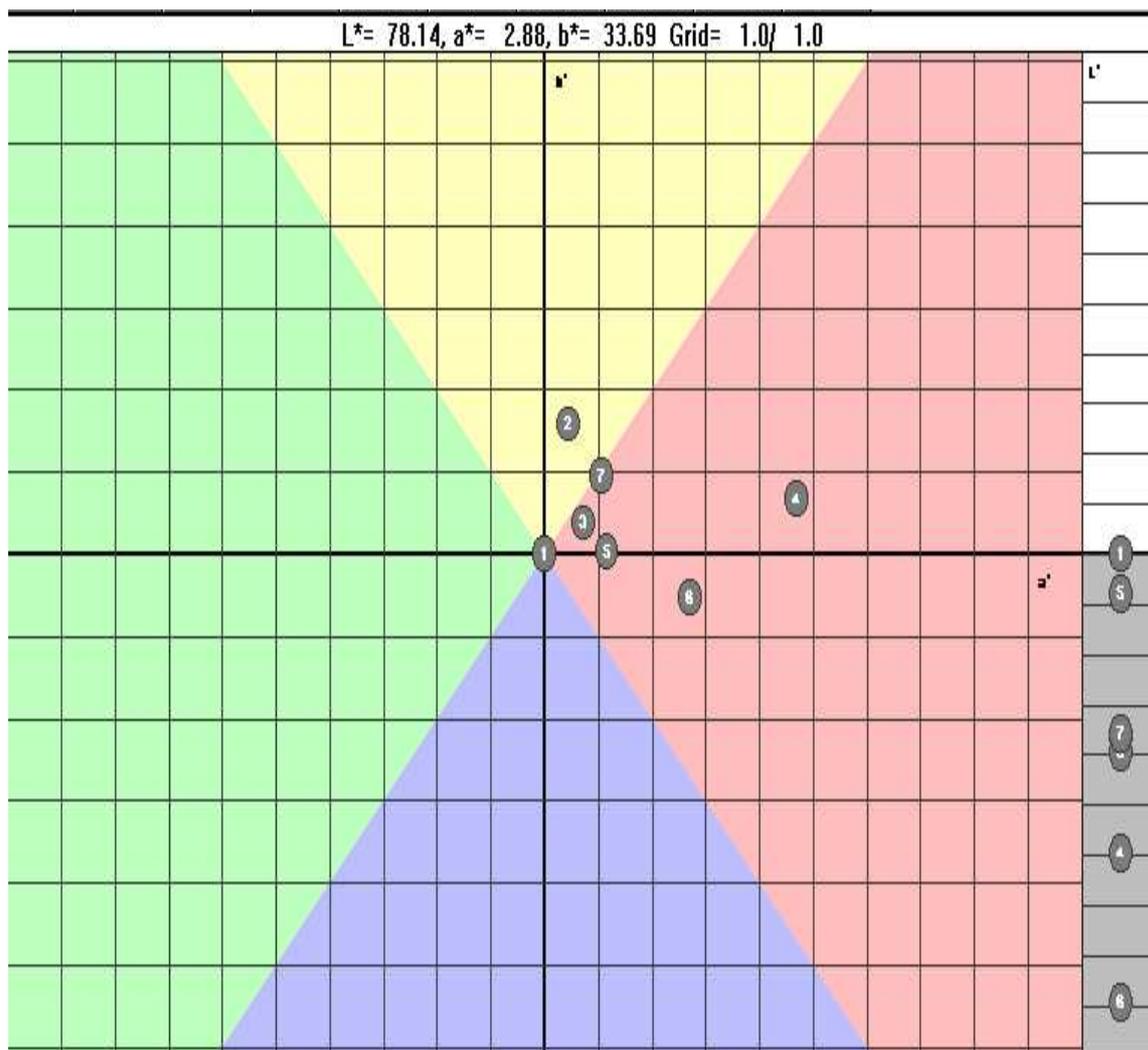


Figura 24. Dispersão da marcas de queijo de coalho no sólido tridimensional de cor no dia 40 de armazenamento refrigerado, para a cor após o derretimento.

5.5. Análise Sensorial

5.5.1. Análise Descritiva Quantitativa (ADQ®)

5.5.1.2. Pré-seleção e definição dos termos descritores

A equipe sensorial pré-selecionada pelo teste de diferença do controle composta foi composta por 13 provadores.

A Figura 25 apresenta a ficha de avaliação descritiva consensualmente desenvolvida por esses provadores, a Tabela 12 mostra os atributos sensoriais que caracterizava as amostras com suas definições e as referências utilizadas para ancorar os extremos das escalas e auxiliar o treinamento dos julgadores.

NOME: _____ AMOSTRA: _____ DATA: _____

Por favor, avalie a intensidade de cada atributo de queijo de coalho de acordo com as escalas abaixo:

APARÊNCIA

Cor amarela | _____ |
 Nenhuma | | Forte

Seca | _____ |
 Pouco | | Muito

AROMA

Queijo fresco | _____ |
 Nenhum | | Forte

Àcido | _____ |

Manteiga | _____ |

Mussarela | _____ |

SABOR

Queijo fresco | _____ |
 Nenhum | | Forte

Mussarela | _____ |

Manteiga | _____ |

GOSTO

Salgado | _____ |
 Nenhum | | Forte

Amargo | _____ |

Ácido | _____ |

TEXTURA

Maciez | _____ |
 Pouco | | Muito

Borrachento | _____ |

Seco | _____ |

Esfarelento | _____ |

Figura 25. Ficha de avaliação descritiva utilizada no treinamento, seleção final e avaliação das amostras de queijo de coalho.

Tabela 12. Definições dos termos descritivos e materiais de referências utilizados para o treinamento da equipe sensorial de queijo de coalho.

| DESCRITORES | DEFINIÇÃO | REFERÊNCIAS |
|-------------------------------------|--|--|
| Cor amarela (CAM) | É a percepção visual produzida pela estimulação da retina pelos raios luminosos de comprimento de onda referente à cor amarela 560-580 nm. | Nenhuma = nada Forte= Queijo Minas padrão marca: Bandeira |
| Seca (SEC) | Descreve o aspecto de uma superfície opaca por apresentar baixo teor de umidade | Pouco = Queijo Minas frescal tradicional marca: Frescatino Muito = Queijo parmessão faixa azul marca: Vigor |
| Aroma de queijo fresco (AQF) | É o aroma característico da massa de queijo recém coagulada no tanque de fabricação. | Nenhum= nada Forte = Queijo Minas frescal marca: Carlin |
| Aroma ácido (AAC) | É o aroma característico da presença de ácido láctico no queijo resultante da fermentação da lactose. | Nenhum =nada Forte = iogurte natural desnatado marca: Paulista |
| Aroma de manteiga (AMA) | É o aroma característico de manteiga no produto | Nenhum = nada Forte = Manteiga extra marca: Paulista |
| Aroma de mussarela (AMU) | É o aroma característica de queijo mussarela | Nenhum= nada Forte= queijo mussarela marca: Carlin |
| Sabor de queijo fresco (SQF) | É o sabor brando característico dos queijos recém fabricados, daqueles que não foram maturados. | Nenhum= nada Forte= Queijo Minas frescal marca: Carlin |
| Sabor de mussarela (SMU) | É o sabor característico de queijo mussarela associado ao produto | Nenhum= nada Forte= Queijo mussarela marca: Carlin |
| Sabor de manteiga (SMA) | É o sabor característico de manteiga no produto | Nenhum= nada Forte= Manteiga extra marca: Paulista |
| Gosto salgado (GSA) | Descreve o gosto primário produzido por soluções aquosas de substâncias salgadas como o cloreto de sódio | Nenhum= nada Forte = imersão em salmoura a 20% por 2:30 hs do queijo de coalho marca: Crioulo |
| Gosto amargo (GAM) | Descreve o gosto primário produzido por soluções aquosas de substâncias amargas como cafeína ou sais de quinino. | Nenhum= nada Forte= imersão em solução de cafeína 1,0% por 2hs do queijo de coalho marca: Pamfi's cortado em cubos de 1 cm de aresta. |
| Gosto ácido (GAC) | Descreve o gosto primário produzido por soluções aquosas de substâncias ácidas como o ácido cítrico. | Nenhum= nada Forte= Queijo tipo cottage marca: Balkis |
| Maciez (MAC) | Descreve a propriedade de textura em relação à força necessária para obter uma dada deformação no produto. | Pouco= Queijo parmessão faixa azul marca: Vigor Muito = Queijo Minas padrão marca: Bandeira |
| Borrachento (BOR) | Aquele que se parece com uma borracha, elástico, que não é quebradiço, podendo “cantar” ao mastigar e precisa de muitas mordidas para estar pronto para engolir. | Pouco = Queijo Minas padrão marca: Bandeira Muito = Balas de gelatina Beijos de morango marca: Fini |
| Seco (SEC) | Descreve a propriedade de textura em relação à percepção da quantidade de umidade absorvida ou liberada de um produto | Pouco = Queijo Minas frescal marca: Carlin Muito = Queijo parmessão faixa azul marca: Vigor |
| Esfarelento (ESF) | Descreve a propriedade de textura em relação à força necessária para que o produto se esmigalhe, esfarele ou desintegre. | Pouco = Queijo Minas padrão marca: Bandeira Muito = Queijo tipo grana marca: Gran formaggio |

5.5.1.3. Treinamento e seleção final dos provadores

Foram necessárias 13 sessões de treinamento, utilizando a ficha de avaliação descritiva, para que a equipe tivesse suficiente entendimento dos atributos avaliados.

A Figura 26 exemplifica o grau de consenso da equipe sensorial após a 13ª sessão de treinamento para o atributo de textura maciez. Consenso similar foi obtido para os demais atributos.

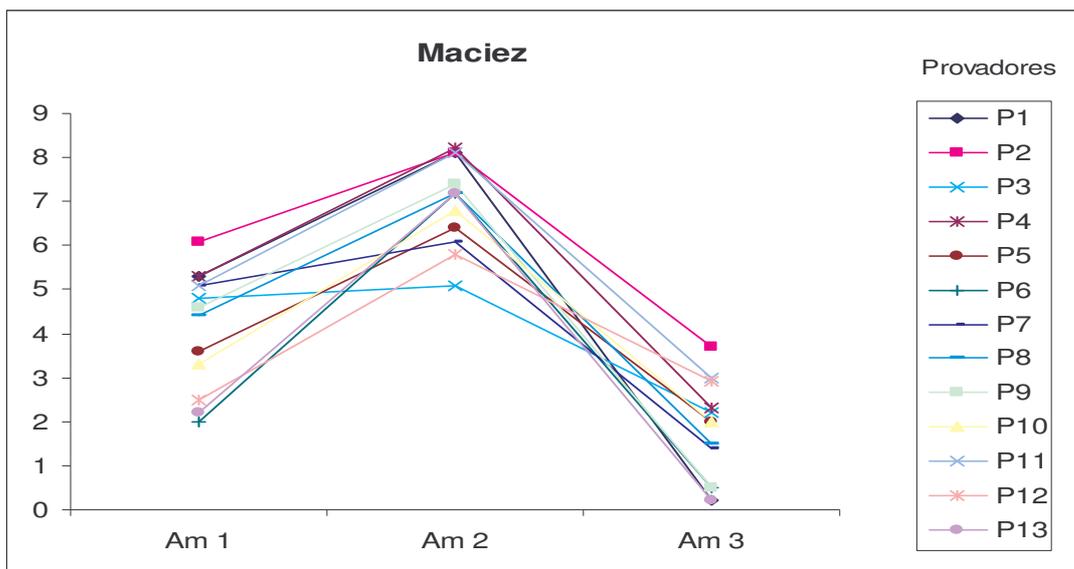


Figura 26. Exemplo do grau de consenso existente entre os provadores para o atributo maciez na 13ª sessão de treinamento.

A Tabela 13 apresenta os valores de $p_{Famosta}$ e $p_{Frepeti\c{c}ao}$ gerados pela análise de variância (ANOVA) dos resultados individuais de cada julgador no teste para a seleção da equipe sensorial descritiva. De acordo com os critérios de seleção, anteriormente descritos, verifica-se que 9 dos 13 provadores apresentaram deficiência discriminatória em no máximo 3 dos 16 atributos julgados, o que pode ser considerado bastante satisfatório. O atributo mais difícil de discriminar foi aroma de manteiga e o gosto amargo. Quanto à reprodutibilidade, verifica-se que a equipe apresentou boa reprodutibilidade entre as repetições. Somente 5 provadores apresentaram reprodutibilidade insatisfatória, ainda assim, para apenas um atributo e o provador 2, para dois atributos.

Dificuldade discriminatória e de reprodutibilidade dos provadores em relação a alguns dos atributos julgados, foi também observada durante o estudo da avaliação do perfil sensorial de vinhos brancos realizado por Behrens (1998), verificando que 10 provadores dos 12 que compunham a equipe, apresentavam dificuldade discriminatória em até 4 dos 14 atributos avaliados.

A avaliação do consenso dos julgadores através da comparação das médias individuais dos mesmos com a equipe sensorial para cada amostra em cada atributo avaliado, revelou uma mesma tendência de avaliação. Alguns provadores apenas utilizavam diferentes porções da escala na avaliação da amostra. Esta interação não é considerada grave, e desta forma, a equipe sensorial final foi composta por todos os 13 provadores que haviam participado do treinamento.

A Figura 27 exemplifica o grau de consenso dos provadores no teste de seleção final para o atributo aparência seca.

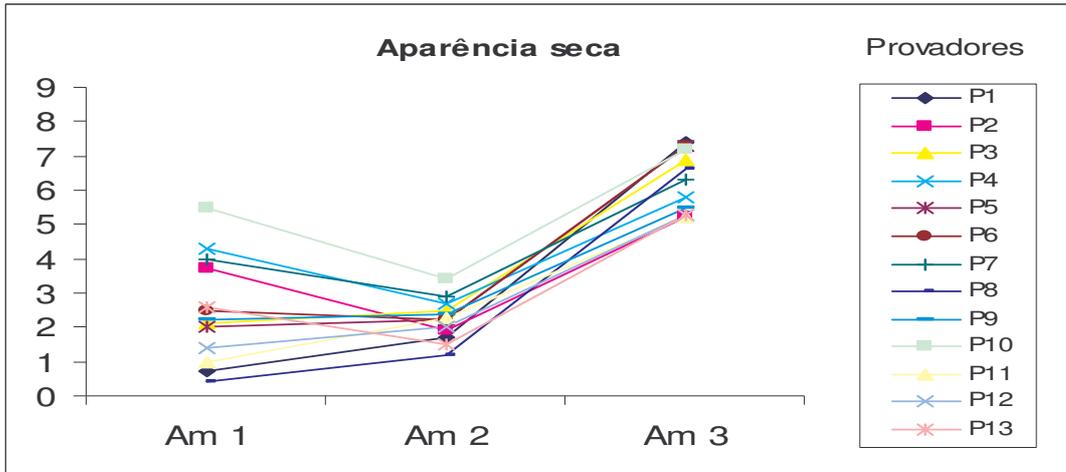


Figura 27. Grau de consenso da equipe de provedores para o atributo aparência seca no teste de seleção final dos provedores.

