



**EVOLUÇÃO DE CARACTERÍSTICAS FÍSICO-
QUÍMICAS E SENSORIAIS DURANTE A
MATURAÇÃO DO QUEIJO TIPO
GORGONZOLA**

FERNANDO ANTÔNIO RESPLANDE MAGALHÃES

2002

54229

MFNO46409

FERNANDO ANTÔNIO RESPLANDE MAGALHÃES

**EVOLUÇÃO DE CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E
SENSORIAIS DURANTE A MATURAÇÃO DO QUEIJO TIPO
GORGONZOLA**

Tese apresentada à Universidade Federal de
Lavras, como parte das exigências do Curso de
Pós-Graduação Stricto Sensu em Ciência dos
Alimentos, para a obtenção do título de "Doutor".

Orientador

Prof. Dr. Luiz Ronaldo de Abreu

LAVRAS

MINAS GERAIS – BRASIL

2002

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Magalhães, Fernando Antônio Resplande

**Evolução de características físico-químicas e sensoriais durante a maturação do
queijo tipo gorgonzola / Fernando Antônio Resplande Magalhães. -- Lavras :
UFLA, 2002.**

85 p. : il.

Orientador: Luiz Ronaldo de Abreu.

Tese (Doutorado) – UFLA.

Bibliografia.

**1. Gorgonzola. 2. Característica físico-química. 3. Análise sensorial. 4.
Maturação. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.**

CDD-637.353

FERNANDO ANTÔNIO RESPLANDE MAGALHÃES

**EVOLUÇÃO DE CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E
SENSORIAS DURANTE A MATURAÇÃO DO QUEIJO TIPO
GORGONZOLA**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Pós-Graduação "Stricto Sensu" em Ciência dos Alimentos, para a obtenção do título de "Doutor".

APROVADA em 13 de setembro de 2002.

Prof. Dr. Marco Antônio Moreira Furtado

UFJF

Dra. Sandra Maria Pinto

EMBRAPA

Profª Dra. Maria de Fátima Piccolo Barcelos

UFLA

Profª Dra. Ana Helena Romaniello Coelho

UFLA



Prof. Luiz Ronaldo de Abreu
UFLA
(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL

Aos meus filhos,
Ana Elisa e Gabriel,
por tudo que me ensinam,

OFEREÇO

A meus pais, meus irmãos, Genoveva e D. Albertina,

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), pela oportunidade concedida.

À Universidade Federal de Lavras, em especial ao seu Departamento de Ciência dos Alimentos, pela oportunidade de aperfeiçoamento.

À Fundação de Apoio à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG), pela bolsa de estudos concedida.

Ao Prof. Dr. Luiz Ronaldo de Abreu pela orientação amizade e generosidade.

Ao Prof. Dr. Marco Antônio Moreira Furtado pela amizade, incentivo e sugestões.

À Dra. Sandra Maria Pinto pela amizade e sugestões.

À Profª Dra. Maria de Fátima Piccolo Barcelos pela atenção especial que deu a este trabalho.

À Profª Dra. Ana Helena Romaniello Coelho, pelas sugestões.

Ao Prof. Dr. José Benício Paes Chaves, do DTA/UFV, pelo auxílio e sugestões.

À Profª Dra Fabiana Queiroz Ferrua pela correção da tese.

A todos os professores e funcionários do DCA-UFLA pela amizade e excelente convivência durante todo o período de realização do curso.

A todos os funcionários da EPAMIG de Lavras (CTSM), pelo apoio e amizade.

Às colegas do ILCT, Alcy e Márcia Porto, pelo apoio durante todo o período de análises físico-químicas.

Aos meus colegas do ILCT Brás, Savino, Portugal e Paulo Henrique pelo prestígio que me conferem.

Aos provadores da ADQ: Aduino, Carlinhos, Daniel, Danielle, Eduardo Dutra, Frederico, Ítalo, Jansen e Luizinho, pela paciência, disponibilidade e pontualidade.

Aos provadores do teste de aceitação pelo desprendimento.

Ao Sr. José Valentini e família pela oportuna acolhida em sua casa em Lavras.

À Elda e seus filhos Pedro e Gabriel, por me darem o prazer de fazer da sua, a minha casa em Lavras.

Ao Prof. Luiz Carlos Gonçalves Costa e família pela amizade, pelo apoio e incentivo.

Ao Silvinho e família pela amizade e pelo auxílio luxuoso.

A todos os colegas de curso, em especial ao Rogério e Pedro, pela amizade e sugestões.

Ao Evandro, funcionário do ILCT, pela amizade e auxílio na encadernação das cópias da tese para a defesa.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	iii
1 INTRODUÇÃO	01
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	04
2.1 Qualidade	04
2.2 O queijo tipo Gorgonzola.....	05
2.3 Fatores físico-químicos e bioquímicos que influenciam as características sensoriais do queijo tipo Gorgonzola.....	07
2.3.1 A maturação do queijo tipo Gorgonzola	07
2.3.1.1 Proteólise.....	09
2.3.1.2 Atividade proteolítica do mofo	10
2.3.2 Fatores que afetam a maturação	11
2.3.2.1 Efeito do pH	11
2.3.2.2 Efeito do teor de sal e umidade	12
2.3.3 Sabor amargo em queijos	13
2.3.4 Geração de aroma e “flavor” em queijos mofados	14
2.3.4.1 Ácidos graxos livres.....	14
2.3.4.2 Lipólise	16
2.3.4.3 Metilcetonas	19
2.4 Avaliação sensorial.....	22
2.4.1 Testes afetivos	23
2.4.2 Testes descritivos.....	24
3 MATERIAL E MÉTODOS	26
3.1 Origem dos queijos.....	26
3.2 Amostragem e delineamento experimental.....	26

3.3 Análises físico-químicas	27
3.3.1 Coleta de amostras.....	27
3.3.2 Umidade	27
3.3.3 Extrato Seco Total (EST).....	27
3.3.4 Gordura	27
3.3.5 Acidez	27
3.3.6 pH	28
3.3.7 Cloreto de sódio.....	28
3.3.8 Determinação do Nitrogênio Total (NT).....	28
3.3.9 Nitrogênio Solúvel em pH 4,6 (NS) e Nitrogênio Solúvel em TCA 12% (NSTCA 12%)	28
3.3.10 Cálculo do índice de extensão da maturação.....	28
3.3.11 Cálculo do índice de profundidade da proteólise.....	28
3.4 Avaliação sensorial.....	28
3.4.1 Escala hedônica	29
3.4.1.1 Análise dos resultados.....	29
3.4.2 Análise descritiva quantitativa	31
3.4.2.1 Seleção de provadores.....	31
3.4.2.2 Fase preliminar do treinamento dos provadores	32
3.4.2.3 Desenvolvimento de termos descritivos.....	32
3.5 Análise de resultados	34
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
4.1 Características físico-químicas.....	35
4.1.1 Umidade.....	35
4.1.2 Extrato seco total (EST).....	36
4.1.3 Gordura	38
4.1.4 Acidez	40
4.1.5 pH.....	42
4.1.6 Sal.....	44

4.1.7 Extensão da proteólise	46
4.1.8 Profundidade da proteólise	48
4.2 Avaliações sensoriais	49
4.2.1 Análise descritiva quantitativa (ADQ).....	49
4.2.1.1 Seleção de provadores.....	50
4.2.1.2 Análise de desempenho de provadores	50
4.2.1.3 Perfil sensorial do queijo tipo Gorgonzola por ADQ.....	55
4.2.1.3.1 Aparência	55
4.2.1.3.2 Mofo (quantidade)	56
4.2.1.3.3 Textura	58
4.2.1.3.4 Odor	60
4.2.1.3.5 Aroma.....	62
4.2.1.3.6 Sabor	64
4.2.1.3.7 Gosto salgado	66
4.2.1.3.8 Gosto ácido.....	68
4.2.1.3.9 Gosto amargo.....	70
4.2.1.3.10 Sabor residual	73
4.2.2 Teste de aceitação.....	75
5 CONCLUSÕES	78
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	79

RESUMO

MAGALHÃES, Fernando Antônio Resplande . Evolução de Características Físico-Químicas e Sensoriais Durante a Maturação do Queijo Tipo Gorgonzola.: LAVRAS: UFLA, 2002, 85p. (Tese – Doutorado em Ciência dos Alimentos)*

Para se estudar a evolução de características físico-químicas e sensoriais durante a maturação de queijos tipo Gorgonzola, foram usados queijos produzidos por uma indústria de laticínios localizada no Sul de Minas Gerais. Estes queijos foram produzidos empregando-se duas tecnologias distintas, sendo uma de rotina nesta empresa (tecnologia 2) e outra denominada alternativa (tecnologia 1), cuja principal diferença foi o teor de gordura mais elevado em seus produtos. As análises físico-químicas e sensoriais foram realizadas aos 30, 45, 60 e 75 dias de maturação dos queijos. As características físico-químicas avaliadas foram acidez, pH, gordura, sal, extrato seco total (EST), umidade, extensão de proteólise e profundidade de proteólise. Para as avaliações sensoriais, foram empregados dois métodos. O primeiro, do tipo descritivo, foi a Análise Descritiva Quantitativa (ADQ), que empregou nove provadores selecionados e treinados. O segundo, do tipo afetivo, foi a escala hedônica de nove pontos que teve a participação de 560 provadores consumidores atuais ou potenciais de queijo tipo Gorgonzola. O delineamento experimental foi parcelas subdivididas, sendo tecnologias na parcela e tempo de maturação na subparcela. O teor de gordura mais elevado presente nos queijos produzidos usando a tecnologia 1 foram superiores em sabor, odor, aroma, e sabor residual por possuírem maiores teores de ácidos graxos livres e metilcetonas, principalmente; a textura destes queijos apresentou-se atípica - menos quebradiça, mais macia. Desse trabalho, pode-se concluir que o teor de gordura não influenciou a aparência; queijos tipo Gorgonzola com maior teor de umidade apresentaram maior quantidade de mofo; a textura dos queijos com maior teor de gordura foi comprometida, apesar de terem obtido maior aceitação, compensada pela melhoria dos atributos sabor, aroma, odor e sabor residual; o gosto amargo foi mais evidente em torno de 45 dias de maturação, independente do teor de gordura dos queijos; para as duas tecnologias usadas, a melhor aceitação foi em torno de 60 dias de maturação, obtendo melhor aceitação produtos com teor es

*Comitê Orientador: Luiz Ronaldo de Abreu - UFLA (Orientador) e Marco Antônio Moreira Furtado – UFJF.

de gordura mais elevados; apesar destes queijos com maior teor de gordura apresentarem melhor aceitação, estes podem ter problemas de mercado em função de exigências atuais dos consumidores.

ABSTRACT

MAGALHÃES, Fernando Antônio Resplande. Evolution of Physical-chemical and Sensory characteristics of Gorgonzola type cheese during the ripening period.: LAVRAS: UFLA, 2002, 85p. (Thesis – Doctorate in Food Science)*

To study the evolution of both physical-chemical and sensory properties of Gorgonzola type cheese during ripening period, were utilized cheeses manufactured by a cheese plant localized in southern region of Minas Gerais state - Brazil. These cheeses were manufactured employing two distinct technologies, being one of them the routine process (technology 2) and the other denominated alternative (technology 1), in which the difference was the higher fat content of the product. Physical-chemical and sensory analysis of the cheeses were carried out at 30, 45, 60 and 75 days of ripening. Physical-chemical analysis were: acidity, pH, fat and salt contents, total solids, humidity, extension and depth of proteolysis. For the sensory evaluation, were utilized two methods. The first one, of the descriptive type, was employed the Quantitative Descriptive Analysis (QDA), that utilized nine selected and trained panelists. The second one, of the effective type, was the hedonic scale of nine points that counted with the participation of 560 actual or potential consumers of this type of cheese. The statistical model was in subdivided cells, being technologies in the cell and ripening period in the sub-cells. Cheeses of the technology 1 (higher fat content) presented more intense taste, odor, aroma, and after taste, due to a higher content of free fatty acids and methyl-ketones; the texture of these cheeses was atypical - less brittle, softer, compared to the control treatment. It can be concluded from this work that the fat content did not affected the appearance, although cheese with higher moisture presented higher mold development; the texture of cheeses with higher moisture was impaired, despite having obtained better scores in the sensory panel, due to a better taste, aroma, odor and after taste attributes, bitter taste was more evident around 45 days of ripening, independent of the fat content of the cheeses, for both employed technologies, the better scores was at 60 days of ripening o, better acceptance being obtained by the products with higher fat contents.

*Guidance Committee: Dr. Luiz Ronaldo de Abreu - UFLA (Advisor) And
Dr. Marco Antônio Moreira Furtado – UFJF.

Although these cheeses with higher fat contents had better acceptance, they might have commercial problems, because of consumers concerns about milk fat.

1 INTRODUÇÃO

A fabricação de queijos é uma forma conveniente de converter os constituintes do leite em um produto mais estável, palatável, cujas qualidades são mantidas, podendo ser padronizados ou adaptados às necessidades do mercado.

A tecnologia de queijos no Brasil tem alcançado uma evolução satisfatória, através da inovação e adaptação de processos industriais, introduzidas por institutos de pesquisa, universidades e indústrias de laticínios. Hoje pode-se produzir alguns tipos de queijos de origem estrangeira no Brasil, por meio de adaptações tecnológicas, com alto índice de qualidade.