Tabela 13. Parâmetros associados ao poder discriminativo dos provedores com relação às amostras (pFamostra) e à reprodutibilidade dos julgamentos (pFrepetição). (Valores desejáveis para seleção: pFamostra<0,50 e pFrepetição>0,05).

| Atributos | | Provedores | | | | | | | | | | |
|-----------|--------|------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--------|---------------|---------------|--------|------------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| cam | pFamos | 0,0092 | 0,0002 | 0,0033 | 0,0054 | 0,0021 | <,0001 | 0,0011 | 0,0409 | 0,0659 | 0,0005 | 0,0 |
| | pFrep | 0,1820 | 0,0183 | 0,1580 | 0,3449 | 0,2222 | 0,0794 | 0,7191 | 0,3669 | 0,7607 | 0,4193 | 0,9 |
| ase | pFamos | 0,0023 | 0,1231 | 0,0061 | 0,0241 | 0,0019 | 0,0310 | <,0001 | 0,0055 | 0,2500 | 0,0015 | 0,0 |
| | pFrep | 0,2940 | 0,1819 | 0,3437 | 0,6339 | 0,2323 | 0,7160 | 0,2609 | 0,0055 | 0,6901 | 0,0473 | 0,8 |
| aqf | pFamos | 0,0043 | 0,1284 | 0,0003 | 0,0041 | 0,2697 | 0,4266 | 0,1107 | <u>0,6731</u> | 0,2285 | 0,0014 | 0,0 |
| | pFrep | 0,6624 | 0,7737 | 0,1563 | 0,9593 | 0,8783 | 0,5252 | 0,3998 | 0,8395 | 0,9325 | 0,1063 | 0,7 |
| aac | pFamos | 0,0665 | 0,0934 | <,0001 | <u>0,7934</u> | 0,0593 | 0,3520 | 0,0002 | 0,1872 | 0,3481 | 0,0139 | 0,3 |
| | pFrep | 0,2408 | 0,9260 | 0,0057 | 0,2124 | 0,0746 | 0,5520 | 0,1214 | 0,2708 | 0,9505 | 0,5234 | 0,4 |
| ama | pFamos | 0,4090 | 0,0921 | 0,0698 | <u>0,9745</u> | 0,3340 | 0,0425 | 0,0070 | <u>0,6704</u> | 0,3575 | 0,0018 | 0,0 |
| | pFrep | 0,5722 | 0,0198 | 0,4840 | 0,3290 | 0,1643 | 0,2554 | 0,7677 | 0,6270 | 0,6158 | 0,3362 | 0,6 |
| amu | pFamos | 0,1053 | 0,0682 | <u>0,6629</u> | 0,0022 | 0,3838 | 0,0002 | 0,0406 | 0,1657 | 0,0132 | 0,0047 | 0,0 |
| | pFrep | 0,9052 | 0,2369 | 0,4164 | 0,9849 | 0,8320 | 0,2384 | 0,2139 | 0,5495 | 0,2559 | 0,1638 | 0,4 |
| sqf | pFamos | 0,0028 | <u>0,5440</u> | 0,3003 | 0,0015 | 0,0404 | 0,0012 | 0,0872 | 0,3791 | 0,1834 | 0,0062 | 0,0 |
| | pFrep | 0,7513 | 0,1926 | 0,2752 | 0,9269 | 0,7288 | 0,0698 | 0,4361 | 0,3543 | 0,7671 | 0,5147 | 0,7 |
| smu | pFamos | 0,0023 | 0,4237 | 0,4903 | 0,0014 | 0,0002 | 0,0012 | 0,0069 | 0,0376 | 0,0109 | 0,0008 | 0,0 |
| | pFrep | 0,6437 | 0,4237 | 0,6749 | 0,4678 | 0,3303 | 0,1584 | 0,5047 | 0,5956 | 0,5566 | 0,4724 | 0,6 |
| sma | pFamos | 0,1576 | 0,0361 | 0,1090 | 0,4756 | 0,2275 | 0,1205 | 0,1352 | 0,2861 | <u>0,6944</u> | 0,0284 | 0,6 |
| | pFrep | 0,6263 | 0,1035 | 0,3219 | 0,5194 | 0,1416 | 0,4783 | 0,0177 | 0,5143 | 0,5487 | 0,9894 | 0,4 |
| gsa | pFamos | 0,0957 | 0,1521 | 0,3792 | 0,0539 | <u>0,5311</u> | 0,0580 | 0,3650 | 0,0004 | 0,2963 | 0,0008 | 0,0 |
| | pFrep | 0,1528 | 0,5007 | 0,9385 | 0,8645 | 0,4396 | 0,0769 | 0,3691 | 0,3660 | 0,7724 | 0,1365 | 0,1 |
| gam | pFamos | 0,3162 | <u>0,8858</u> | <u>0,5487</u> | 0,2732 | 0,2562 | 0,0116 | 0,2700 | 0,0002 | <u>0,7606</u> | 0,0014 | 0,0 |
| | pFrep | 0,1397 | 0,4839 | 0,2630 | 0,2034 | 0,1357 | 0,1897 | 0,5130 | 0,5251 | 0,5005 | 0,3315 | 0,5 |
| gac | pFamos | 0,0513 | 0,3785 | 0,1357 | 0,3094 | 0,1392 | 0,0507 | 0,3660 | 0,0004 | <u>0,7144</u> | 0,0858 | 0,4 |
| | pFrep | 0,2391 | 0,6620 | 0,3541 | 0,8058 | 0,1200 | 0,0389 | 0,7795 | 0,2844 | 0,8962 | 0,9109 | 0,6 |
| mac | pFamos | 0,0004 | 0,0021 | <,0001 | 0,0003 | 0,0017 | 0,0033 | 0,0018 | 0,0030 | 0,1221 | 0,0044 | 0,0 |
| | pFrep | 0,4749 | 0,4444 | 0,9712 | 0,9626 | 0,6363 | 0,6754 | 0,1525 | 0,0471 | 0,9358 | 0,3235 | 0,3 |
| bor | pFamos | 0,1844 | 0,5989 | 0,2049 | 0,0015 | 0,0477 | 0,1667 | 0,4021 | <u>0,8612</u> | 0,1410 | 0,0382 | 0,0 |
| | pFrep | 0,4718 | 0,1779 | 0,2529 | 0,2920 | 0,3265 | 0,7754 | 0,5759 | 0,4109 | 0,4092 | 0,6475 | 0,6 |
| sec | pFamos | <,0001 | 0,1007 | 0,0007 | 0,0088 | 0,0006 | 0,0114 | 0,0002 | 0,0255 | 0,1332 | 0,0040 | 0,0 |
| | pFrep | 0,0073 | 0,4890 | 0,2460 | 0,8504 | 0,2160 | 0,5865 | 0,8332 | 0,1236 | 0,2552 | 0,5214 | 0,0 |
| esf | pFamos | 0,1844 | 0,2850 | <,0001 | 0,0348 | <u>0,5935</u> | 0,0237 | 0,0001 | 0,0080 | 0,0008 | 0,0001 | 0,0 |
| | pFrep | 0,4718 | 0,5344 | 0,1139 | 0,0033 | 0,5005 | 0,6335 | 0,2671 | 0,1207 | 0,2734 | 0,0670 | 0,2 |
| Total* | | 0 / 0 | 2 / 2 | 2 / 1 | 2 / 1 | 2 / 0 | 0 / 1 | 0 / 0 | 3 / 1 | 3 / 0 | 0 / 0 | 1 / 1 |

* Total de ocasiões em que o poder discriminativo, e em vermelho a reprodutibilidade, mostrou-se insuficiente.

Valores de p em itálico e grifado indicam poder discriminatório insuficiente.

Valores de p em vermelho indicam reprodutibilidade insuficiente.

Legenda: cam= cor amarela; ase = aparência seca; aqf = aroma de queijo fresco;
aac = aroma ácido;

ama = aroma de manteiga ; amu = aroma de mussarela; sqf = sabor de queijo fresco; smu = sabor de mussarela; amu = aroma de mussarela; sqf = sabor de queijo fresco; smu = sabor de mussarela; sma= sabor de manteiga; gsa = gosto salgado; gam = gosto amargo; gac = gosto ácido; mac = maciez; bor = borrachento; sec = seco; esf = esfarelento

5.5.1.4. Perfil sensorial das amostras

As Figuras numeradas entre 28 e 31 apresentam o perfil sensorial das sete marcas de queijo de coalho nos dias 20, 40, 60 e 90 de armazenamento refrigerado, realizado no 1º lote, pelos provadores treinados e selecionados. A composição química das sete marcas comerciais de queijo de coalho do 1º lote está apresentada em anexo na Tabela A1.

Como pode ser observado, os perfis sensoriais estão graficamente representados (Figuras 28 a 31) com gráfico de coordenadas polares onde a intensidade média dos atributos sensoriais para cada amostra, que é marcada em seu respectivo eixo, sendo que o centro do gráfico representa o valor 0 de intensidade e o extremo de cada eixo o valor 9. Cada atributo da ficha descritiva encontra-se associado a um eixo do gráfico.

As Tabelas 14, 15, 16 e 17 apresentam os resultados estatísticos dos valores representados nas Figuras de 25 a 28.

As Figuras de 28 a 31 sugerem que em todos os tempos de armazenamento refrigerado, o queijo da marca E destacou-se por apresentar maior “cor amarela”, “aparência seca”, “gosto ácido”, “seco” e “esfarelento”, o que pode estar relacionado ao fato do queijo da marca E apresentar em sua composição química do 1º lote (Tabela A1), menor teor de umidade e maior teor de sal. Esta marca apresenta também menor intensidade de “maciez”, “sabor de manteiga”, “aroma de manteiga”, “sabor de queijo fresco”, “aroma de queijo fresco”. A marca E foi a que apresentou maior diferença no perfil sensorial entre as marcas avaliadas, diferindo significativamente ($p \leq 0,05$) em pelo 12 dos atributos avaliados, em todos os tempos de armazenamento refrigerado (Tabelas 14 a 17).

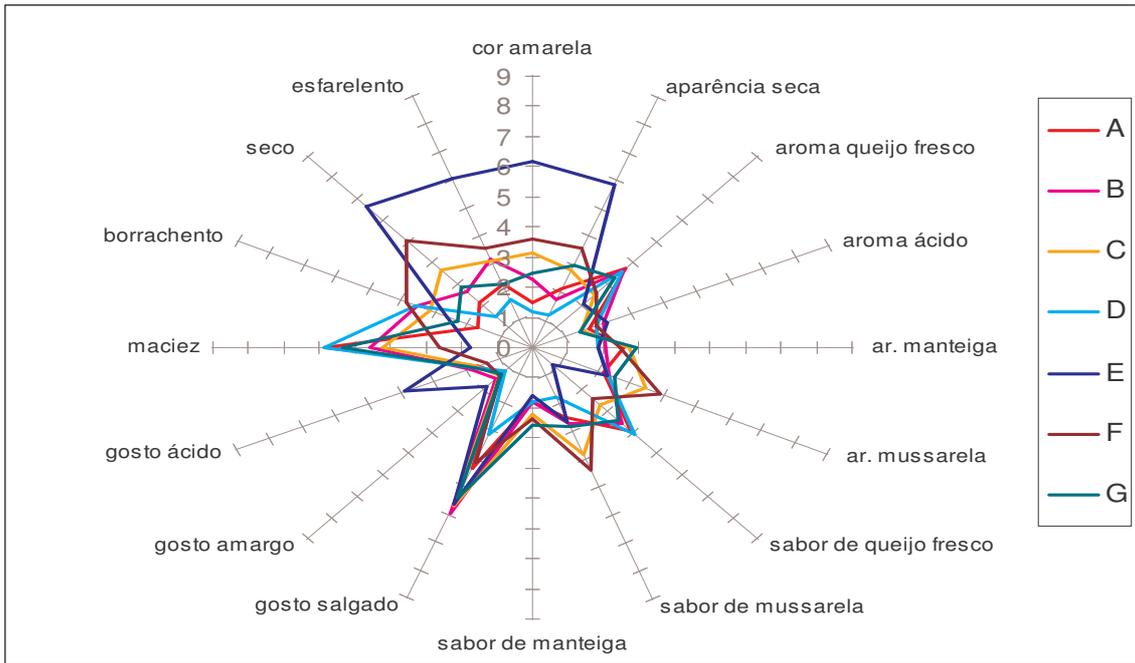


Figura 28. Perfil sensorial das marcas de queijo coalho no dia 20 de armazenamento refrigerado.

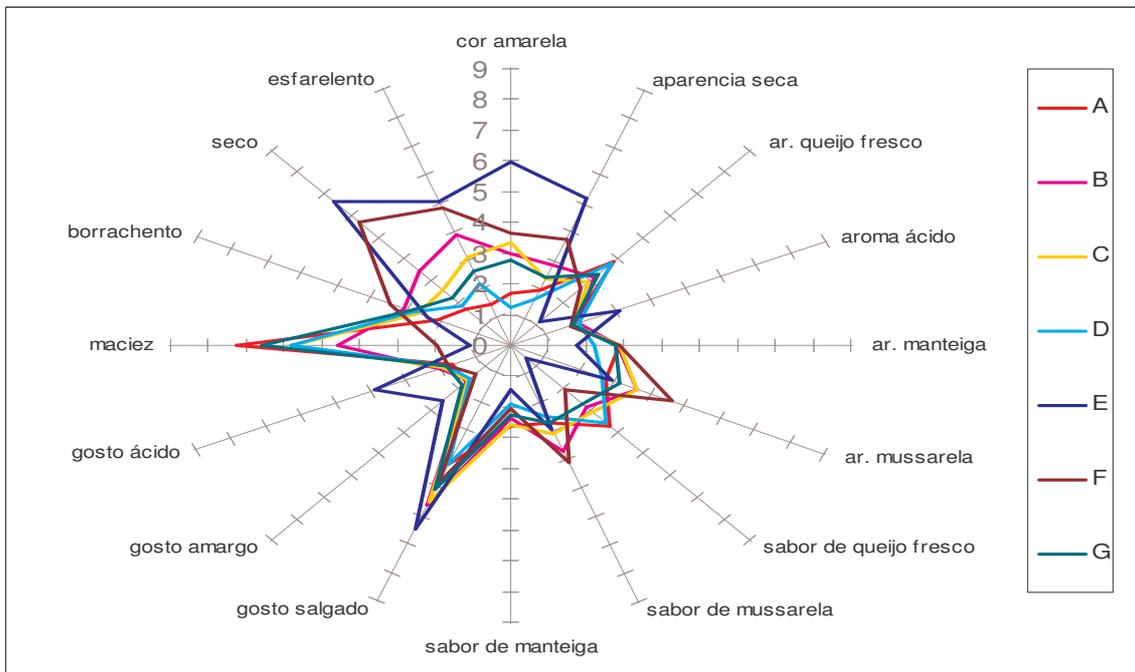


Figura 29. Perfil sensorial das marcas de queijo coalho no dia 40 de armazenamento refrigerado.

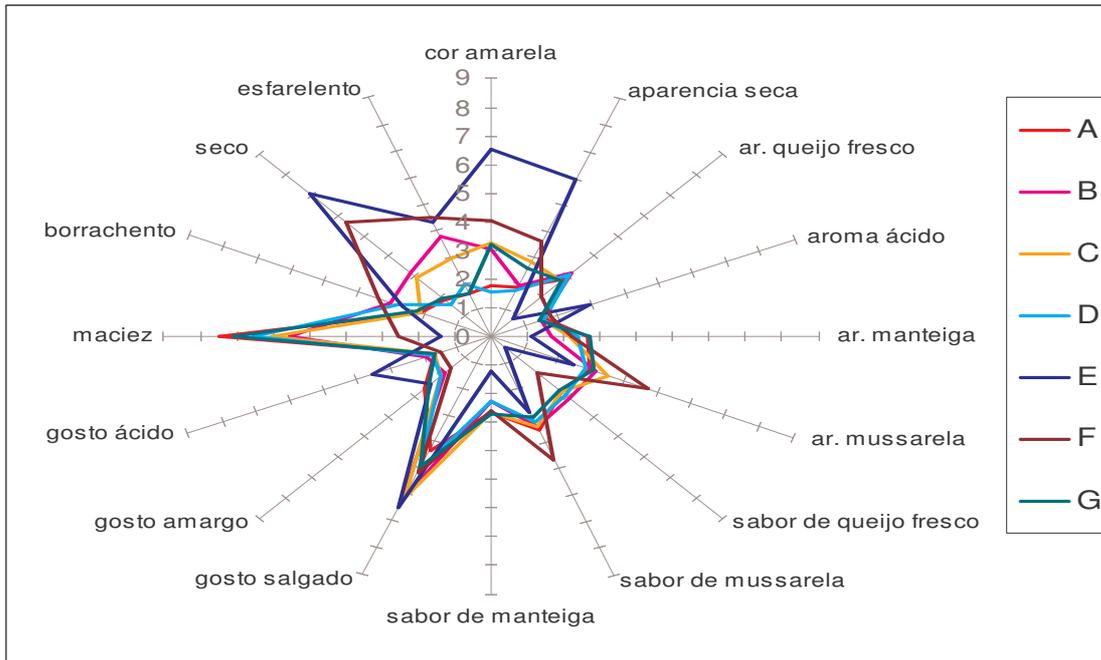


Figura 30. Perfil sensorial das marcas de queijo coalho no dia 60 de armazenamento refrigerado.

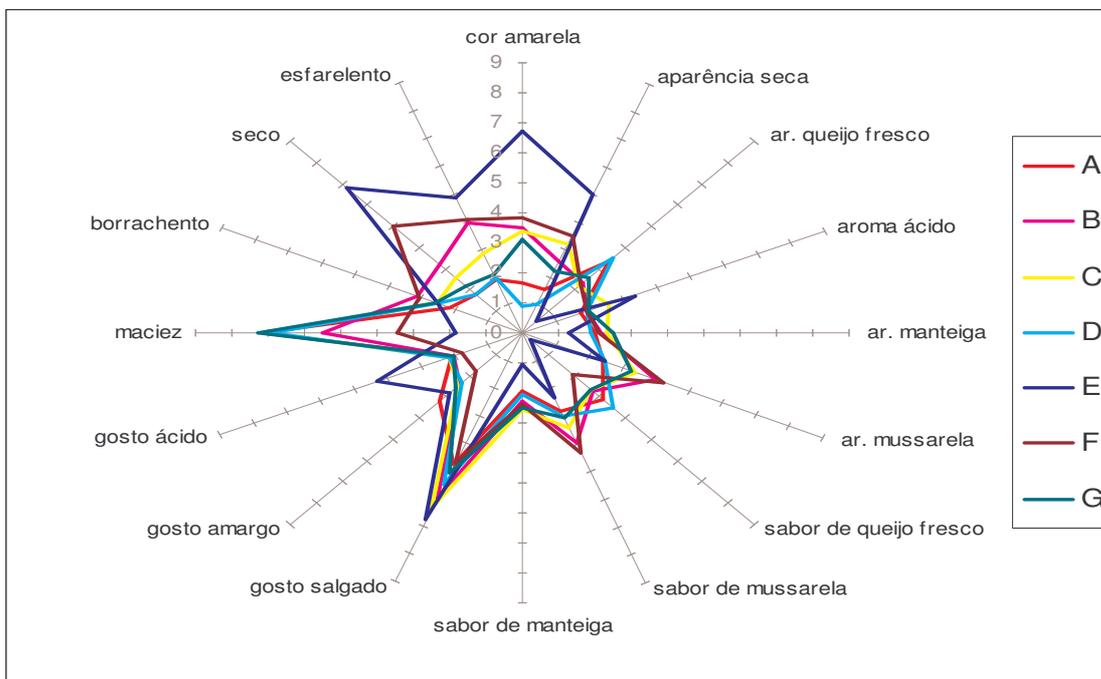


Figura 31. Perfil sensorial das marcas de queijo coalho no dia 90 de armazenamento refrigerado.