O queijo, no Brasil e no mundo, é um dos produtos que mais se difundiu e o que mais sofreu adaptações na técnica de elaboração, ocasionando, conseqüentemente, o surgimento dos vários tipos existentes.

Dentre os vários tipos de queijos fabricados no Brasil, a família dos queijos azuis, tem se tornado cada dia mais popular em função de seu excelente sabor, além de sua alta rentabilidade proveniente de seu elevado teor de umidade (Furtado, 1991).

O queijo tipo Gorgonzola, um dos principais tipos de queijo azul, maturado internamente pelo *Penicillium roqueforti*, é considerado um dos mais tradicionais queijos italianos, consumido no mundo todo principalmente por consumidores de paladar apurado (Paciulli, 1996). É caracterizado por possuir veias azuis e um sabor picante, originado da intensa atividade proteolítica do mofo sobre as diversas frações protéicas do queijo durante as várias etapas do processamento e da maturação.

No Brasil, este queijo é produzido por indústrias de laticínios concentradas principalmente no Sul de Minas Gerais. O consumo do queijo tipo Gorgonzola seja na sua forma direta ou ainda como ingrediente em alimentos

processados, saladas e temperos especiais vem tendo notável crescimento recentemente. De acordo com Furtado (1991), o consumo deste tipo de queijo vem crescendo significativamente no Brasil, principalmente nos estados de São Paulo e Rio de Janeiro. Sua produção em 1995 foi de 1500 a 2000 toneladas contra 681 em 1986.

Vários trabalhos vêm sendo desenvolvidos buscando maiores conhecimentos a do queijo tipo Gorgonzola. Têm-se estudado, por exemplo, sistemas de pasteurização do leite mais adequados para a fabricação, bem como aspectos físico-químicos de proteólise, lipólise, dentre outros.

Como este queijo alcança preços elevados no mercado, ele é normalmente consumido por pessoas que consideram qualidade como o principal requisito no momento da aquisição. Portanto, faz-se necessário que a indústria de laticínios não perca de vista a manutenção e a busca incessante desta qualidade. Para isso é importante conhecer as medidas dos atributos sensoriais requeridos pelo consumidor bem como ter os conhecimentos técnicos necessários para atingir tais medidas. Como as indústrias de um maneira geral, por motivos diversos, não empregam rotineiramente técnicas mais refinadas de análise sensorial em seu controle de qualidade, o conhecimento de medidas físico-químicas e suas influências nos atributos sensoriais que mais interferem na aceitação desse queijo são, portanto, um instrumento valioso para tomadas de decisão referentes à determinação da qualidade do queijo tipo Gorgonzola.

Deste modo, este trabalho teve por objetivo geral estudar características físico-químicas e sensoriais durante a maturação do queijo tipo Gorgonzola com elevado teor de gordura, comparando com a técnica rotineira de preparo. Os objetivos específicos foram:

- (a) determinar o perfil sensorial dos queijos produzidos por estas duas tecnologias durante o período de maturação;

- (b) verificar o comportamento de parâmetros físico-químicos durante a maturação;**
- (c) verificar o comportamento da aceitação durante a maturação;**
- (d) associar os resultados obtidos nos testes sensoriais com aqueles gerados pelos métodos físico-químicos.**

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Qualidade

Segundo Giovanni (1983), em desenvolvimento de novos produtos, a otimização de todos os seus aspectos é meta fundamental, principalmente quando se enfoca a qualidade. A qualidade, segundo Stone et al. (1991), tem uma influência importante no comportamento do consumidor, especialmente quando este vai selecionar um produto para comprar e consumir. Para avaliar a qualidade, os alimentos são freqüentemente analisados por categorias tais como aceitabilidade, aparência, cor ou sabor (Nelson & Trout, 1965). A empresa deve ter informações precisas a respeito das expectativas dos consumidores. Pangborn (1987) relata a tentativa de se usar o “expert” na determinação da qualidade de um produto, muito comum até a década de 50 nos Estados Unidos, época da criação do “Institute of Food Technologists” (IFT). Estudos deste Instituto não demoraram a mostrar o risco de se determinar o futuro dos produtos no mercado baseado nas decisões de apenas uma pessoa – o “expert”. De acordo com Hicks (1948), citado por Amerine et al. (1965), apesar das dificuldades de se medir as reações dos consumidores, esta é uma prática que se faz necessária principalmente pela competitividade das indústrias. Desta forma, é absolutamente vantajoso para as companhias estudarem as necessidades e os desejos dos consumidores (Amerine et al., 1965). Estas informações podem ser obtidas por meio de consultas diretamente aos consumidores, de publicações específicas sobre qualidade de produtos e também pela imprensa popular (Stone et al., 1991).

Sidel et al. (1981), revendo resultados de testes de aceitação e preferência feitos com consumidores, observaram que nem sempre há uma identidade entre o que estes e as indústrias consideram como qualidade.

O termo qualidade empregado em diversos contextos, muitas vezes dificulta o entendimento de seu significado nos diversos ambientes em que são aplicados (Moskowitz, 1983; Meilgaard et al., 1991). De acordo com Chaves (1993), a definição de qualidade mais aceita é aquela que a considera como o “conjunto de características que diferenciam as unidades individuais de um produto e que tem importância na determinação do grau de aceitabilidade daquela unidade pelo cliente”.

Peryam & Pilgrim (1957) reportam que, para se garantir a aceitação de um alimento pelos consumidores, além de procedimentos físico-químicos e microbiológicos rotineiros, é imprescindível o emprego de avaliações sensoriais para se certificar da aceitação ou da preferência de um produto. Esta afirmação é razoável por não existirem métodos isolados que possibilitem avaliar satisfatoriamente propriedades sensoriais como sabor e aparência (Herschdoerfer, 1991). Segundo o IFT (1981), a correlação de medidas físicas e químicas com medidas sensoriais, como no caso acima citado, é fundamental pois assim pode-se conhecer como algum método físico ou químico se compara com os sentidos humanos, o que é interessante quando se deseja conhecer as características de um produto mais profundamente.

2.2 O queijo tipo Gorgonzola

O queijo tipo Gorgonzola originou-se do Vale do Pó, por volta de 880 da era Cristã. Este queijo é fabricado a partir de leite de vaca, possui formato cilíndrico, peso de cerca de 3 kg, coagulação predominantemente enzimática, sabor picante, sendo maturado por 60-120 dias, em câmaras especiais, com alto teor de umidade relativa do ar; massa maturada, possui textura aberta com veias azuis esverdeadas devido ao crescimento interno do *Penicillium roqueforti* (Furtado & Lourenço Neto, 1994).