Tabela 14. Médias dos atributos sensoriais das marcas de queijo de coalho no dia 20 de armazenamento refrigerado.

| Atributos | Marca A | Marca B | Marca C | Marca D | Marca E | Marca F | Marca G | DMS* |
|---------------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------|-------------------|------|
| Cor amarela | 1,5 ^d | 2,3 ^c | 3,1 ^b | 1,2 ^d | 6,1 ^a | 3,6 ^b | 2,5 ^c | 0,6 |
| Aparência | | | | | | | | |
| seca | 2,1 ^{de} | 1,7 ^{ef} | 2,8 ^{dc} | 1,2 ^f | 5,8 ^a | 3,6 ^b | 2,9 ^{cb} | 0,7 |
| Aroma de | | | | | | | | |
| queijo fresco | 3,7 ^a | 3,6 ^a | 2,5 ^{bc} | 3,6 ^a | 2,0 ^c | 2,6 ^{bc} | 3,2 ^{ba} | 0,9 |
| Aroma | | | | | | | | |
| ácido | 1,7 ^{bac} | 2,1 ^{ba} | 1,5 ^{bc} | 1,9 ^{bac} | 2,3 ^a | 1,9 ^{bac} | 1,4 ^c | 0,6 |
| Aroma de | | | | | | | | |
| manteiga | 2,6 ^{ba} | 2,1 ^{ba} | 2,7 ^{ba} | 1,9 ^b | 1,9 ^b | 2,5 ^{ba} | 2,9 ^a | 0,9 |
| Aroma de | | | | | | | | |
| mussarela | 2,1 ^c | 2,3 ^c | 3,4 ^{ba} | 2,3 ^c | 2,3 ^c | 3,9 ^a | 2,5 ^{bc} | 0,9 |
| Sabor de | | | | | | | | |
| queijo fresco | 3,9 ^a | 3,6 ^a | 2,7 ^{bc} | 4,0 ^a | 0,7 ^d | 2,4 ^c | 3,4 ^{ba} | 0,8 |
| Sabor de | | | | | | | | |
| mussarela | 2,5 ^{dc} | 2,7 ^{dc} | 3,8 ^{ba} | 1,7 ^d | 2,6 ^{dc} | 4,4 ^a | 2,8 ^{bc} | 0,9 |
| Sabor de | | | | | | | | |
| manteiga | 1,8 ^{bac} | 1,8 ^{bc} | 2,2 ^{bac} | 1,8 ^{bac} | 1,6 ^c | 2,4 ^{ba} | 2,6 ^a | 0,7 |
| Gosto | | | | | | | | |
| salgado | 4,3 ^b | 5,9 ^a | 5,7 ^a | 3,1 ^c | 5,6 ^a | 4,1 ^b | 5,4 ^a | 0,9 |
| Gosto | | | | | | | | |
| amargo | 1,2 ^b | 1,4 ^{ba} | 1,4 ^{ba} | 1,1 ^b | 1,9 ^a | 1,3 ^b | 1,2 ^b | 0,6 |
| Gosto | | | | | | | | |
| ácido | 1,7 ^b | 1,9 ^b | 1,7 ^b | 1,8 ^b | 3,9 ^a | 1,4 ^b | 1,8 ^b | 0,6 |
| Maciez | 5,8 ^a | 4,6 ^{bc} | 4,2 ^c | 5,8 ^a | 1,8 ^e | 2,6 ^d | 5,3 ^{ba} | 0,8 |
| Borrachento | 1,7 ^d | 3,5 ^a | 3,1 ^{ba} | 3,6 ^a | 2,6 ^{bc} | 3,8 ^a | 2,2 ^{dc} | 0,8 |
| Seco | 2,1 ^{de} | 2,6 ^d | 3,6 ^c | 1,4 ^e | 6,5 ^a | 5,0 ^b | 2,8 ^{dc} | 0,8 |
| Esfarelento | 2,2 ^{cd} | 3,1 ^b | 3,1 ^{bc} | 1,7 ^d | 6,0 ^a | 3,5 ^b | 2,3 ^{cd} | 0,9 |

Médias com letras em comum na mesma linha não diferem significativamente entre si ($p \leq 0,05$), segundo o teste de Tukey.

* DMS: diferença mínima significativa ($p \leq 0,05$)

Tabela 15. Médias dos atributos sensoriais das marcas de queijo de coalho no dia 40 de armazenamento refrigerado.

| Atributos | Marca A | Marca B | Marca C | Marca D | Marca E | Marca F | Marca G | DMS* |
|---------------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------------|-------------------|--------------------|------|
| Cor amarela | 1,7 ^d | 2,9 ^c | 3,3 ^{bc} | 1,2 ^d | 5,9 ^a | 3,7 ^b | 2,8 ^c | 0,6 |
| Aparência | | | | | | | | |
| seca | 1,9 ^d | 2,8 ^c | 2,3 ^{dc} | 1,6 ^d | 5,2 ^a | 3,7 ^b | 2,4 ^{dc} | 0,9 |
| Aroma de | | | | | | | | |
| queijo fresco | 3,8 ^a | 3,1 ^{ba} | 2,9 ^b | 3,8 ^a | 1,1 ^c | 2,6 ^b | 3,2 ^{ba} | 0,9 |
| Aroma | | | | | | | | |
| ácido | 1,7 ^b | 1,9 ^b | 1,8 ^b | 1,9 ^b | 3,1 ^a | 1,7 ^b | 1,8 ^b | 0,6 |
| Aroma de | | | | | | | | |
| manteiga | 2,9 ^a | 2,8 ^a | 2,8 ^a | 2,2 ^{ab} | 1,8 ^b | 2,8 ^a | 2,7 ^a | 0,9 |
| Aroma de | | | | | | | | |
| mussarela | 2,7 ^{bc} | 3,7 ^{ba} | 3,6 ^{bac} | 2,6 ^c | 2,9 ^{bc} | 4,6 ^a | 3,1 ^{bc} | 0,9 |
| Sabor de | | | | | | | | |
| queijo fresco | 3,7 ^a | 2,8 ^{bc} | 3,1 ^{bac} | 3,6 ^{ba} | 0,5 ^e | 2,0 ^d | 2,7 ^{dc} | 0,8 |
| Sabor de | | | | | | | | |
| mussarela | 2,7 ^c | 3,7 ^{ba} | 3,1 ^{bc} | 2,5 ^c | 2,9 ^{bc} | 4,1 ^a | 2,7 ^c | 0,9 |
| Sabor de | | | | | | | | |
| manteiga | 2,6 ^a | 2,4 ^a | 2,6 ^a | 1,9 ^{ba} | 1,4 ^b | 2,1 ^{ba} | 2,2 ^a | 0,8 |
| Gosto | | | | | | | | |
| salgado | 4,2 ^c | 5,6 ^b | 5,5 ^b | 4,2 ^c | 6,5 ^a | 4,8 ^{bc} | 5,1 ^b | 0,8 |
| Gosto | | | | | | | | |
| amargo | 1,6 ^b | 1,6 ^b | 1,6 ^b | 1,5 ^b | 2,5 ^a | 1,3 ^b | 1,8 ^b | 0,6 |
| Gosto | | | | | | | | |
| ácido | 1,6 ^b | 1,9 ^b | 1,9 ^b | 1,9 ^b | 3,8 ^a | 1,7 ^b | 1,8 ^b | 0,6 |
| Maciez | 7,2 ^a | 4,6 ^c | 5,7 ^b | 5,8 ^b | 1,1 ^d | 1,9 ^d | 6,6 ^{ba} | 0,9 |
| Borrachento | 2,1 ^c | 3,1 ^{ba} | 2,7 ^{bac} | 2,8 ^{bac} | 2,4 ^{bc} | 3,4 ^a | 2,8 ^{bac} | 0,9 |
| Seco | 1,6 ^d | 3,4 ^b | 2,5 ^c | 1,8 ^{dc} | 6,5 ^a | 5,7 ^a | 2,1 ^{dc} | 0,9 |
| Esfarelento | 1,4 ^e | 3,9 ^{bc} | 3,1 ^{dc} | 2,2 ^{de} | 5,0 ^a | 4,8 ^{ba} | 2,6 ^d | 0,9 |

Médias com letras em comum na mesma linha não diferem significativamente entre si ($p \leq 0,05$), segundo o teste de Tukey.

* DMS: diferença mínima significativa ($p \leq 0,05$)

Tabela 16. Médias dos atributos sensoriais das marcas de queijo de coalho no dia 60 de armazenamento refrigerado.

| Atributos | Marca A | Marca B | Marca C | Marca D | Marca E | Marca F | Marca G | DMS* |
|---------------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------|
| Cor amarela | 1,8 ^d | 3,0 ^c | 3,3 ^c | 1,5 ^d | 6,5 ^a | 4,0 ^b | 3,2 ^c | 0,7 |
| Aparência | | | | | | | | |
| seca | 1,9 ^{de} | 1,9 ^{de} | 2,8 ^c | 1,7 ^e | 5,9 ^a | 3,6 ^b | 2,6 ^{dc} | 0,8 |
| Aroma de | | | | | | | | |
| queijo fresco | 2,8 ^a | 3,2 ^a | 2,8 ^{ba} | 3,0 ^a | 0,8 ^c | 1,9 ^b | 2,7 ^{ba} | 0,8 |
| Aroma | | | | | | | | |
| ácido | 1,6 ^b | 1,5 ^b | 1,6 ^b | 1,5 ^b | 2,9 ^a | 1,8 ^b | 1,4 ^b | 0,6 |
| Aroma de | | | | | | | | |
| manteiga | 2,6 ^a | 1,7 ^{bc} | 2,2 ^{ba} | 2,4 ^{ab} | 1,1 ^c | 2,2 ^{ba} | 2,7 ^a | 0,8 |
| Aroma de | | | | | | | | |
| mussarela | 2,9 ^{bc} | 3,1 ^{bc} | 3,5 ^b | 2,8 ^{cb} | 2,5 ^c | 4,7 ^a | 3,0 ^{bc} | 0,9 |
| Sabor de | | | | | | | | |
| queijo fresco | 2,8 ^a | 3,0 ^a | 2,8 ^a | 2,9 ^a | 0,6 ^c | 1,7 ^b | 2,7 ^a | 0,8 |
| Sabor de | | | | | | | | |
| mussarela | 3,5 ^b | 3,4 ^b | 3,4 ^b | 3,2 ^b | 2,9 ^b | 4,6 ^a | 3,0 ^b | 0,9 |
| Sabor de | | | | | | | | |
| manteiga | 2,7 ^a | 2,3 ^a | 2,6 ^a | 2,2 ^a | 1,2 ^b | 2,6 ^a | 2,7 ^a | 0,8 |
| Gosto | | | | | | | | |
| salgado | 4,3 ^b | 6,2 ^a | 6,1 ^a | 5,1 ^b | 6,5 ^a | 5,1 ^b | 4,9 ^b | 0,9 |
| Gosto | | | | | | | | |
| amargo | 2,6 ^a | 1,7 ^{bc} | 1,9 ^{bac} | 1,9 ^{bac} | 2,4 ^{ba} | 1,5 ^c | 2,4 ^{ba} | 0,8 |
| Gosto | | | | | | | | |
| ácido | 1,6 ^b | 1,9 ^b | 1,6 ^b | 1,7 ^b | 3,6 ^a | 1,5 ^b | 1,7 ^b | 0,5 |
| Maciez | 7,4 ^a | 5,5 ^c | 5,9 ^{bc} | 6,5 ^{ba} | 1,4 ^e | 2,5 ^d | 7,0 ^a | 0,9 |
| Borrachento | 2,1 ^c | 2,9 ^{ba} | 2,1 ^c | 2,7 ^{bac} | 2,7 ^{bc} | 3,4 ^a | 2,2 ^c | 0,7 |
| Seco | 1,8 ^d | 3,2 ^c | 2,9 ^c | 1,6 ^d | 6,9 ^a | 5,7 ^b | 1,9 ^d | 0,9 |
| Esfarelento | 1,6 ^c | 3,8 ^{ba} | 2,9 ^b | 1,9 ^c | 4,3 ^a | 4,5 ^a | 1,6 ^c | 0,9 |

Médias com letras em comum na mesma linha não diferem significativamente entre si ($p \leq 0,05$), segundo o teste de Tukey.

* DMS: diferença mínima significativa ($p \leq 0,05$)

Tabela 17. Médias dos atributos sensoriais das marcas de queijo de coalho no dia 90 de armazenamento refrigerado.

| Atributos | Marca A | Marca B | Marca C | Marca D | Marca E | Marca F | Marca G | DMS* |
|---------------|-------------------|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|------|
| Cor amarela | 1,7 ^d | 3,5 ^{cb} | 3,4 ^{bc} | 0,9 ^e | 6,7 ^a | 3,9 ^b | 3,1 ^c | 0,6 |
| Aparência | | | | | | | | |
| seca | 1,5 ^{de} | 2,6 ^{cbd} | 3,2 ^{cb} | 1,0 ^e | 5,0 ^a | 3,5 ^b | 2,2 ^{ced} | 1,3 |
| Aroma de | | | | | | | | |
| queijo fresco | 3,4 ^{ba} | 2,3 ^c | 2,2 ^c | 3,5 ^a | 0,6 ^d | 2,3 ^c | 2,6 ^{bc} | 0,8 |
| Aroma | | | | | | | | |
| ácido | 1,7 ^b | 1,9 ^{ba} | 2,6 ^{ba} | 1,9 ^{ba} | 3,4 ^a | 1,9 ^{ba} | 1,9 ^{ba} | 1,5 |
| Aroma de | | | | | | | | |
| manteiga | 2,0 ^{ba} | 2,2 ^a | 2,3 ^a | 1,9 ^{ba} | 1,3 ^b | 2,1 ^a | 2,5 ^a | 0,8 |
| Aroma de | | | | | | | | |
| mussarela | 2,4 ^b | 3,9 ^a | 3,4 ^{ba} | 2,4 ^b | 2,5 ^b | 4,2 ^a | 3,3 ^{ba} | 0,9 |
| Sabor de | | | | | | | | |
| queijo fresco | 3,1 ^{ba} | 2,7 ^{ba} | 2,7 ^{bc} | 3,5 ^a | 0,4 ^d | 1,9 ^c | 2,7 ^{bc} | 0,8 |
| Sabor de | | | | | | | | |
| mussarela | 2,8 ^{dc} | 3,9 ^{ba} | 3,4 ^{bc} | 3,0 ^{dc} | 2,4 ^d | 4,3 ^a | 3,1 ^{dc} | 0,9 |
| Sabor de | | | | | | | | |
| manteiga | 1,9 ^a | 2,3 ^a | 2,5 ^a | 2,1 ^a | 1,1 ^b | 2,4 ^a | 2,5 ^a | 0,7 |
| Gosto | | | | | | | | |
| salgado | 4,8 ^d | 5,9 ^{bc} | 6,3 ^{ba} | 5,5 ^{dc} | 6,8 ^a | 4,7 ^d | 5,0 ^d | 0,7 |
| Gosto | | | | | | | | |
| amargo | 3,2 ^a | 2,5 ^{bac} | 2,5 ^{ba} | 2,4 ^{bc} | 2,8 ^{ba} | 1,8 ^c | 2,6 ^{ba} | 0,8 |
| Gosto | | | | | | | | |
| ácido | 2,1 ^b | 2,1 ^b | 2,1 ^b | 2,2 ^b | 4,3 ^a | 1,8 ^b | 2,0 ^b | 0,5 |
| Maciez | 7,2 ^a | 5,5 ^b | 7,0 ^a | 6,9 ^a | 1,8 ^d | 3,5 ^c | 7,3 ^a | 0,9 |
| Borrachento | 2,2 ^b | 3,2 ^a | 2,5 ^{ba} | 2,5 ^{ba} | 2,6 ^{ba} | 3,1 ^a | 2,6 ^{ba} | 0,7 |
| Seco | 1,8 ^d | 3,2 ^c | 2,6 ^{dc} | 1,8 ^d | 6,9 ^a | 5,0 ^b | 2,2 ^d | 0,9 |
| Esfarelento | 1,9 ^d | 3,9 ^b | 2,9 ^c | 2,0 ^{dc} | 4,8 ^a | 4,1 ^{ba} | 2,1 ^{dc} | 0,9 |

Médias com letras em comum na mesma linha não diferem significativamente entre si ($p \leq 0,05$), segundo o teste de Tukey.