O conhecimento e o controle das várias alterações que ocorrem durante as etapas do processamento e da maturação do queijo, constituem mecanismos indispensáveis ao aprimoramento e uniformização da qualidade deste produto. Furtado (1976) cita que através de alterações e controle de técnicas de fabricação pode-se elaborar um produto padronizado, de consistência macia, um pouco pastosa e quebradiça, cheio de veias verde-azuladas, de sabor picante e aroma pronunciado, o que se obtém através de proteólise e acentuada ação lipolítica das enzimas produzidas pelo *Penicillium glaucum* ou *Penicillium roqueforti*. A adição de uma pequena percentagem (0,05%) de uma cultura de *Streptococcus lactis subs diacetylactis*, auxilia o crescimento do mofo no interior do queijo, pois esta bactéria heterofermentativa produz gás que aumenta as olhaduras, promovendo uma maior oxigenação da massa (Godinho & Fox, 1981).

Furtado (1991) e Furtado & Lourenço Neto (1994) apresentam a composição físico-química média do queijo tipo Gorgonzola (Tabela 1).

TABELA 1 Composição físico-química média e pH do queijo tipo Gorgonzola.

Componentes	Quantidade
Umidade(%)	43,0 - 45,0
GES(%)	48,0 - 53,0
Proteína(%)	21,0
Sal(%)	3,5
pH	5,7 - 5,8
Sal/umidade	8,1
Gordura(%)	28,0 - 30,0

*GES = Gordura no Extrato Seco.

Fonte: Adaptado de Furtado (1991), Furtado & Lourenço Neto (1994).

As principais transformações bioquímicas no queijo tipo Gorgonzola ocorrem em carboidratos, lipídios e proteínas e são decisivas junto às transformações físico-químicas e ao teor de água, fatores fundamentais para a consistência e textura do queijo (Wolschoon-Pombo, 1983). Furtado & Lourenço Neto (1994) observaram que as diversas modificações provocadas pelo ejetor de vapor permitem a obtenção de queijo tipo Gorgonzola com características bem típicas (mais untuoso, com sabor mais acentuado, cura mais rápida, etc.)

Tradicionalmente, o queijo tipo Gorgonzola deve ser curado por um período de pelo menos 60 dias para atingir suas características peculiares de sabor, aroma, textura e consistência. Entretanto, devido a razões de mercado, o queijo é quase sempre colocado à venda com maturação ainda incipiente, o que não permite uma apreciação adequada de seu paladar pungente e singular (Furtado, 1991).

2.3 Fatores físico-químicos e bioquímicos que influenciam as características sensoriais do queijo tipo Gorgonzola

É importante que se conheça como ocorre a maturação dos queijos tipo Gorgonzola, principalmente quanto a alguns aspectos referentes à proteólise de um modo geral e à atividade proteolítica do mofo, a formação do sabor amargo e a geração do aroma e do “flavor” em queijos mofados

2.3.1 A maturação do queijo tipo Gorgonzola

A maturação do queijo tipo Gorgonzola compreende um conjunto de complexas modificações envolvendo uma combinação de alterações na composição química e nas propriedades físicas, que vão afetar os principais componentes do queijo (proteínas, lipídeos e lactose residual), originando um produto final com características próprias (Paciulli, 1996).

De acordo com Fox (1989), os principais agentes responsáveis por estas alterações são as enzimas coagulantes, enzimas naturais do leite, enzimas de bactérias lácticas utilizadas como fermento, enzimas de fermentos não lácticos (bactérias propiônicas, mofos e leveduras) e enzimas não utilizadas como fermento, mas que ocorrem nos queijos por resistirem à pasteurização ou como contaminantes durante a fabricação, que catalisam proteólise, lipólise e glicólise em queijos. De acordo com o mesmo autor, estas transformações vão levar à formação de produtos de decomposição, incluindo os peptídeos, aminas, tióis, aminoácidos, ácidos, ácidos orgânicos, dióxido de carbono, tioésteres, ácidos graxos, lactonas, álcoois e metilcetonas, que são responsáveis pelas características de “flavor” dos queijos e são determinantes para formação do sabor e aroma específicos para cada variedade de queijo.

Durante a maturação dos queijos azuis, o mofo cresce e esporula; lipólise, oxidação de ácidos graxos e proteólise ocorrem e o desenvolvimento do “flavor” avança. O pH do queijo aumenta gradativamente de aproximadamente 4,6 para 6,5 quando ocorre metabolização de ácido láctico; o queijo desenvolve as manchas azul-esverdeadas que aparecem como veias. O queijo é maturado a baixas temperaturas para se obter o balanço apropriado de oxidação de lipídeos e proteólise a qual garante flavor e textura apropriados (Kinsela & Hwang, 1976).

A textura do queijo é considerada um dos fenômenos mais característicos da maturação (Wandek, 1972) e é extremamente dependente do pH, da proporção da caseína e da umidade no queijo (Lawrence et al., 1987). A atividade proteolítica insuficiente e a falta de umidade conduzem a um aumento no endurecimento da massa de queijos (Kinsella & Hwang, 1976). Entretanto, a atividade proteolítica mais intensa vai resultar, por sua vez, em maior degradação, principalmente da α -s1 caseína e em uma consistência mais macia e um aroma mais pronunciado (Wolfschoon-Pombo, 1983).

2.3.1.1 Proteólise

Enquanto a lipólise e a glicólise são pontos críticos para algumas variedades de queijos, tais como os queijos azuis, especialmente para as variedades italianas duras e queijos tipo Suíço (importantes para o desenvolvimento de “flavor” e olhaduras nestes queijos), a proteólise é essencial a todas as variedades, especialmente àquelas maturadas por fungos internos e superficiais, nas quais é provavelmente o principal evento bioquímico durante a maturação, responsável pela formação do aroma e textura específicos nestes queijos (Visser, 1993), e é extremamente importante na formação dos precursores do flavor em todas as variedades de queijos (González De Llano et al., 1995).

De acordo com Fox (1989), a proteólise pode ser observada em três fases: (i) proteólise do leite antes da fabricação dos queijos, (ii) a coagulação enzimática do leite e (iii) proteólise durante a maturação.

A ação de enzimas proteolíticas sobre as frações protéicas do leite e derivados leva ao aparecimento gradual de proteases-peptonas, peptídeos, aminoácidos, que é proporcional à atividade enzimática (Retzl & Sghendoni, 1969; Alais, 1970), ocasionando, conseqüentemente, um aumento tanto da fração nitrogenada não caseínica (NNC), solúvel a pH 4,6, como também da fração nitrogenada não protéica (NNP), solúvel em ácido tricloroacético. Eskin (1990), Kinsela & Hwang (1976) e González De Llano et al. (1995), observaram que o aumento de aminoácidos livres no queijo está extremamente ligado ao desenvolvimento do flavor, da maciez e da textura em queijos.