* DMS: diferença mínima significativa ($p \leq 0,05$)

A visualização do perfil sensorial de um grande número de amostras através do perfil de coordenadas polares, como no presente estudo, torna-se grandemente prejudicada. Para a discriminação de um grande número de amostras em função de seus perfis sensoriais, a Análise de Componentes Principais (ACP) é muito mais adequada. O gráfico gerado pela ACP, permite observar todas as amostras e os atributos que as descrevem no mesmo espaço sensorial descritivo e a interrelação dos atributos, que são representados por vetores (Behrens, 1998). A variabilidade que existe entre as amostras é dividida em eixos ortogonais. Cada eixo explica uma porcentagem da variabilidade entre as amostras, sendo que, o primeiro eixo explica a maior parte da variabilidade entre as amostras, seguido pelo segundo eixo e assim por diante. Os descritores sensoriais são representados por vetores. Aquele vetor que ao ser decomposto em um eixo de Componente Principal se apresentar longo, representa o descritor de maior importância para caracterizar a variabilidade entre as amostras naquele eixo. Assim, as amostras situadas à direita do eixo I, apresentam maior intensidade dos atributos também situados à direita do eixo I e as amostras situadas à esquerda do eixo I, apresentam maior intensidade dos atributos no eixo I. Cada amostra é representada por um triângulo, onde cada vértice corresponde a cada uma das repetições realizada pela equipe sensorial. As amostras similares ocupam regiões próximas no gráfico.

Neste estudo, os gráficos ACP foram gerados para as sete marcas de queijo de coalho durante os dias 20, 40, 60 e 90 de armazenamento refrigerado, correspondendo respectivamente às Figuras 32, 33, 34 e 35. Foram utilizados dois componentes principais que conjuntamente explicaram 71,5% (dia 20), 74,1% (dia 40), 76,5% (dia 60) e 73,1% (dia 90) da variabilidade total observada entre as marcas.

A análise dos gráficos demonstrou que as características sensoriais das marcas E e F se mostraram bem definidas e marcantes ao longo do armazenamento refrigerado: i) a marca F sempre se situou à direita superior do

gráfico, e esteve associada aos vetores que representaram os atributos “sabor de mussarela” e “aroma de mussarela” ; ii) a marca E sempre se situou à direita inferior do gráfico e esteve associada aos vetores que representaram o “gosto ácido”, “aroma ácido”, “gosto salgado”, “aparência seca”, “cor amarela” e “esfarelento” .

As marcas A e D também se mostraram bem definidas e marcantes ao longo do armazenamento refrigerado, sempre estiveram próximas e portanto demonstraram similaridades entre si, se localizando à esquerda inferior do gráfico e associadas aos vetores que representaram “aroma de queijo fresco”, “sabor de queijo fresco” e “maciez”. Essas marcas possuíram em sua composição química alto teor de umidade (Tabela A1).

As marcas B, C e G, se localizaram na posição central do gráfico levemente à esquerda do gráfico e associadas aos atributos “maciez”, “sabor de queijo fresco”, “aroma de queijo fresco”, “sabor de manteiga”, “aroma de manteiga”, “sabor de mussarela” e “aroma de mussarela”.

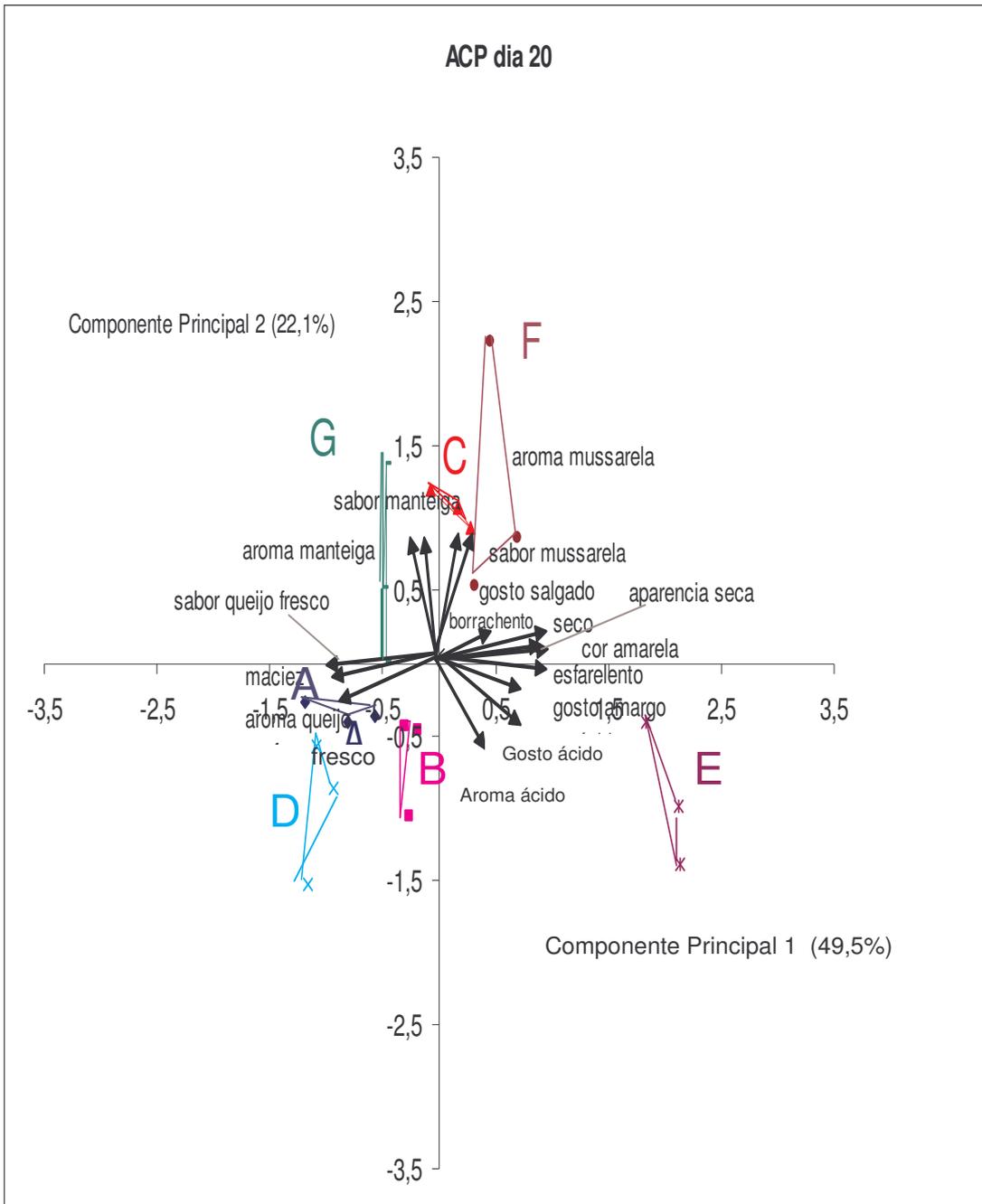


Figura 32. Análise de Componentes Principais realizado no dia 20 de armazenamento refrigerado.

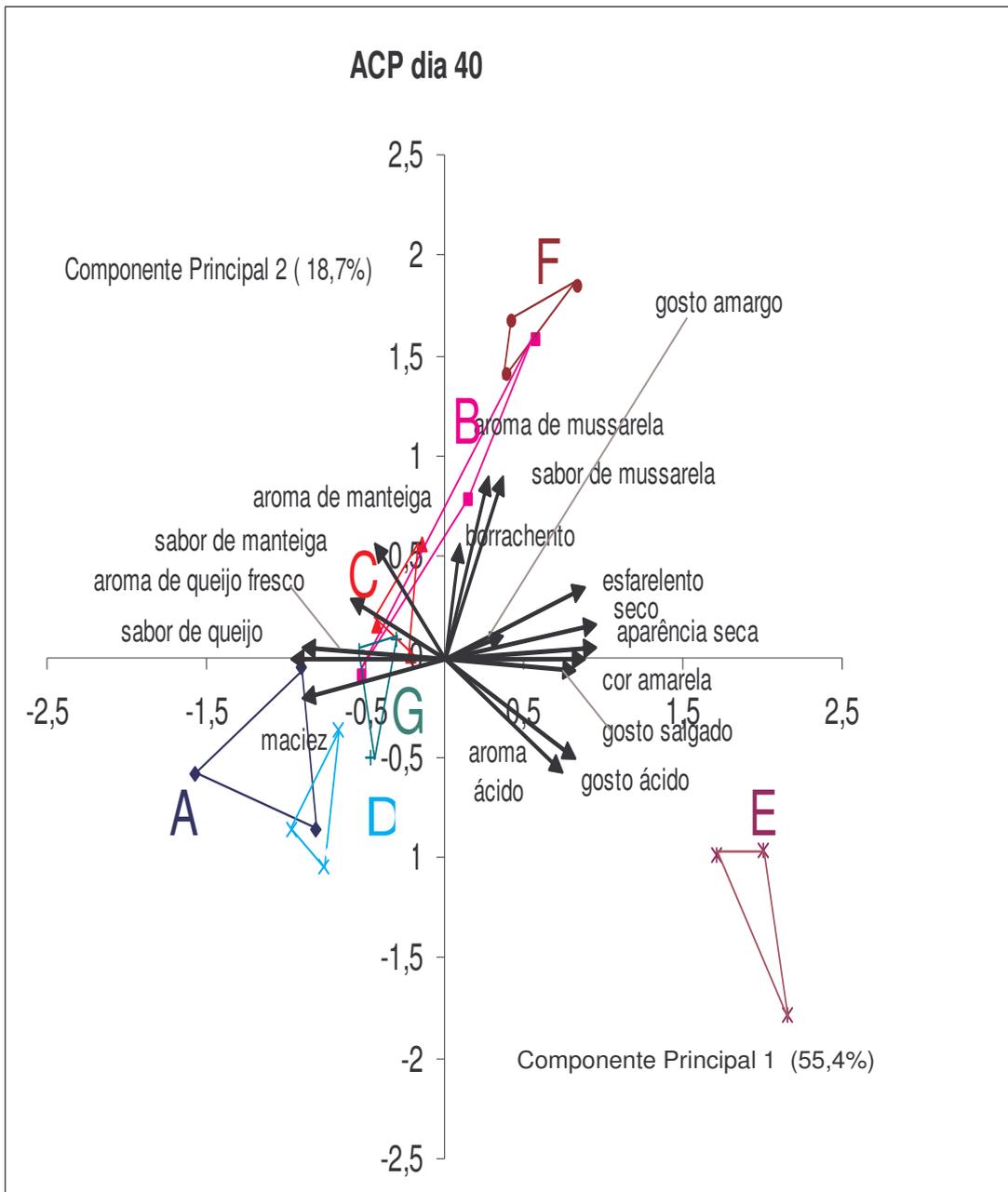


Figura 33. Análise de Componentes Principais realizado no dia 40 de armazenamento refrigerado.

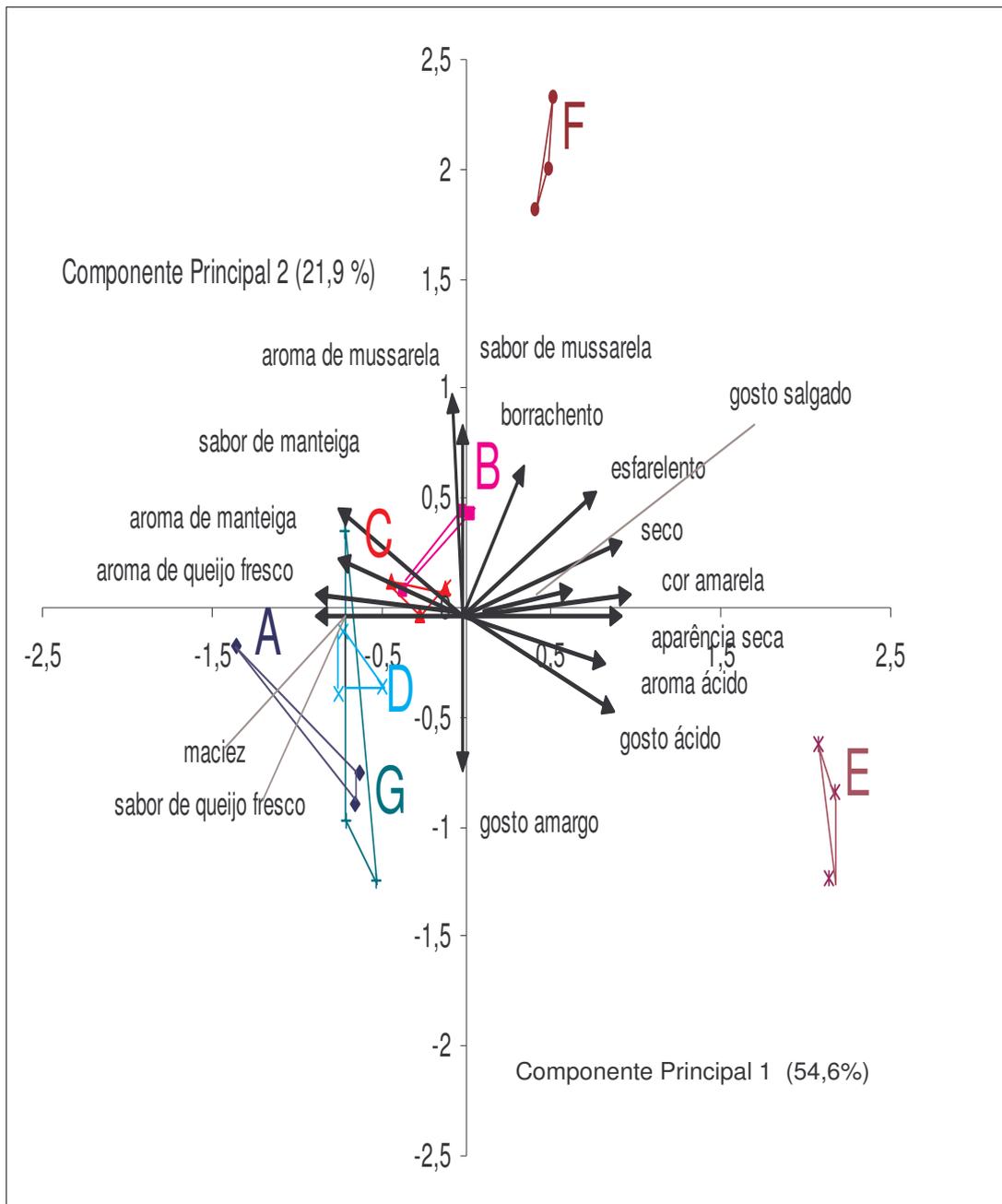


Figura 34. Análise de Componentes Principais realizado no dia 60 de armazenamento refrigerado.