De acordo com Fox (1989), a proteólise atua durante a maturação do queijo, de pelo menos quatro formas: (i) através da formação direta de “flavor” ou “off flavor”, (ii) pelo aumento da liberação de compostos com sabor durante a mastigação, (iii) através das modificações de pH (formação de NH_3) e (iv) pelas alterações da textura.

Basicamente, os fatores que determinam alterações na textura em todas as variedades de queijos, são os mesmos, já que componentes tais como renina, enzimas do leite, caseínas, umidade, ácido láctico, cloreto de sódio, gordura e cálcio são comuns a todas as variedades de queijos, diferindo apenas quanto a suas proporções, que sofrem alterações nas distintas variedades (Lawrence et al. (1987).

2.3.1.2 Atividade proteolítica do mofo

A atividade proteolítica do *Penicillium roqueforti* e *Penicillium camembert* são bastante similares. Ambas sintetizam uma metaloproteína e uma proteinase ácida, assim como carboxipeptidase ácida e aminopeptidase alcalina (Gripon, 1987), que são responsáveis pela degradação da caseína insolúvel em fragmentos de nitrogenados solúveis em ácido (Schlesser et al., 1992).

O *Penicillium roqueforti* é aeróbico, e, devido à disponibilidade de nutrientes e à falta de competição de outros microrganismos, seu crescimento vegetativo é máximo nas três a sete primeiras semanas de maturação. O crescimento do mofo possui efeito marcante na qualidade do queijo, e este crescimento deve ser cuidadosamente controlado. No queijo tipo Gorgonzola, as proteases alcalinas do *Penicillium roqueforti* adicionado à massa durante a fabricação leva à obtenção de um queijo com características típicas, especialmente as referentes à textura e ao sabor. A proteólise no queijo tipo Gorgonzola (20 a 30% de denaturação protéica), quando comparada a outros tipos de queijos, é particularmente alta (Kinsela & Hyang, 1987). De acordo com estes mesmos autores, a atividade proteolítica ocorre mais rapidamente no início da maturação, quando o crescimento do mofo é máximo.

Lindquist & Storgards (1959) e Gripon (1987) descreveram que tanto a β como as α caseínas são hidrolizadas durante a maturação dos queijos com *Penicillium roqueforti*. Por meio de análises eletroforéticas, Gripon (1987)

observou uma concentração extremamente baixa destas caseínas no fim da maturação. Mpanga & Hardy (1985) estudaram os efeitos do armazenamento na proteólise e textura do queijo tipo Camembert e verificaram aumento na proporção nitrogênio solúvel:nitrogênio total (NS:NT) com o aumento do período do armazenamento. Devoyod et al. (1968) e Ismail & Hansen (1972) descreveram que no fim da maturação o nitrogênio solúvel e os aminoácidos livres representam entre 50 a 10%, respectivamente, do nitrogênio total dos queijos. A degradação de aminoácidos em queijos azuis também podem levar à produção de compostos voláteis como amônia, aldeídos, ácidos, álcoois, entre outros compostos (Gripon, 1987).

A hidrólise da proteína é progressiva durante o armazenamento e a caseína é convertida numa proporção de 29 a 40% em compostos nitrogenados não-protéicos, incluindo aminoácidos (10 a 15%) e amônia (Kinsela & Hwang, 1976). De acordo com Lawrence et al. (1987), pequenas alterações na proporção de caseína e umidade podem resultar em alterações relativamente grandes na atividade proteolítica. Schelessner et al. (1992) citam que o aumento da atividade de água durante o armazenamento pode ser atribuído à hidrólise da caseína.

2.3.2 Fatores que afetam a maturação

Serão aqui abordados aspectos relevantes com relação aos efeitos do pH, do teor de sal e de umidade.

2.3.2.1 Efeito do pH

Os microrganismos são responsáveis pela alteração da textura e do sabor do queijo, devido à produção de ácido láctico e de outros compostos a partir da lactose (Furtado, 1983), que vão expressar redução do pH durante a fase inicial da maturação (Wandek, 1972). Após esta fase inicial, foi observado aumento gradual do pH durante a maturação do queijo, resultante da destruição do ácido

lático, formação de subprodutos não-ácidos e ácidos não dissociados ou de fraca dissociação e liberação de produtos alcalinos resultantes da decomposição protéica. Portanto, a atividade proteolítica é extremamente afetada pelo pH, que assume papel regulador muito importante durante a maturação. Finalmente, o aumento do pH no queijo tipo Gorgonzola durante a maturação leva a uma percentagem maior de aminoácidos livres caracterizando uma atividade proteolítica intensa nestes queijos (Wong, 1980; Furtado et al., 1984).

2.3.2.2 Efeito dos teores de sal e de umidade

Os fenômenos físico-químicos e bioquímicos que caracterizam o processo de maturação do queijo são bastante afetados pelo teor de sal/umidade (Thomas & Pearce, 1981), assim, quanto mais excessivamente salgado, maior o tempo de maturação de um queijo (Furtado, 1991). Entretanto, quanto maior for a umidade do queijo, mais rápida é a proteólise a uma dada temperatura e, conseqüentemente, os queijos mais dessorados possuem maturação mais lenta (Surazinski & Petersen, 1973). Além disso, o teor de umidade também influencia diretamente a textura, tornando-a mais macia ou dura de acordo com o nível de água presente, portanto, este teor deve ser rigorosamente controlado.

Godinho & Fox (1981) observaram que devido a ação do sal, a proteólise é mais lenta no exterior que no centro do queijo tipo Gorgonzola e sugerem que o sal limita o desenvolvimento do *Penicillium roqueforti*. O sal encontra-se dissolvido na água livre do queijo, e dependendo do seu teor, influencia nas reações enzimáticas que ocorrem na maturação, como proteólise e lipólise (Furtado, 1983). Godinho & Fox (1981), Wong (1980) e Visser (1993), mostraram que o teor de sal dissolvido no meio aquoso do queijo, além de contribuir diretamente para o sabor do queijo tipo Gorgonzola, possui um papel importante na maturação em virtude de seus efeitos seletivos no crescimento de microrganismos e atividade enzimática, interferindo acentuadamente na

atividade proteolítica das enzimas da parede celular e intracelulares dos microrganismos do fermento.

O fato de a quimosina hidrolisar a α s₁-caseína mais extensamente que a β -caseína (Phelan, 1973; Lawrence et al., 1987) é especialmente uma consequência do nível do sal sobre a conformação da proteína. Wolfschoon-Pombo et al. (1984) demonstraram que o teor de umidade do queijo tem um papel muito importante junto aos níveis de pH e o teor de sal por suas causas e efeitos na fermentação láctica e proteólise. Como o sistema de pasteurização do leite por ejetor de vapor aumenta a retenção de umidade na massa do queijo, é de se esperar que a proporção de sal na água seja diferente no queijo fabricado por este sistema em comparação ao sistema HTST.

2.3.3 Gosto amargo em queijos

Sendo considerado um dos problemas mais complexos, o sabor amargo em queijos surge durante a maturação ou estocagem e impede sua utilização para o consumo direto (Menezes, 1996). De uma maneira geral, as causas têm sido pesquisadas na ação proteolítica de enzimas do coalho de microrganismos do fermento láctico, agindo em conjunto ou separadamente, levando quase sempre à formação de peptídeos amargos no queijo. Aceita-se que o gosto amargo em queijos, produzido pela hidrólise da caseína durante a maturação, deve-se à determinados tipos especiais de peptídeos (geralmente insolúveis ou apolares) de baixo peso molecular.

Estudos têm mostrado que todas as proteases, incluindo as do coalho e as de origem bacteriana, são capazes de produzir peptídeos amargos a partir da caseína (Furtado, 1984; Kamaly & Marth, 1989). Lemieux & Simard (1991), estudando a formação de sabor amargo em queijos, determinaram que a β -caseína é a principal precursora de aminoácidos hidrofóbicos. Queijos com maior degradação desta caseína possuem maior tendência a amargar. Na

verdade, tanto a caseína α como a β poderiam ser fontes destes peptídeos amargos sob ação proteolítica diversa. Entretanto, o potencial da fração β - caseína é significativamente aumentado por possuir maior índice de aminoácidos apolares que a α -caseína (Furtado, 1984).

2.3.4 Geração de aroma e “flavor” em queijos mofados

2.3.4.1 Ácidos graxos livres

O “flavor” de um alimento é uma resposta integrada envolvendo constituintes principais das sensações de aroma e sabor. A cor e a textura também podem modificar a avaliação subjetiva global de um flavor particular, mas de maneira geral o odor ou aroma é o fator isolado mais importante no “flavor” característico da maioria dos alimentos (Abreu, 1993).

Dentre os componentes do queijo, a gordura exerce papel importante na geração do “flavor” em queijos, principalmente do tipo Gorgonzola onde a lipólise fúngica é intensa; a gordura do leite de ruminantes é caracterizada pela presença de grandes quantidades de ácidos graxos de cadeia curta (C_4 e C_{12}), diferenciando-a de outros tipos de gordura (Fox, 1989).

Os ácidos graxos de cadeia curta, por serem voláteis, estão entre os mais importantes grupos de compostos constituintes do flavor de produtos lácteos, principalmente queijos.

Um grande número de trabalhos tem destacado a importância da composição de ácidos graxos livres no flavor de diferentes tipos de queijos. Ácidos graxos livres se formam durante a maturação e são precursores de metilcetonas, alcanos, lactonas e ésteres alifáticos e aromáticos, os quais são componentes característicos do aroma dos queijos. Além disso, ácidos graxos de cadeia curta contribuem diretamente para o aroma de muito queijos maturados (Lacasa, 1996; Ha & Lindsay, 1991). Ácidos graxos livres são considerados compostos chaves que contribuem fortemente nas características do “flavor” de

queijos italianos maturados (Ha & Lindsay, 1993). A natureza dos compostos responsáveis pelo “flavor” dos queijos azuis e a fisiologia da sua produção pelo *P. roqueforti* são importantes para o entendimento do processo de maturação destes queijos.

Os mofos têm o potencial de produzir enzimas lipolíticas e proteolíticas na fabricação de queijos azuis; o *P. roqueforti* produz uma lipase que hidrolisa os triacilgliceróis do leite a monoacilglicerol, diacilglicerol e ácidos graxos livres; esses ácidos graxos livres, principalmente os de baixo peso molecular, são parcialmente voláteis (dependendo do pH) e, conseqüentemente, importantes para o aroma do queijo. As características do flavor de queijos italianos são atribuídas primariamente aos ácidos graxos livres de baixo peso molecular (Moskowitz, 1983).

O “flavor” picante característico dos queijos azuis e a leve sensação de ardor que causa na língua, são devidos à presença de ácidos capríco (C_{6:0}) cáprico (C_{10:0}) e seus sais facilmente hidrolisáveis (Bruce & Stine, 1977).

Ácidos graxos livres voláteis (C<12) contribuem muito para o “flavor” característico fornecido pela gordura do leite aos produtos lácteos e alimentos nos quais a gordura do leite é usada como ingrediente funcional (Ha & Lindsay, 1991). Ácidos graxos livres voláteis (AGLV), ácidos graxos de cadeia ramificada (AGCR) e outros ácidos graxos hidrolisados da gordura do leite pelas lipases, fornecem aroma característico aos produtos lácteos (Dziek, 1986).

Segundo Eskin (1990), no queijo tipo Roquefort, o *P. roqueforti* tem uma lipase solúvel em água que hidrolisa a gordura do leite, produzindo principalmente ácidos graxos de cadeia curta (C₄ a C₁₂), que dão origem ao “flavor” característico do queijo. Nos queijos tipo Camembert e Roquefort, os mofos típicos destes produtos possuem intensa atividade lipolítica, sendo capazes de hidrolisar a gordura em glicerol e ácidos graxos e produzir

compostos secundários a partir dos produtos da hidrólise inicial (Furtado & Chandan, 1983).

Como somente as formas protonadas (hidrogenadas) dos ácidos graxos são voláteis, o pH do alimento ou meio afeta a concentração das moléculas de ácidos graxos capazes de contribuir para o aroma dos produtos. À medida que o pH abaixa, a concentração mínima perceptível do ácido graxo diminui, até um ponto em que todas as moléculas são convertidas em suas formas protonadas. Portanto, os ácidos graxos de cadeia curta tornam-se muito importantes no aroma da maioria dos queijos e leites fermentados, cujos meios são mais ácidos que o leite (Abreu, 1993).

2.3.4.2 Lipólise

Lipólise é a hidrólise dos triglicérides com liberação de ácidos graxos. É o resultado de uma ação enzimática que pode aparecer em todos os produtos lácteos. Sendo a gordura o substrato para variadas reações bioquímicas que levam à formação de aroma e sabor no queijo, grande importância é dada aos agentes responsáveis pela sua hidrólise durante a maturação (Furtado & Chandan, 1983).