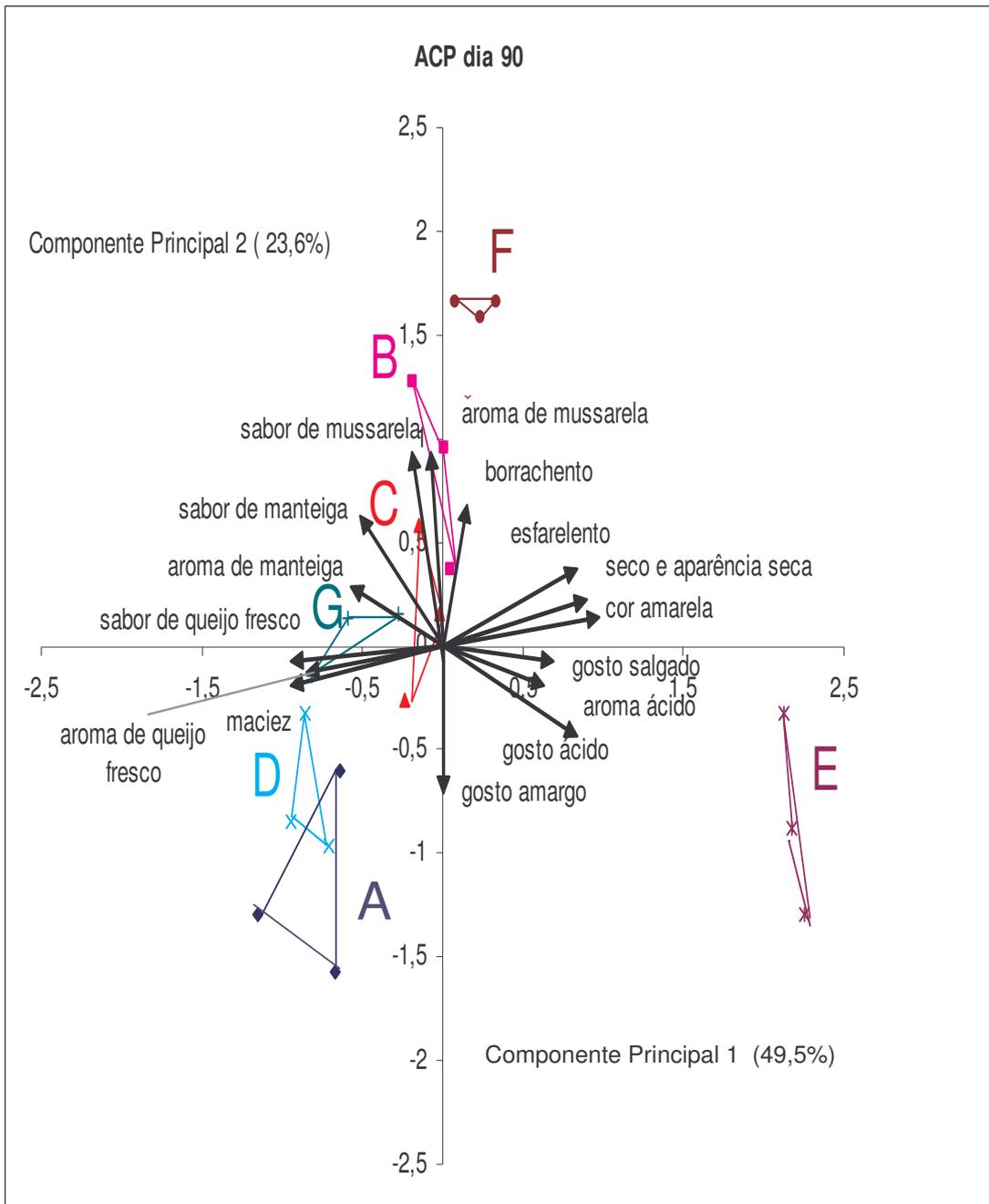


Figura 35. Análise de Componentes Principais realizado no dia 90 de armazenamento refrigerado.

5.5.2. Análise de Correlação Linear dos Atributos Sensoriais em relação ao Tempo de Armazenamento Refrigerado.

A Tabela 18 apresenta os valores do coeficiente de determinação das regressões lineares (R^2) e dos respectivos níveis de significância (p) entre os atributos sensoriais e o tempo de armazenamento refrigerado (dias 20, 40, 60 e 90) para as sete marcas de queijo de coalho.

Tabela 18. Coeficiente de correlação (R^2) e nível de significância (p) para os atributos sensoriais ao longo do tempo.

| Marcas | | cam | ase | aqf | aac | ama | amu | sqf | smu | sma | gsa | gam | gac | mac | bor | sec | esf |
|--------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| A | R^2 | 0,3206 | 0,9541 | 0,2371 | 0,0028 | 0,5683 | 0,0767 | 0,5703 | 0,1911 | 0,0014 | 0,6265 | 0,9640 | 0,6980 | 0,4877 | 0,6993 | 0,1645 | 0,0384 |
| | p | 0,4338 | 0,0232 | 0,5131 | 0,9469 | 0,2462 | 0,7231 | 0,2448 | 0,5628 | 0,9619 | 0,2085 | 0,0182 | 0,1645 | 0,3017 | 0,1637 | 0,5944 | 0,8041 |
| B | R^2 | 0,9047 | 0,1990 | 0,9075 | 0,2528 | 0,0347 | 0,6153 | 0,6122 | 0,6557 | 0,3481 | 0,1310 | 0,9121 | 0,4743 | 0,7655 | 0,2522 | 0,2706 | 0,5950 |
| | p | 0,0489 | 0,5539 | 0,0473 | 0,4972 | 0,8137 | 0,2156 | 0,2176 | 0,1902 | 0,4100 | 0,6381 | 0,0449 | 0,3113 | 0,1251 | 0,4978 | 0,4798 | 0,2286 |
| C | R^2 | 0,5214 | 0,4793 | 0,2551 | 0,6911 | 0,5399 | 0,0862 | 0,0731 | 0,0926 | 0,4420 | 0,7740 | 0,9917 | 0,3610 | 0,9171 | 0,3694 | 0,4503 | 0,8810 |
| | p | 0,2779 | 0,3077 | 0,4949 | 0,1687 | 0,2652 | 0,7064 | 0,7297 | 0,6957 | 0,3352 | 0,1203 | 0,0042 | 0,3747 | 0,0424 | 0,3922 | 0,3290 | 0,0614 |
| D | R^2 | 0,1554 | 0,0519 | 0,0950 | 0,0943 | 0,0005 | 0,0914 | 0,3193 | 0,6950 | 0,4476 | 0,9211 | 0,9964 | 0,5710 | 0,8652 | 0,7847 | 0,4081 | 0,2277 |
| | p | 0,6057 | 0,7723 | 0,6917 | 0,6930 | 0,9765 | 0,6977 | 0,4350 | 0,1664 | 0,3307 | 0,0402 | 0,0018 | 0,2444 | 0,0698 | 0,1142 | 0,3612 | 0,5228 |
| E | R^2 | 0,7471 | 0,2647 | 0,8335 | 0,7645 | 0,6630 | 0,0007 | 0,8981 | 0,2925 | 0,9815 | 0,7845 | 0,8047 | 0,2596 | 0,0582 | 0,0126 | 0,5666 | 0,4878 |
| | p | 0,1356 | 0,4855 | 0,0870 | 0,1256 | 0,1857 | 0,9744 | 0,0523 | 0,4591 | 0,0093 | 0,1143 | 0,1029 | 0,4905 | 0,7587 | 0,8878 | 0,2473 | 0,3016 |
| F | R^2 | 0,4683 | 0,2348 | 0,3778 | 0,0075 | 0,4762 | 0,1133 | 0,5318 | 0,0545 | 0,0681 | 0,3347 | 0,9360 | 0,4095 | 0,5008 | 0,9127 | 0,0071 | 0,0393 |
| | p | 0,3157 | 0,5155 | 0,3853 | 0,9133 | 0,3099 | 0,6634 | 0,2707 | 0,7666 | 0,7391 | 0,4215 | 0,0325 | 0,3601 | 0,2923 | 0,0446 | 0,9157 | 0,8017 |
| G | R^2 | 0,7579 | 0,6385 | 0,8518 | 0,4629 | 0,9674 | 0,6844 | 0,5785 | 0,6709 | 0,0317 | 0,4852 | 0,8962 | 0,2934 | 0,8268 | 0,0370 | 0,3384 | 0,1685 |
| | p | 0,1294 | 0,2010 | 0,0771 | 0,3196 | 0,0164 | 0,1727 | 0,2394 | 0,1809 | 0,8218 | 0,3034 | 0,0533 | 0,4584 | 0,0907 | 0,8076 | 0,4183 | 0,5895 |

Valores de R^2 e p em vermelho indicam correlação linear significativa a $p \leq 0,10$.

Legenda: cam= cor amarela; ase = aparência seca; aqf = aroma de queijo fresco; aac = aroma ácido; ama = aroma de manteiga ;
amu = aroma de mussarela; sqf = sabor de queijo fresco; smu = sabor de mussarela; sma= sabor de manteiga;
gsa = gosto salgado; gam = gosto amargo; gac = gosto ácido; mac = maciez; bor = borrachento; sec = seco; esf = esfarelento

A análise dos resultados mostra que o atributo gosto amargo foi o único que apresentou correlação linear significativa ($p \leq 0,10$) com o tempo de armazenamento para todas as marcas de queijo de coalho avaliadas. O alto valor de correlação (R^2) encontrado para o gosto amargo mostra que existe uma relação linear entre este atributo e o tempo de armazenamento refrigerado, o que pode estar associado à ocorrência da proteólise.

O gosto amargo, relatado como um defeito resulta da formação e do lento acúmulo de peptídeos hidrofóbicos formados durante a proteólise que ocorre ao longo do tempo. As caseínas são proteínas que apresentam certa hidrofobicidade, e desta maneira, a caseína hidrolisada tem grande tendência ao desenvolvimento do gosto amargo. A formação do gosto amargo é fortemente influenciada pela proteólise primária, por ação do coagulante residual preferencialmente sobre a α s1-caseína e posteriormente sobre a β -caseína e da plasmina que atua sobre a β -caseína, formando peptídeos hidrofóbicos que causam off-flavor, como o gosto amargo, que se acumulam ao longo do tempo.

No caso do queijo de coalho, foi verificada baixa proteólise tanto primária como secundária em relação a outros tipos de queijos. No entanto a profundidade da proteólise foi ainda menor, possivelmente, devido às condições de processo como alta temperatura de cozimento da massa e salga na massa, que podem ter inibido o fermento lácteo mesofílico, quando este foi adicionado, e/ou contaminantes. É possível então que a atuação das enzimas proteolíticas extracelulares do fermento láctico sobre os peptídeos hidrofóbicos formados na proteólise primária tenha sido prejudicada. Quando há atuação das enzimas do fermento láctico ou flora secundária, o gosto amargo desaparece com o tempo, o que não ocorreu, pois houve aumento do gosto amargo ao longo do tempo para todos os queijos analisados (Figura 36). A Tabela 18 mostra que o aumento do amargor dos queijos com o tempo foi estatisticamente significativo ($p \leq 0,10$) e sensorialmente percebido pelos provadores.

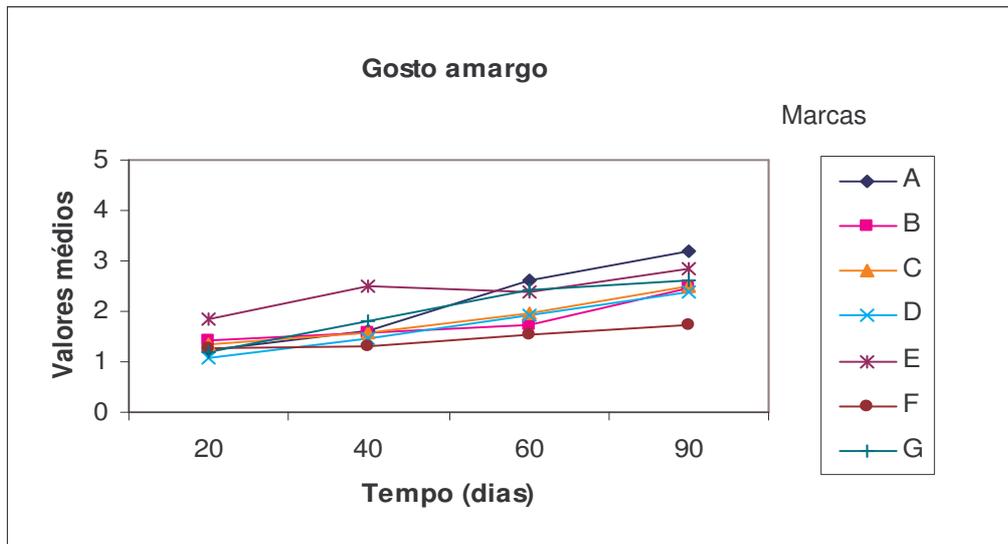


Figura 36. Evolução do gosto amargo dos queijos de coalho durante o tempo de armazenamento refrigerado.

A Figura 37 apresenta a regressão linear, para o gosto amargo, atributo que apresentou correlação linear significativa ($p \leq 0,10$) durante o armazenamento refrigerado para as sete as marcas de queijo de coalho (Tabela 18).

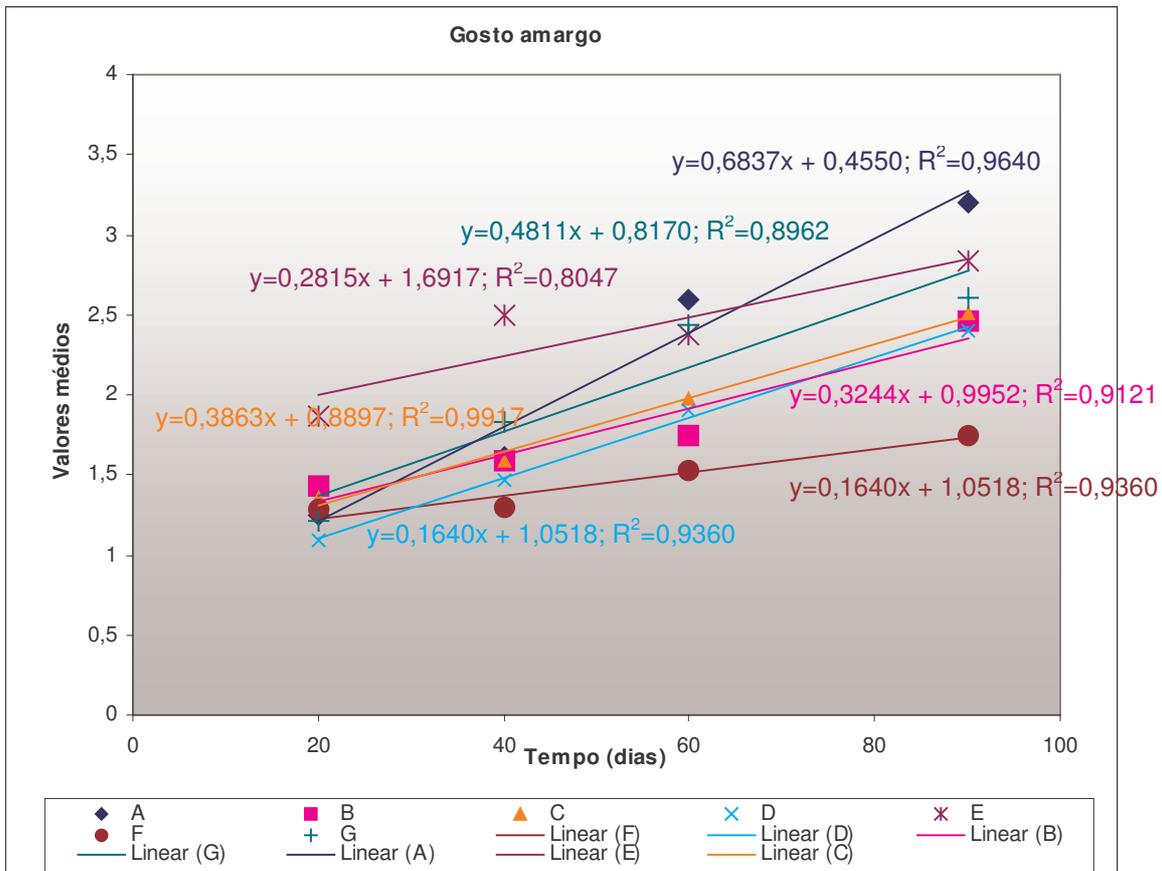


Figura 37. Regressão linear $p \leq 0,10$ do gosto amargo em relação ao tempo de armazenamento refrigerado para as sete marcas de queijo de coalho.

5.5.3. Teste de aceitação

Os resultados do teste de aceitação de queijo de coalho refrigerado estão apresentados na Tabela 19, e conforme pode ser observado, a marca C apresentou a maior média de aceitação em relação a todos os atributos avaliados diferindo significativamente ($p \leq 0,05$) da marca F. A marca F apresentou em sua composição química (Tabela A3) o menor teor de umidade e obteve a menor média de aceitação para aparência, aceitação global e textura, não apresentando

diferença significativa em relação à textura somente para a marca E, a qual também possui em sua composição química um baixo teor de umidade (Tabela A3).

Tabela 19. Médias obtidas para a aceitação de queijo de coalho servido refrigerado no dia 30 de armazenamento.

| Amostra | Aparência | Aceitação global | Textura |
|---------|--------------------|--------------------|-------------------|
| A | 7,4 ^a | 6,0 ^{bc} | 6,9 ^a |
| B | 7,1 ^{ba} | 6,1 ^{bc} | 7,0 ^a |
| C | 7,5 ^a | 6,9 ^a | 7,4 ^a |
| D | 7,2 ^{ba} | 6,5 ^{ba} | 6,7 ^a |
| E | 6,9 ^{bac} | 6,3 ^{bac} | 5,3 ^{cd} |
| F | 6,7 ^{bc} | 5,6 ^c | 5,2 ^d |
| G | 7,3 ^a | 6,6 ^{ba} | 5,9 ^{bc} |
| DMS * | 0,5 | 0,7 | 0,7 |

Médias com letras em comum na mesma coluna não diferem entre si significativamente ($p \leq 0,05$).

* DMS: Diferença mínima significativa obtida no teste de médias de Tukey ($p \leq 0,05$).

A Tabela 20 apresenta as características sensoriais que os provadores mais gostaram e menos gostaram no queijo de coalho refrigerado, em relação à aparência, aceitação global e textura para a marca C, que obteve a maior média de aceitação em relação a todos os atributos, e para a marca F que foi a menos aceita para todos os atributos. Conforme podemos observar, para a marca C as características mais citadas pelos provadores como o que mais gostaram em relação à aparência da amostra foram “cor” e “uniformidade da massa”, para a aceitação global foram “sabor” e “maciez” e em relação à textura foram “maciez” e “cremosidade”. Em relação à marca F, as características mais citadas pelos provadores para expressar o que menos gostaram em relação à aparência da marca F foram “aparência seca” e “cor opaca”, em relação à aceitação global foi “seco” e para textura foram “quebradiço/esfarelento” e “dureza”.

Tabela 20. Características sensoriais que os provadores mais gostaram e menos gostaram para o queijo de coalho refrigerado.

| Atributos | Marcas | Característica que mais gostaram | % respostas | Característica que menos gostaram | % respostas |
|------------------|--------|----------------------------------|-------------|-----------------------------------|-------------|
| Aparência | C | Cor | 30 | Suculência | 6 |
| | | Uniformidade | 24 | Brilho | 5 |
| | | Nenhuma resposta | 20 | Nenhuma resposta | 89 |
| | F | Cor | 10 | Aparência seca | 24 |
| | | Aparência de queijo maturado | 8 | Cor opaca | 18 |
| | | Nenhuma resposta | 82 | Nenhuma resposta | 58 |
| Aceitação global | C | Sabor | 30 | Sal | 16 |
| | | Maciez | 20 | Sabor | 8 |
| | | Textura | 15 | Textura | 4 |
| | | Sal | 10 | Nenhuma resposta | 72 |
| | | Nenhuma resposta | 35 | | |
| | F | Sabor | 12 | Seco | 27 |
| | | Textura | 8 | Textura | 25 |
| | | Nenhuma resposta | 80 | Dureza | 20 |
| | | | | Salgado | 8 |
| | | | | Nenhuma resposta | 20 |
| Textura | C | Maciez | 25 | Borrachento | 19 |
| | | Cremoso | 22 | Nenhuma resposta | 81 |
| | | Umido | 10 | | |
| | | Nenhuma resposta | 43 | | |
| | F | Firme | 10 | Quebradiço/esfarelento | 27 |
| | | Seco | 5 | Dureza | 23 |
| | | Nenhuma resposta | 85 | Seca | 17 |
| | | | | Nenhuma resposta | 33 |

De acordo com a análise da Tabela 20 podemos concluir que os consumidores mostraram preferência por queijos refrigerados que não apresentem aparência seca e que possuam sabor agradável e textura macia.

Os resultados obtidos no teste de aceitação do queijo de coalho grelhado, após 60 dias de armazenamento refrigerado, estão apresentados na Tabela 21. As médias de aceitação quando o queijo foi servido grelhado foram maiores do que quando o queijo foi servido refrigerado. No entanto, a marca F continua com a menor média de aceitação para os atributos aparência e textura. Esta marca, quando foi servida refrigerada apresentou diferença significativa para todos os atributos em relação à marca C, e em relação à aceitação global e textura apresentou diferença significativa entre as marcas C e D. No entanto quando foi servida grelhada a diferença significativa ($p \leq 0,05$) só se manteve em relação à textura das marcas C e D, não apresentando diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre a marca F e as demais marcas em relação a aparência e aceitação global.

Podemos concluir então que as diferenças de aceitação reportadas entre as marcas quando elas foram oferecidas refrigeradas, em relação à aparência e aceitação global, não foram mais percebidas quando foram servidas grelhadas, demonstrando que as marcas ficam mais parecidas entre si, apresentando diferença significativa ($p \leq 0,05$) somente para o atributo textura.

Tabela 21. Médias obtidas para a aceitação de queijo de coalho servido grelhado no dia 60 de armazenamento.

| Amostra | Aparência | Aceitação global | Textura |
|---------|------------------|------------------|------------------|
| C | 7,3 ^a | 7,2 ^a | 7,3 ^a |
| D | 7,4 ^a | 7,1 ^a | 7,3 ^a |
| E | 7,3 ^a | 6,6 ^a | 6,1 ^b |
| F | 7,2 ^a | 6,9 ^a | 6,1 ^b |
| DMS * | 0,52 | 0,6 | 0,7 |

Médias com letras em comum na mesma coluna não diferem entre si significativamente ($p \leq 0,05$)

* DMS: Diferença mínima significativa obtida no teste de médias de Tukey ($p \leq 0,05$)

A Tabela 22 apresenta as características sensoriais que os provadores mais gostaram e menos gostaram no queijo de coalho grelhado, em relação à textura das marcas C, D, E e F. Conforme podemos observar, as características mais citadas pelos consumidores para expressar o que mais gostaram em relação à textura das marcas C e D foi “maciez” e o que menos gostaram foi “borrachento”. Para as marcas E e F as características mais citadas pelos consumidores para expressar o que mais gostaram também foi “maciez” e as características que menos gostaram foram “duro” e “borrachento”. As marcas E e F se mostraram com textura mais dura em relação às marcas C e D, o que pode ter contribuído pela menor média de aceitação em relação à textura apresentada por elas.

Podemos então concluir que os consumidores têm preferência por queijo de coalho grelhado que apresente textura macia e não tenha textura dura e borrachenta.

Tabela 22. Características sensoriais que os provadores mais gostaram e menos gostaram em relação à textura do queijo de coalho grelhado.

| Atributo | Marcas | Característica que mais gostaram | % respostas | Característica que menos gostaram | % respostas |
|----------|--------|----------------------------------|-------------|-----------------------------------|-------------|
| Textura | C | Maciez | 43 | Nenhuma resposta | 57 |
| | | Nenhuma resposta | 34 | Borrachento | 28 |
| | | Desmancha na boca | 13 | Macio | 15 |
| | | Crocante | 10 | | |
| | D | Nenhuma resposta | 46 | Nenhuma resposta | 63 |
| | | Maciez | 43 | Borrachento | 28 |
| | | Crocante | 11 | Não derrete | 9 |
| | E | Nenhuma resposta | 60 | Duro | 50 |
| | | Maciez | 25 | Nenhuma resposta | 26 |
| | | Crocante | 15 | Borrachento | 24 |
| | F | Nenhuma resposta | 58 | Nenhuma resposta | 40 |
| | | Maciez | 29 | Borrachento | 35 |
| Crocante | | 13 | Duro | 25 | |

5.5.2.1. Intenção de Compra

A Figura 37 mostra a freqüência de respostas dos consumidores em relação às categorias de escala de atitude de compra para as sete marcas de queijo de coalho refrigeradas. Esses resultados sugerem preferência dos consumidores pelas marcas C e A, sendo que 28% dos provadores relatam que certamente comprariam a marca C, enquanto 23% certamente comprariam a marca A.

A marca F foi a que apresentou a menor intenção de compra. A maioria dos provadores (31%) indicou que provavelmente não comprariam a marca F e 16% certamente não a comprariam.

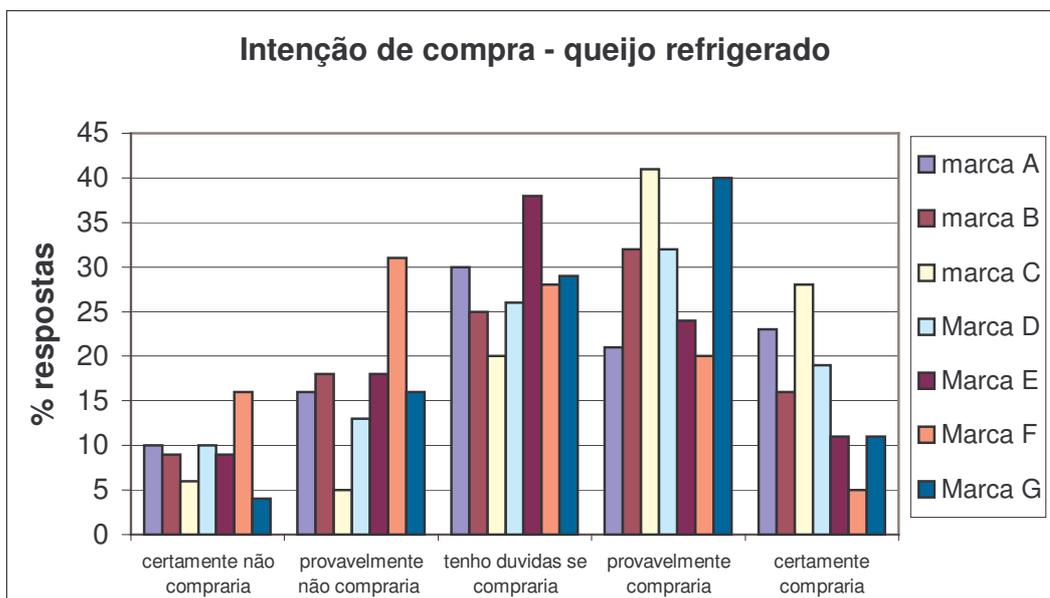


Figura 37. Intenção de compra do queijo de coalho refrigerado.

A Figura 38 mostra a freqüência de respostas dos consumidores em relação às categorias da escala da atitude de compra de quatro marcas de queijo

de coalho grelhadas, e sugerem uma preferência dos consumidores pelas marcas C e D. 43% dos consumidores relataram que certamente comprariam a marca C, enquanto 34% certamente comprariam a marca D. Apenas 19% dos consumidores reportaram que certamente comprariam a marca E e 21% certamente comprariam a marca F. Os resultados também sugerem uma rejeição dos consumidores pela marcas E e F. 14% dos consumidores relataram que provavelmente não comprariam a marca E, enquanto 15% provavelmente não comprariam a marca F. Apenas 6% relataram que provavelmente não compraria a marca D e 9% a marca C.

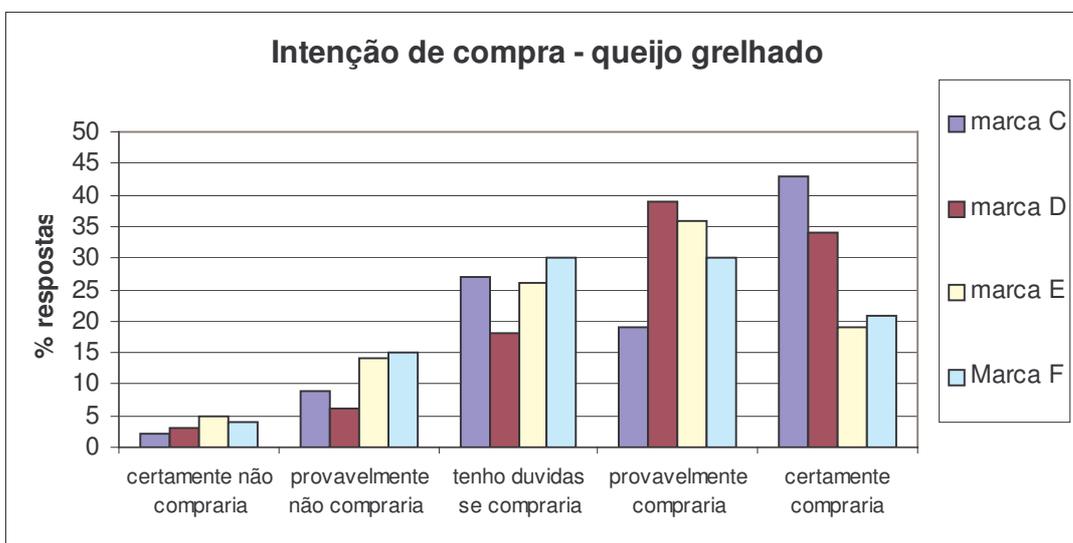


Figura 38. Intenção de compra do queijo de coalho grelhado.

A marca C foi a mais aceita nas duas formas de consumo, refrigerada e grelhada, caracterizando-se por apresentar sabor agradável e maciez, atributos considerados mais importantes pelo consumidor de queijo de coalho na aceitação do produto. A marca C não possui diferença de composição, proteólise ou funcionalidade em relação às demais marcas avaliadas. No entanto, foi à marca mais preferida pelos provadores que relataram ser o sabor, a característica que

mais gostaram no queijo. Este sabor, agradável ao paladar dos consumidores, pode estar relacionado ao tipo de tratamento térmico aplicado ao leite, 68-69°C/5min (Tabela2) do queijo marca C. Todos os outros queijos foram produzidos a partir de leite pasteurizado a 72°C/15seg. O tratamento a 68-69°C/5min, mais drástico que a pasteurização, pode ter selecionado microrganismos e, conseqüentemente suas enzimas, capazes de produzir diacetil, composto característico do sabor e aroma de manteiga.

5.5.2.2. Mapa Interno de Preferência (MDPREF)

O Mapa Interno de Preferência (MDPREF) foi construído a partir dos dados hedônicos gerados pelos 100 consumidores que expressaram as suas preferências com relação a cada uma das sete marcas de queijo de coalho e estão apresentados nas Figuras 39 e 40. Conforme pode ser observado, as 100 respostas individuais dos consumidores, com relação a cada marca de queijo de coalho refrigerado avaliada, geraram um espaço sensorial multidimensional representado por dimensões que explicam a variação total das respostas. Neste estudo, a primeira e a segunda dimensão explicam conjuntamente 40,6% da variabilidade das respostas, valor que embora reduzido é comumente reportado na literatura para Mapas de Preferência (Noronha, 2003). Para permitir uma visualização mais clara das variações de respostas entre as marcas, o Mapa Interno de Preferência foi dividido em dois, Figuras 39 e 40, que apresentam respectivamente, a segmentação das marcas e dos consumidores no espaço sensorial multidimensional. Neste espaço, os consumidores, numerados de 1 a 100 encontram-se alocados próximos das marcas que representam suas preferências individuais, estas últimas representadas por letras. Podemos então observar que grande parte dos consumidores expressou preferência pelas marcas

C, D e B. As marcas A, F, G e E foram preferidas por uma menor proporção de consumidores os quais encontram-se alocados no lado esquerdo do eixo I (Figura 40).

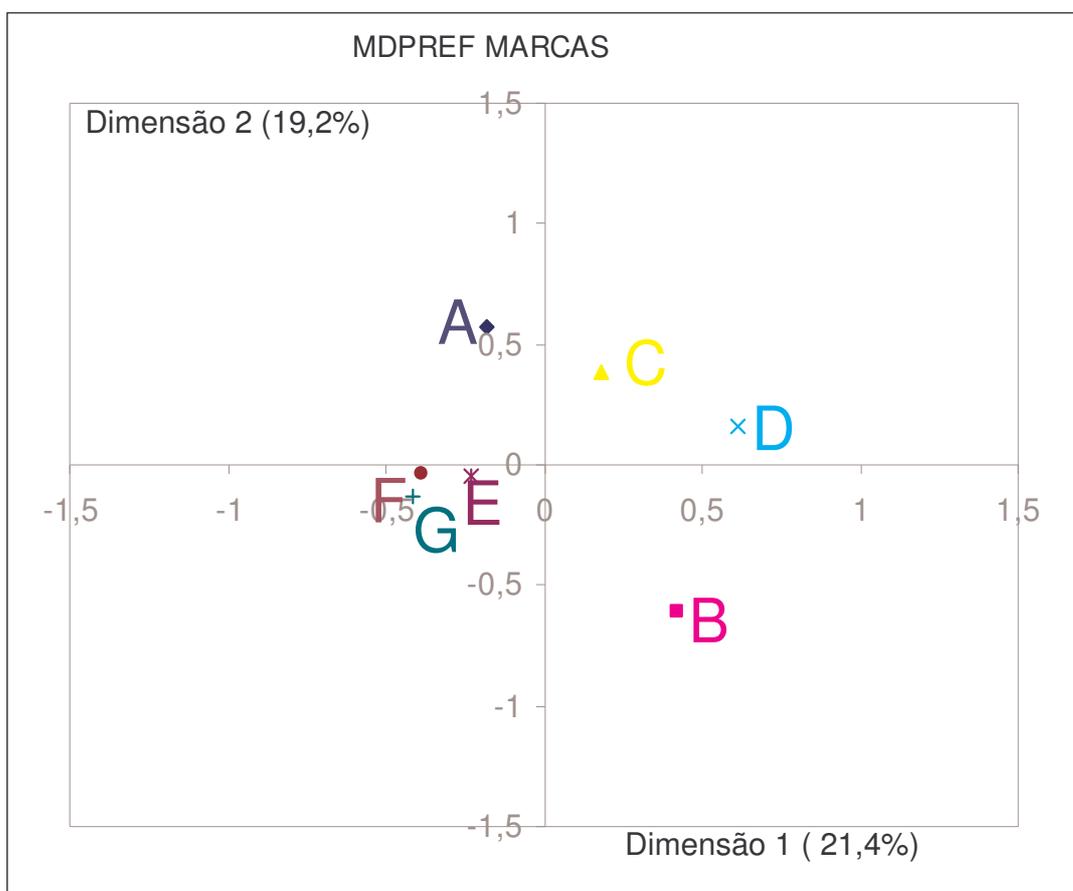


Figura 39. Mapa de Preferência Interno representa pelas sete marcas de queijo de coalho refrigerado.