Triglicérides são progressivamente hidrolisados a monoglicérides e ácidos graxos livres durante a maturação dos queijos; conseqüentemente nos queijos, os triglicérides decrescem de 96 a 98% dos lipídeos (cerca de 35% do queijo) nos estágios iniciais para 75 a 80% dos lipídios (cerca de 32% do queijo) no final da maturação. A extensão da decomposição é governada pela atividade da lipase, desenvolvimento do *P. roqueforti*, duração da maturação, taxa de atividade lipolítica residual do leite, eficiência da homogeneização do leite, número e tipo de microrganismos da superfície, pH, temperatura e concentração de sal no queijo.

A lipólise do leite é devida a dois fatores: a lipase microbiana e a lipase natural. A lipase natural provém do sangue do animal e passa ao leite, hidrolisa preferencialmente os ácidos graxos de cadeia curta e é termosensível. Como as lipases naturais do leite são geralmente termolábeis, não resistindo às temperaturas de pasteurização, as lipases microbianas tornam-se mais importantes para a indústria de laticínios. As lipases microbianas são muito termoresistentes e, embora os organismos causadores sejam destruídos pela pasteurização, as enzimas persistem e sua ação enzimática continua após o tratamento térmico. Como a membrana dos glóbulos graxos é constituída por uma associação lipo-protéica, pode sofrer também ação das enzimas proteolíticas.

As lipases naturais do leite causam uma taxa significativa de hidrólise. Entretanto, a homogeneização é um processo crítico, que facilita a hidrólise subsequente, a qual é causada predominantemente pela lipase do *P. roqueforti*. Os triacilgliceróis no leite não homogeneizado são menos acessíveis à lipase, indicando que a membrana intacta que envolve esses lipídeos deve ser rompida para permitir que a enzima cause a hidrólise. A homogeneização também expande marcadamente a superfície total da gordura do leite, disponível para ataque da lipase (Kinsela & Hwang, 1976).

A hidrólise da gordura ocorre em distintas proporções em todas as variedades de queijo, mas pode ser mais importante em alguns tipos do que em outros. Tanto os produtos de desagregação primária ou secundária têm relevante influência na formação do aroma e sabor do queijo. Nos queijos maturados, a lipólise é um processo normal causado por lipases microbianas e fúngicas, que influem no aroma (Alais, 1970).

A lipólise é mais extensiva nos queijos azuis do que nos outros. Enquanto a extensão da lipólise não excede a 2% dos triacilgliceróis em queijos como Gouda, Gruyère ou Cheddar, nos queijos azuis está entre 5 a 20% dos

triacilgliceróis. Essa grande variação provavelmente depende do grau de maturação. No queijo tipo Roquefort, a extensão da lipólise está entre 8 – 10% dos ácidos graxos totais. Na casca dos queijos azuis são encontrados níveis mais baixos de ácidos graxos livres devido à maior concentração de sal, que limita a produção de lipases e, provavelmente, sua ação. Durante a maturação, o nível de ácidos graxos livres aumenta, decrescendo no final da maturação (Gripon, 1987).

A produção de queijos azuis de qualidade depende muito do metabolismo de lipídios e seus substratos no queijo. O “flavor” típico e dominante nos queijos maturados por mofo é devido à metilcetonas as quais são derivadas predominantemente da via parcial de oxidação de ácidos graxos livres no queijo. Uma pequena taxa (~40 mg/kg) de metilcetonas podem ser derivadas dos α -cetoácidos originais da gordura do leite. Devido à correlação positiva entre níveis de ácidos graxos livres e formação de metilcetonas, a lipase desempenha uma função chave primária na formação do flavor (Kinsela & Hwang, 1976).

Estudos realizados por Godinho & Fox (1981) relataram uma forte influência entre concentração de sal e crescimento do mofo, lipólise e proteólise. Salga em salmoura por dois dias ou salga seca por três dias dão ótimos resultados, porém a salga seca é recomendada porque produz um queijo com melhor aparência e desenvolvimento da casca com menos superfície de crescimento do mofo. Altas concentrações de sal retardam a lipólise e inibem a formação de compostos carbonil, mas a correlação entre a concentração de sal e o conteúdo total de carbonil é menos clara que o efeito do sal no crescimento do mofo, lipólise e proteólise. Os ácidos graxos são importantes produtores de “flavor” e precursores de metilcetonas. Na ausência de lipólise adequada, o queijo fica com um “flavor” “pobre” e de desenvolvimento lento, afetando as principais características do queijo (Kinsela & Hwang, 1976).

2.3.4.3 Metilcetonas

Os compostos voláteis têm grande importância no aroma e no “flavor” de queijos. O estudo de algumas dessas substâncias é de grande interesse para avaliar a qualidade do produto. Dentre esses compostos, as metilcetonas têm função chave no aroma típico dos queijos azuis, sendo que nesses queijos, 2-heptanona e 2-nonanona são as mais abundantes. A concentração desses compostos aumenta regularmente até 70 dias e então começa a decrescer.

Ácidos graxos podem ser tóxicos para o *P. roqueforti*; o grau de toxicidade depende da concentração do ácido, do pH do meio e do comprimento da cadeia. Tem sido sugerido que a oxidação de ácidos graxos em metilcetonas é um mecanismo desintoxicante. Alguns autores relatam que a produção de metilcetonas pelo fungo pode ter também a função de inibir o aparecimento de outros microrganismos competitivos, além da função desintoxicante (Kinsela & Hwang, 1976).

As metilcetonas saturadas têm sido identificadas como o principal grupo de compostos que conferem aumento no “flavor” característico dos queijos azuis. Metilcetonas com cadeia de comprimento intermediário são produtos metabólicos do fungo *P. roqueforti*, o qual tem grande importância na maturação de queijos azuis (Dartey & Kinsela, 1973)

A série homóloga de carbonos ímpares na cadeia de metilcetonas, C₃ a C₁₅ inclusive e também alguns carbonos pares como C₄, C₆, C₈ e C₁₀ foram identificados em queijos azuis em vários trabalhos, dentre os quais Schwartz et al. (1963) e Langlois & Gallois (1990).

Embora a quantidade e proporção de metilcetonas variem de uma amostra para outra, 2-heptanona e 2-nonanona são as principais metilcetonas encontradas em amostras de queijos azuis. Durante a maturação ocorre acúmulo de metilcetonas em queijos azuis; das várias metilcetonas encontradas, a 2-

heptanona é a mais abundante, seguida pela 2-nonanona, 2-pentanona e 2-undecanona.

O mecanismo de formação de metilcetonas em queijos azuis aparentemente envolve hidrólise inicial da gordura do leite e posterior metabolismo de transformação de ácidos graxos em metilcetonas pelo *P. roqueforti*.