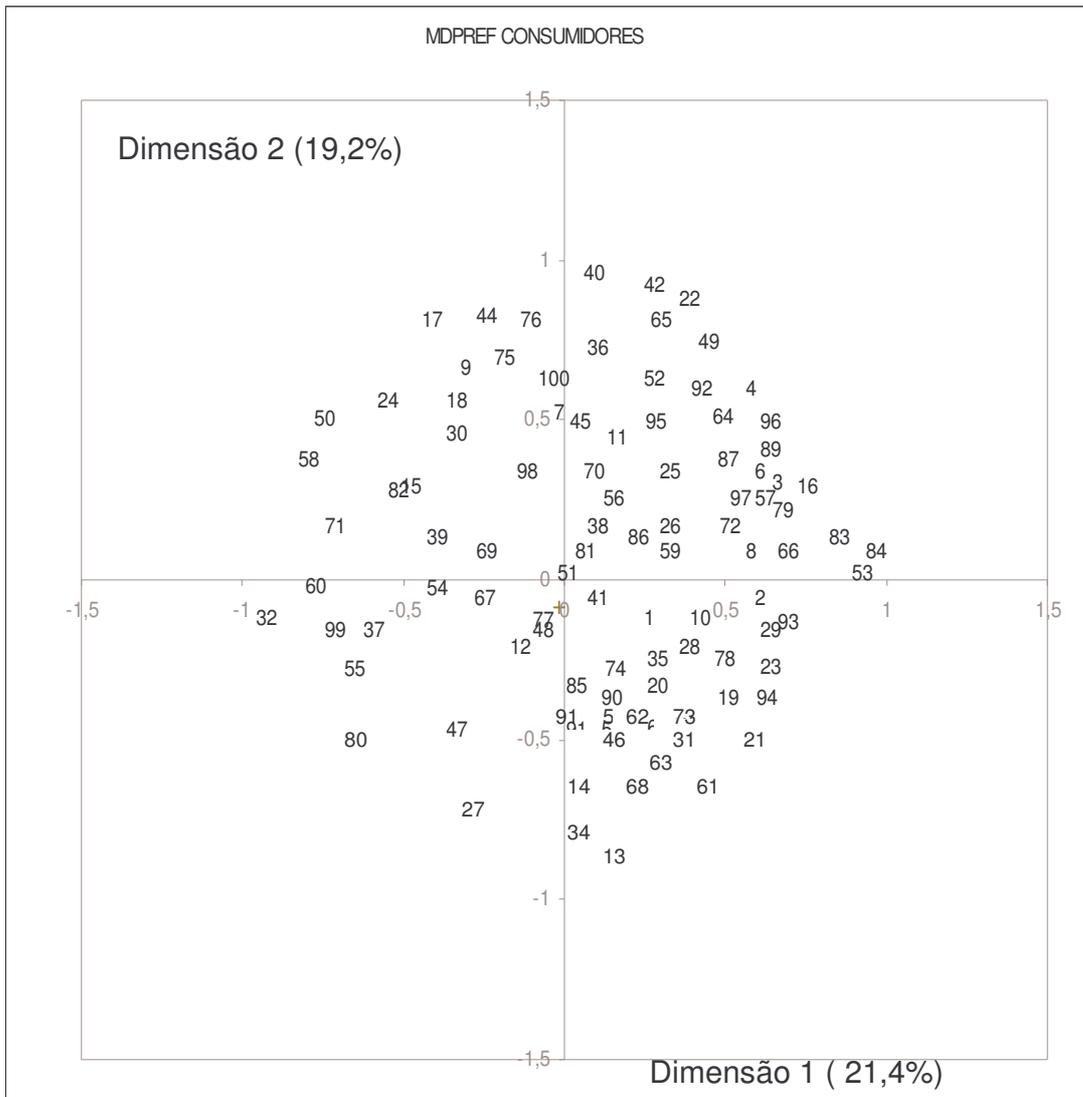


Figura 40. Mapa Interno de Preferência representado pelos consumidores de queijo de coalho refrigerado.

Com o objetivo de explorar melhor as informações fornecidas pelo MDPREF (Figuras 39 e 40), os consumidores foram estratificados em 4 grupos distintos: grupo 1, formado pelos consumidores localizados à direita superior do MDPREF; grupo 2, formado pelos consumidores localizados à direita inferior do MDPREF; grupo 3, formado pelos consumidores localizados à esquerda superior do MDPREF; grupo 4, formado pelos consumidores localizados à esquerda inferior do MDPREF. A ANOVA dos dados associados a esses segmentos, fontes de variação: grupo, marcas e provadores revelou que os efeitos grupo e a interação grupo*marca foram significativos ($p \leq 0,05$). As médias de aceitação das sete marcas de queijo de coalho refrigeradas, obtidas pelas marcas em cada grupo (Tabela 23) confirmam a diferença entre os mesmos com relação às suas preferências.

Tabela 23. Médias de aceitação dos dados agrupados, considerando-se os 100 consumidores, e posteriormente estratificados nos 4 grupos descritos acima, para as sete marcas de queijo de coalho refrigerado.

| Marcas | Todos os | | | | |
|--------|--|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|
| | consumidores (n =100 consumidores) | Grupo 1 (n = 37 consumidores) | Grupo 2 (n = 28 consumidores) | Grupo 3 (n= 19 consumidores) | Grupo 4 (n= 16 consumidores) |
| A | 6,0 ^{bc} | 7,1^{ba} | 4,5 ^d | 6,8^{ba} | 4,9 ^b |
| B | 6,1 ^{bc} | 6,5 ^{bc} | 7,6^a | 3,8 ^c | 5,5 ^{ba} |
| C | 6,9^a | 7,6^a | 6,5 ^{bac} | 7,2^a | 5,7 ^{ba} |
| D | 6,5^{ba} | 7,4^{ba} | 7,1^{ba} | 5,5 ^b | 4,4 ^b |
| E | 6,3^{bac} | 6,0 ^{dc} | 6,0 ^{bc} | 6,6 ^{ba} | 6,9^a |
| F | 5,6 ^c | 5,4 ^d | 5,8 ^c | 5,7 ^b | 5,9^{ba} |
| G | 6,6 ^{ba} | 5,8 ^{dc} | 6,9^{bac} | 7,4^g | 7,0^a |
| DMS* | 0,5 | 0,9 | 1,2 | 1,3 | 1,8 |

Médias com letras em comum na mesma coluna não diferem entre si significativamente ($p \leq 0,05$).

* DMS: Diferença mínima significativa obtida no teste de médias de Tukey ($p \leq 0,05$).

Enquanto que os dados agrupados revelaram que as marcas C, G e D foram preferidas obtendo médias de 6,9; 6,6 e 6,5 respectivamente, quando o grupo de 100 consumidores foi estratificado em 4 segmentos distintos, observa-se que este resultado não foi consensual entre os grupos. Assim, enquanto a marca B foi a preferida pela grande parte dos consumidores (Figuras 39 e 40) e a mais aceita no grupo 2 (n=28 consumidores) esta revelou-se como a marca de menor aceitação dos consumidores do grupo 3 (n =19 consumidores) tendo recebido também baixa aceitação junto ao grupo 4 (n=16 consumidores). Similarmente, enquanto a marca D foi também preferida por grande parte dos consumidores tendo recebido médias de aceitação superiores a 7,0 (gostei moderadamente) junto aos grupos 1 e 2 (n=65 consumidores) esta marca foi rejeitada pelos consumidores do grupo 4 (médias de aceitação=4,4) obtendo também modesta aceitação junto aos consumidores do grupo 3. Por outro lado, enquanto a marca G foi a preferida junto aos consumidores do grupos 3 e 4 (n=35 consumidores) obtendo médias de aceitação superiores a 7,0 (gostei moderadamente) este queijo esteve entre as marcas menos aceitas entre o grupo 1.

Esses resultados demonstram que a média dos dados agrupados (n=100 consumidores) em um teste de aceitação pode se mostrar de baixa validade na determinação da preferência da população amostrada, pois como pode ser visualizado no presente estudo os consumidores segmentam-se em grupos de preferências distintas.

6. CONCLUSÃO GERAL

1. As indústrias produtoras das marcas de queijos de coalho comercializados no município de Campinas, S.P provêm de todas as regiões do Brasil, sendo que a principal região de comercialização é o estado de São Paulo. Em geral, são queijarias de pequeno e médio porte e o principal canal de distribuição são supermercados e hipermercados. Há grande variação no processamento do queijo de coalho entre as indústrias, que utilizam procedimentos de fabricação visando inibir a ação do coagulante e do fermento láctico tais como, alta temperatura de cozimento da massa, uso de salmoura aquecida como forma de aquecimento direto e salga na massa, visando produzir um queijo com baixa capacidade de derretimento e que não escoe pela grelha, característica mais requerida pelo mercado consumidor e determinante na compra do produto.

2. No município de Campinas, S.P., o queijo de coalho é consumido principalmente na forma grelhada e o sabor foi considerado pelos consumidores como o atributo de maior impacto na qualidade do produto.

3. A composição média do queijo de coalho comercializado em Campinas, S.P. variou de 37,49 a 42,05 % de umidade, 30,01 a 32,06 % de gordura, 21,29 a 24,44% de proteína, 2,38 a 2,90% de sal e 0,57 a 0,71% de cálcio. A marca E foi a única classificada como queijo de baixo teor de umidade, não se enquadrando nos requerimentos exigidos pela legislação brasileira. Os queijos da marca E se mostraram atípicos em todas as características de composição avaliadas, apresentando o menor teor de umidade (35,34%), maior teor de gordura (33,76%), maior teor de proteína (25,42%), maior teor de sal (3,53%), e maior teor de cálcio (0,83%).

4. Em geral, todos os queijos apresentaram um pH elevado e baixa acidez titulável, indicando pouca ação do fermento láctico, o que já era esperado, uma vez que as indústrias utilizaram diversos procedimentos de fabricação com o intuito de inibir a atuação do fermento. Além disso, todas as marcas apresentaram uma relação Sal/Umidade > 5% que é sabido inibir fortemente a produção de ácido láctico pelo fermento láctico mesofílico tipo O, utilizado pelas indústrias produtoras de queijo de coalho estudadas. Todos os queijos apresentaram baixo teor de extensão e profundidade da proteólise, resultado de baixa atividade proteolítica do coagulante e enzimas do fermento láctico e outros microrganismos remanescentes no queijo. O baixo nível de proteólise contribuiu para que o produto final fosse mais firme e apresentasse baixa capacidade de derretimento, requerimento essencial para ser utilizado na forma grelhada.

5. Não houve variação da capacidade de derretimento entre as marcas analisadas e durante o tempo de armazenamento refrigerado, demonstrando que esse parâmetro foi padronizado pela indústria de queijo de coalho. Como a baixa capacidade de derretimento é a característica mais requerida pelo consumidor e determinante na compra do produto, não haver mudança na capacidade de derretimento com o tempo é altamente desejável, uma vez que isso determinaria o fim da sua vida de prateleira.

6. A Análise Descritiva Quantitativa mostrou que as marcas avaliadas apresentaram perfis sensoriais distintos e suas características foram marcantes e bem definidas.

7. A marca C foi a preferida pelos provadores que declararam ser o sabor, a característica mais apreciada nesse queijo. A ACP mostrou que os queijos da marca C se caracterizaram pelos atributos sabor de manteiga e aroma de manteiga. Estes atributos, bastante valorizados pelos consumidores de queijos,

podem estar relacionados ao tratamento térmico do leite (68-69°C/5min), que foi diferente dos utilizados pelas outras marcas. O tratamento térmico diferenciado pode ter selecionado microrganismos e, conseqüentemente suas enzimas, capazes de produzir diacetil, composto característico do sabor e aroma de manteiga

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, T.C.A.; FOLEGATTI, M.I.S.; FREIRE, M.T.A.; MADEIRA, F.T.S.; SILVA, M.A.A.P. **Determinação do perfil sensorial e parâmetros de qualidade de figos em calda produzidos pela indústria brasileira.** Ciência e tecnologia de alimentos, vol 19 n.2, 1999.

AC NIELSEN. Definições de supermercados e hipermercados. Disponível em <http://www.acnielsen.pt/def.html> acesso em 05/03/2004

AQUINO, F.T.M. **Produção de queijo de coalho no Estado da Paraíba:** acompanhamento das características físico-químicas do processamento, 1983. 81p. Dissertação (Mestrado). Centro de Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 1983.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Análise sensorial dos alimentos e bebidas -NBR 12806. Rio de Janeiro: ABNT. 1993,8p

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of AOAC international.** 16 ed. Washington, 1995.

BARBANO, D.M.; LYNCH, J.M.; FLEMING, J.R. Direct and indirect determination of true protein content of milk by Kjeldahl analysis: collaborative study. **Journal of Association of Official Analytical Chemists**, v.74, p.281, 1991.

BARBANO, D.M.; CHU, K.Y.; YUN, J.J.; KINDSTEDT, P.S. Contributions of coagulant, starter and milk enzymes to proteolysis and browning in Mozzarella cheese. In: ANNUAL MARSHALL ITALIAN CHEESE SEMINAR, 30^o, 28-29 de Set. 1993. Madison. Proceedings. p.41-50.

BASTIAN, E.D.; BROWN, R.J. Plasmin in milk and dairy products: an Update. **Interantional of Dairy Journal**, Barking, v.6, p. 435-457, 1996.

BEHRENS, JORGE HERMAN. Avaliação do perfil sensorial e aceitação de vinhos brancos varietais Riesling, Gewurztraminer e Chardonnay produzidos no Brasil. Dissertação apresentada a faculdade de Engenharia de Alimentos. Universidade Estadual de Campinas, 1998.

BENFELDT, C.; SORENSEN, J.; ELLEGARD, K.H.; PETERSEN, T.E. Heat treatment of cheese milk: effect on plasmin activity and proteolysis during cheese ripening. **International of Dairy Journal**, Barking, v.7, p. 723-731, 1997.

BERG, G. V.D; EXTERKATE, F.A. Technological parameters involved in cheese ripening. **International of Dairy Journal**, Ireland, v.3, p. 485-507, 1993.

BRANCO, M.A.A.C. Incidência de *Listeria monocytogenes* em queijo de coalho refrigerado produzido industrialmente. 2002. 63p. Dissertação (mestrado) - Centro de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2002.

BRASIL. Instrução Normativa nº 30 de 26 de junho de 2001. Aprova o regulamento técnico de identidade e qualidade de manteiga da terra, queijo de coalho e queijo de manteiga. **Diário Oficial da União**, Brasília, 16 jul. 2001a.

BRASIL. Portaria nº 146 de 7 de março de 1996. Aprova o regulamento técnico de identidade e qualidade de produtos lácteos. **Diário Oficial da União**, Brasília, 11 de março de 1996.

BENEVIDES, S.D.; TELLES, F.J.S.; GUIMARÃES, A.C.L.; RODRIGUES, M.C.P. Estudo bioquímico e sensorial do queijo de coalho produzido com leite cru e pasteurizado no estado do CEARÁ. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos (CEPPA)**, Curitiba, v.18,n.2, p. 193-208, jul/dez. 2000.

BODYFELT, F.W.; TOBIAS, J.D.; TROUT, G.M. In: The sensory evaluation of dairy products, New York: Avian Nostrand reinhold, 1998. 598p.

CERVANTES, M. A.; LUND, D. B.; OLSON, N. F. Effects of salt concentration and freezing on Mozzarella cheese texture. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.66, n.2, p.204-213, 1983.

COCHRAN, W.G., COX, G.M. Experimental designs. 2ed. New York: John Wiley, 1957. 611p

DAMASIO. M.H.; COSTELL, E. Analysis sensorial descriptiva: generacion de descriptors y selection de catadores. **Revista Agroquímica Technol. Ali.** , Valencia, v.31, n.2, p. 165-178, 1991.

DESMAZEAUD, M. J.; GRIPON, J. C. General mechanism of protein breakdown during cheese ripening. **Milchwissenschaft**, Munchen, v.32, n.12, p.731-734, 1977.

DOYLE, M.P. A new generation of foodborne pathogens. **Dairy Food Enviromental Sanitary**, v.12, p. 490-493, 1992.

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

FARKEY, N. Y.; FOX. P. F. Objective indices of cheese ripening. **Trends in Food Science and Technology**, Cambridge, v.1, n.2, p.37-40, 1990.

FARKYE, N. Y.; KIELY, L. J.; ALLSHOUSE, R. D.; KINDSTEDT, P. S. Proteolysis in Mozzarella cheese during refrigerated storage. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 74, p. 1433-1438, 1991.

FEITOSA, T. **Estudos tecnológicos, físico-químicos, microbiológicos e sensoriais do queijo de coalho no estado do Ceará**, 1984. 96p. Dissertação

(mestrado) - Centro de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 1984.

FOX, P. F. Proteolysis during cheese manufacture and ripening. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.72, n.6, p.1379-1400, 1989.

FOX, P. F.; LAW, J. Enzimology of cheese ripening. **Food Biotechnology**. V.5, n.3, p. 239-262, 1991.

FOX, P.F.; LUCEY. J.A.; COGAN, T.M. Glycolysis and related reactions during cheese manufacture and ripening. **Food Science and Nutrition**, v.29, n.4, p. 237-254, 1990.

FLORENTINO,E.R.; MARTINS, R.S. Características microbiológicas do “queijo de coalho” produzido no estado da Paraíba. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v.13, n 59, p.43-48, jan/fev. 1999.

FURTADO, M. M. Fatores que afetam as características finais do queijo. In: FURTADO, M.M. **A arte e a ciência do queijo**. 2.ed. São Paulo: Globo, 1991. Cap.5, p. 115-145.

GE, Q.; ALISTE-A.; KINDSTEDT,P.S.; Reversibility of pH-induced changes in the calcium distribution and melting characteristics of mozzarella cheese. **The Australian Journal of Dairy technology**, Highett, v. 57, p.3-9, april, 2002.

GRAPPIN, R.; BEUVIER, E.; Possible implications of milk pasteurization on the manufacture and sensory quality of ripened cheese. **International of Dairy Journal**, Barking, v.7, p. 751-761, 1997.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz. D.B. Rebocho Ed. São Paulo-SP, 1985.

INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION. Determination of the total nitrogen content of milk by the Kjeldahl method. Brussels, n.20, p.1-3, 1962.

INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION. Determination of the total solids content of cheese and processed cheese. IDF-FIL, n.88, p.1-3, 1979.

JACK, F.R.; PATERSON,A. Texture of hard cheeses. **Trends in Food Science and Technology**, Amsterdam, v.3, p.160-164, 1992.

KINDSTEDT, P.S.; FOX, P.F. Modified Gerber test for free oil in melted Mozzarella cheese. Journal of Dairy Science, **Champaign**, v.56, n.4, p.1115-1116, 1991.

KOSIKOWSKI, F. V.; MISTRY, V.V. **Cheese and fermented milk foods.** 3 ed. Westport: AVI, 1997. 728p.

LABORDA, M.A.; RUBIOLO, A.C. Proteolysis of fynbo cheese salted with NaCl/KCl and ripened at two temperatures. **Journal of Food Science**, Chicago, v.64, n.1, p.33-36, 1999.

LANE,C.N.; FOX,P.F.; JOHNSTON, D.E.; McSWEENEY,L.H. Contribution of coagulant to proteolysis and textural changes in cheddar cheese during ripening. **International Dairy Journal**, Barking, v.7, p.453-464, 1997.

LEITE JUNIOR, A.F.S.; FLORENTINO, E.R.; DE OLIVEIRA, E.B.; DE SÁ, S.N.; TORRANO, A.D.M. Qualidade microbiológica do queijo de coalho comercializado à temperatura ambiente ou sob refrigeração, em Campina Grande – PB. **Higiene alimentar**, São Paulo, v.14, n.13, p.53-55, jun. 2000.

LIMA, M.H.P.; TELLES, F.J.S.; MACEDO, B.A.; BENEVIDES, S.D. Elaboração de queijo de coalho a partir de leite pasteurizado e inoculado com *Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus bulgaricus*: Aspectos bioquímico e sensorial. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos (CEPPA)**, Curitiba, v.16, n.1, p. 37-44, jan/jun. 1998.

MENDES, M.T.R.; CRUZ, A.C.; CURTY, M.G. **Citações:**quando, onde e como usar (NBR 10520/2002). Niterói:intertexto, 2002.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G.V. CARR, B.T. Sensory evaluation techniques. Boca Raton: CRC Press, 1987. 218p

McMAHON, D. J.; OBERG, C.J. Influence of fat, moisture and salt on functional properties of Mozzarella cheese. **Australian Journal of Dairy Technology**, Highett, v.53, n.4, p.98-101, 1998.

McSWEENEY, P. L. H. Biochemistry of cheese ripening. **International Journal of Dairy Technology**, v.57, n. 2/3 p. 127-144, 2004.

MENDIA, C.; IBANEZ, F.J.; TORRE, P.; BARCINA, Y. Effect of pasteurization and use of a native starter culture on proteolysis in a ewes' milk cheese. **Food Control**, v.11, p. 195-200, 2000.

MOSKOWITZ, H.R. Product testing and sensory evaluation of foods. **Marketing and R. & D. Approaches**, Westport Food and Nutrition Press, Inc.1983. 605p.

MUNÓZ, A. M.; CIVILLE, G.V.; CARR, B.T. Sensory evaluation in quality control. New York: Van Nostrand Reinhold, p. 240, 1996

MUTUKUMIRA, T.N. Sensory evaluation. **Bulletin of the international dairy federation**, Brussels, n.365, p.53-58, 2001.

NASSU, R.T.; LIMA, J.R; BASTOS, M.S.R.; MACEDO, B.A.; LIMA, M.H.P. Diagnóstico das condições de processamento de queijo de coalho e manteiga da terra no estado do Ceará. **Higiene alimentar**, São Paulo, v.15, n.89, p.28-36, out. 2001.

NOMURA, C.K. **Orientação para elaboração de referências bibliográficas: NBR 6023**, Campinas, SP: FEA-UNICAMP, 2003.

NORONHA, R.L.F. Expectativa do consumidor e sua influencia na aceitação e percepção sensorial de café solúvel. Tese de Doutorado apresentada a faculdade de Engenharia de Alimentos. Universidade Estadual de Campinas, 2003.

O' Connor, C.B., 1974 In: FOX, P.F et al. **Fundamentals of cheese science**. Gaithersburg: Aspen, 2000

O'KEEFFE, A. M.; FOX, P. F.; DALY, C. Proteolysis in cheddar cheese: role of coagulant and starter bacteria. **Journal of Dairy Research**, London, v. 45, p. 465-477, 1978.

OLIVEIRA, J.S. **Queijo: fundamentos tecnológicos**. São Paulo: Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia, 1981. 233p.

PEARSE, N. J.; MACKINLAY, A. G. Biochemical aspects of syneresis: A review. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.72, n.6, p-1401-1407, 1989.

PRIETO, B.; FRANCO, I.; FRESNO, J.M.; PRIETO, J.G.; BERNARDO, A.; CARBALLO, J. Effect of ripening time and type of rennet (farmhouse rennet from ki dor commercial calf) on proteolysis during the ripening of León cow milk cheese. **Food Chemistry**, v.85, p. 389-398, 2004.

POVEDA; J.M.; CABEZAS, L.; McSWEENEY, P.L.H. Free amino acid content of Manchego cheese manufactured with different starter cultures and changes throughout ripening. **Food Chemistry**, v.84, p. 213-218, 2004.

RICHARDSON, G.H. Standard methods for examination of dairy products. 15^aed., Washington, DC: Am. Public Health Association, 1985.

SEBRAE. **Projeto melhoria da qualidade do queijo de coalho produzido no Ceará**. Fortaleza: SEBRAE/CE, 1998. 208p.

SENA, M.J.; CERQUEIRA, M.M.O.P.; MORAIS, C.F.A.; CORREA, E.S.; SOUZA, M.R. Características físico-químicas de queijo de coalho comercializado em Recife, PE. **Higiene alimentar**, São Paulo, v.14, n.74, p.41-44, jul. 2000.

SINGH, K.T.; FOX, P.F.; HEALY, A.; Water-soluble peptides in cheddar cheese: isolation and identification of peptides in the diafiltration retentate of the water-soluble fraction. **Journal of Dairy Research**, London, v.62, p. 629-640, 1995.

SINGH, H.; WAUNGANA, A.; Influence of heat treatment of milk on cheesemaking properties. **International of Dairy Journal**, Barking, v.11, p.543-551, 2001.

SOUZA, M.J.; MALCATA, F.X.; Influence of pasteurization of milk and addition of starter cultures on protein breakdown in ovine cheeses manufactured with extracts from flowers of *Cynara cardunculus*. **Food Chemistry**, London, v. 57, n.4, p. 549-556, 1996.

SOUZA, M.J.; ARDÖ, Y.; McSWEENEY, P.L.H. Advances in the study of proteolysis during cheese ripening. **International of Dairy Journal**, Barking, v.11, p.327-345, 2001

STONE, H.; SIEDEL, J. **Sensory evaluation practices**. Academic Press: New York. 1993, p.338

STONE, HERBERT; SIDEL, J.L. **Sensory evaluation practices**. California: Academic press, 1985, Chap.1 e 6.

STONE, H.; SIEDEL, J. L.; OLIVER, S.; WOOLSEY, A.; SINGLETON, R. C. **Sensory evaluation by quantitative descriptive analysis**. Food Technology, v. 28, n. 11, p. 24-34, 1974.

SZCZESNIAK, A. S. Correlating sensory with instrumental texture measurements – an overview of recent developments. **Journal of Food Studies**, Connecticut, v.18, p. 1-15, 1987.

SZCZESNIAK, A. S. General food texture profile revisited-ten years perspective. **Journal of Texture Studies**, Westport, v.6, n.1, p.5-17, 1975.

SZCZESNIAK, A. S.; BRANDT, M. A.; FRIEDMAN, H. H. Development of standard rating scales for mechanical parameters of texture and correlation between the objective and sensory methods of texture evaluation. **Journal of Food Science**, Champaign, v.28, n.4, p.397-403, 1963.

TARAS, M. J. Standard methods for the examination of water and waste water. American Public Health Association, 1971.

The SAS system. **Statistical Analysis System**, versão 8e. The SAS Institute, Cary, N.C.

VAN VLIET, T. Terminology to be used in cheese rheology. **International Dairy Federation Bulletin**, Brussels, n. 268, p. 5-15, 1991.

VERDINI, R.A.; RUBIOLO, A.C. Effect of frozen storage time on the proteolysis of soft cheeses studied by principal component analysis of proteolytic profiles. **Journal of Food Science**, Chicago, v.67, n.3, p.963-967, 2002.

VICENTE, M.S.; IBANEZ, F.C.; BARCINA, Y.; BARRON, L.J.R. Changes in the free amino acid content during ripening of Idiazabal cheese: influence of starter and rennet type. **Food Chemistry**, v. 72, p. 309-317, 2002.

VISSER, S. Symposium: proteolytic enzymes and cheese ripening. **Journal of Dairy Science**, v. 76, n.1, p. 329-350, 1993.

WANG, H-H; SUN, D-W. Melting characteristics of cheese: analysis of effects of cheese dimensions using computer vision techniques. **Journal of Food Engineering**, Barking, v.52, p. 279-284, 2002a.

WANG, H-H,; SUN, D-W. Melting characteristics of cheese: analysis of effects of cooking conditions using computer vision technology. **Journal of Food Engineering**, Barking, v.51, p. 305-310, 2002b.

WEBB,B.H.; JOHNSON,A.H. The composition of milk. **In: Fundamentals of dairy Chemistry**, 1965. Chap.1, p. 7-15.

ANEXO

Tabela A 1. Composição do 1º lote das sete marcas comerciais de queijo de coalho.

| Componente | Marca A | Marca B | Marca C | Marca D | Marca E | Marca F | Marca G |
|-----------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|
| Umidade (%) | 43,86 ^a | 41,55 ^d | 40,52 ^e | 43,23 ^b | 32,55 ^g | 37,29 ^f | 42,46 ^c |
| Gordura (%) | 32,00 ^c | 31,50 ^d | 34,00 ^a | 31,50 ^d | 33,50 ^b | 32,00 ^c | 30,50 ^e |
| Gordura em base seca (%) | 57,10 ^a | 53,87 ^c | 57,20 ^a | 55,49 ^b | 49,66 ^f | 50,82 ^e | 53,10 ^d |
| Proteína total (%) | 21,74 ^d | 22,53 ^c | 21,90 ^d | 21,23 ^e | 27,53 ^a | 25,17 ^a | 21,39 ^{dc} |
| Sal (%) | 2,38 ^g | 3,14 ^c | 3,21 ^b | 2,44 ^f | 3,61 ^a | 2,87 ^d | 2,50 ^e |
| S/U ¹ | 5,43 ^g | 7,56 ^d | 7,93 ^b | 5,65 ^f | 11,09 ^a | 7,69 ^c | 5,89 ^e |
| Cálcio (%) | 0,65 ^d | 0,76 ^b | 0,75 ^b | 0,68 ^c | 0,93 ^a | 0,73 ^b | 0,71 ^c |
| Acidez (%ac.láctico) | 0,15 ^d | 0,17 ^c | 0,15 ^d | 0,24 ^b | 0,55 ^a | 0,15 ^d | 0,15 ^d |
| pH | 6,00 ^f | 6,36 ^d | 6,69 ^a | 6,17 ^e | 5,63 ^g | 6,54 ^c | 6,64 ^b |

Médias com letras em comum na mesma linha não diferem entre si significativamente ($p \leq 0,05$), segundo o teste de Tukey.

¹ Relação Sal/umidade

Tabela A 2. Composição do 2º lote das sete marcas comerciais de queijo de coalho.

| Componente | Marca A | Marca B | Marca C | Marca D | Marca E | Marca F | Marca G |
|-----------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Umidade (%) | 43,64 ^a | 41,22 ^a | 45,06 ^a | 44,07 ^a | 34,05 ^a | 38,81 ^a | 49,73 ^a |
| Gordura (%) | 27,00 ^e | 32,17 ^b | 28,50 ^d | 28,00 ^d | 35,27 ^a | 32,77 ^b | 30,00 ^c |
| Gordura em base seca (%) | 47,87 ^e | 54,49 ^a | 51,91 ^c | 49,99 ^d | 53,49 ^b | 53,72 ^b | 49,81 ^d |
| Proteína total (%) | 21,57 ^d | 20,41 ^f | 21,02 ^e | 22,39 ^c | 24,16 ^a | 23,73 ^b | 22,26 ^c |
| Sal (%) | 2,59 ^f | 3,49 ^b | 2,04 ^g | 3,02 ^d | 3,55 ^a | 2,65 ^e | 3,05 ^c |
| S/U ¹ | 5,93 ^e | 8,48 ^b | 4,52 ^f | 6,86 ^d | 10,42 ^a | 6,82 ^d | 7,67 ^c |
| Cálcio (%) | 0,53 ^e | 0,62 ^d | 0,68 ^c | 0,62 ^d | 0,79 ^a | 0,68 ^c | 0,72 ^b |
| Acidez (%ac.láctico) | 0,39 ^b | 0,29 ^d | 0,32 ^c | 0,20 ^e | 0,68 ^a | 0,19 ^f | 0,19 ^d |
| pH | 6,05 ^f | 6,43 ^c | 6,34 ^d | 6,45 ^b | 5,37 ^g | 6,27 ^e | 6,69 ^a |

Médias com letras em comum na mesma linha não diferem entre si significativamente ($p \leq 0,05$), segundo o teste de Tukey.

¹ Relação Sal/umidade

Tabela A 3. Composição do 3º lote das sete marcas comerciais de queijo de coalho.

| Componente | Marca A | Marca B | Marca C | Marca D | Marca E | Marca F | Marca G |
|-----------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Umidade (%) | 42,76 ^b | 43,01 ^a | 41,72 ^d | 42,24 ^c | 39,43 ^e | 36,37 ^f | 39,33 ^e |
| Gordura (%) | 31,50 ^b | 32,50 ^a | 31,27 ^b | 31,50 ^b | 32,50 ^a | 30,50 ^c | 29,77 ^d |
| Gordura em base seca (%) | 54,91 ^b | 56,99 ^a | 53,67 ^c | 54,57 ^b | 53,64 ^c | 48,05 ^e | 49,12 ^e |
| Proteína total (%) | 21,29 ^e | 21,19 ^e | 20,96 ^f | 22,72 ^d | 24,56 ^a | 24,43 ^b | 24,19 ^c |
| Sal (%) | 2,18 ^f | 1,78 ^g | 2,77 ^d | 2,33 ^e | 3,42 ^a | 3,18 ^b | 2,85 ^c |
| S/U ¹ | 5,10 ^e | 4,15 ^f | 6,63 ^c | 5,51 ^d | 8,68 ^a | 8,73 ^a | 7,25 ^b |
| Cálcio (%) | 0,53 ^e | 0,62 ^d | 0,68 ^c | 0,62 ^d | 0,79 ^a | 0,68 ^c | 0,72 ^b |
| Acidez (%ac.láctico) | 0,47 ^b | 0,52 ^a | 0,24 ^e | 0,29 ^d | 0,28 ^d | 0,30 ^c | 0,20 ^f |
| pH | 6,21 ^f | 6,06 ^g | 6,71 ^a | 6,40 ^e | 6,43 ^d | 6,56 ^c | 6,60 ^b |

Médias com letras em comum na mesma linha não diferem entre si significativamente ($p \leq 0,05$), segundo o teste de Tukey.

¹ Relação Sal/umidade