Alguns autores relatam que a β -oxidação de ácidos graxos e a formação de metilcetonas ocorrem simultaneamente em queijos azuis. O *P. roqueforti*, que está envolvido na maturação de queijos azuis, pode oxidar ácidos graxos a metilcetonas correspondentes com um átomo de carbono a menos (Dartey & Kinsela, 1973).

Vários fungos têm a capacidade de oxidar ácidos graxos de cadeia curta em metilcetonas correspondentes, com um átomo de carbono a menos. A maioria dos fungos dos gêneros *Penicillium* e *Aspergillus* produzem metilcetonas como produto metabólico.

Dartey & Kinsela (1973) relataram que esporos de *P. roqueforti* produzem 2-alcanonas quando são incubados com ácidos graxos. Esses mesmos autores descrevem que apesar da maior parte das metilcetonas serem derivadas diretamente do ácido graxo correspondente pela β -oxidação, a concentração de 2-heptanona e 2-nonanona ultrapassa a razão de 1 mol do ácido correspondente C 8:0 e C 10:0, indicando a possível derivação de ácidos graxos de cadeia longa.

Segundo Kinsela & Hwang (1976), ocorre oxidação não significativa em ácidos graxos de cadeias longas ($> C_{14}$) para suas cetonas correspondentes no pH que prevalece durante a maturação de queijos azuis.

Madkor et al. (1987) relataram que a quantidade de cada cetona produzida não depende diretamente da concentração do ácido graxo precursor; algumas das metilcetonas de maior concentração como heptanona e nonanona podem originar-se de ácidos graxos de cadeia mais longa por meio da β -

oxidação de ácidos graxos correspondentes com um ou mais átomos de carbono. Assim, os ácidos graxos de cadeia longa presentes na gordura do leite podem ser fonte significativa de metilcetonas presentes nos queijos maturados por mofo.


Compostos carbonil são produzidos a partir dos ácidos graxos do leite pela atividade metabólica do *P. roqueforti*. A gordura do leite é hidrolisada pelas lipases do mofo e os ácidos graxos são subsequentemente metabolizados em metilcetonas e outros compostos carbonil.

Segundo Gripon (1987), a intensidade de desenvolvimento do *P. roqueforti* é de fundamental importância para conferir ao queijo seu flavor característico, sendo que altas concentrações de sal limitam o desenvolvimento do mofo, retarda a lipólise e reduz a produção de metilcetona.

Gonzalez De Llano et al. (1995), descreveram a evolução de alguns compostos voláteis durante a maturação do queijo tipo Gamonedo. A fração volátil foi obtida pelo método Destilação e Extração Simultâneas e sua composição foi determinada pela Cromatografia a Gás (CG) e Espectrometria de Massa (MS) e concluíram que a fração volátil de queijos maturados é muito rica em ácidos graxos livres, metilcetonas e álcoois secundários. Ácidos graxos, metilcetonas e álcoois secundários são considerados os maiores componentes do “flavor” de queijos azuis, em particular as metilcetonas, que são responsáveis pelo “flavor” característico dos queijos azuis (Dartey & Kinsela, 1973).

Os componentes da fração volátil são semelhantes aos descritos em outras variedades de queijos azuis e são resultados da ação lipolítica dos mofos. Metil e etil ésteres também estão presentes em altas proporções; ésteres são abundantes em queijos macios (Karahadian et al., 1985).

No início da maturação (após três dias), a concentração de voláteis é muito baixa. Após 90 dias de maturação, os ácidos graxos livres e outros compostos (cetonas, ésteres) aparecem em altas concentrações (Gonzalez De Llano et al., 1995).



Segundo Dartey & Kinsela (1973), o flavor dos queijos se torna típico dos bons queijos azuis após 60 dias de maturação e permanece assim até 100 dias, o que corresponde ao período de acúmulo de heptanona e nonanona. Madkor et al. (1987), estudando a maturação do queijo tipo Stilton, observaram uma flutuação geral na concentração relativa de metilcetonas durante a maturação, exceção apenas para 2-heptanona e 2-nonanona, as quais aumentaram consistentemente durante toda a maturação. 2-heptanona e 2-nonanona são as principais metilcetonas nos queijos e são responsáveis por mais de 60% da concentração total de metilcetonas durante a maturação.

2.4 Avaliação sensorial

A análise sensorial é aplicada em indústrias de produtos de consumo de várias áreas. Segundo Gillete (1984), a análise sensorial tem as seguintes aplicações: desenvolvimento de produtos, determinação de vida de prateleira, desenvolvimento de processos, melhoramento de produtos, garantia de qualidade, controle de qualidade, correlações entre análises instrumentais ou químicas e sensoriais, determinação da aceitação, preferência de produtos, dentre outras.

Com relação à indústria de alimentos em particular, suas técnicas têm sido muito requisitadas por este segmento, nos últimos anos, principalmente por aquelas companhias que buscam maior competitividade no mercado (Magalhães, 1996).

Os alimentos de um modo geral podem ser analisados quanto ao teor de gordura, proteínas, minerais, carga microbiológica, etc. Apesar de extremamente importantes, os resultados daí obtidos não são suficientes para se definir a "qualidade sensorial" do alimento; características tais como: sabor, odor, aroma, etc., não podem ainda ser avaliadas por meio de processos instrumentais; apenas a análise sensorial e suas técnicas é que tornam possível a obtenção destas

respostas de forma científica (Moskowitz, 1983). A avaliação sensorial é feita por meio dos órgãos humanos dos sentidos, principalmente paladar, olfato, tato e visão (Amerine et al., 1965).

Os métodos sensoriais encontram-se hoje num nível elevado de desenvolvimento, dada sua importância consagrada pela moderna indústria de alimentos; contribuem de forma única e efetiva para a determinação e/ou aperfeiçoamento da qualidade dos alimentos quando empregada de maneira adequada e bem orientada (Chaves & Sproesser, 1996).

Deste modo, quando se emprega métodos físico-químicos e microbiológicos aliados a sensoriais no estabelecimento da qualidade de um produto, fecha-se um ciclo que dará à indústria todas as informações que serão importantes em futuras tomadas de decisão (Magalhães, 1996).

2.4.1 Testes afetivos

Os testes afetivos têm como objetivo medir atitudes subjetivas como aceitação ou preferência de produtos, de forma individual ou em relação a outros (Chaves & Sproesser, 1996).

Os provadores a serem utilizados nestes testes devem ser normalmente consumidores atuais ou em potencial do produto; em nível de laboratório, devem ser empregados em torno de 25 a 50 julgadores e em nível de campo, 75 a 200; é importante que pessoas que têm alguma participação no projeto sejam vetados como julgadores (Magalhães & Porto, 1995).

Os testes afetivos mais empregados são: escala hedônica, escala de atitude (FACT), comparação pareada, comparação múltipla e ordenação (Chaves, 1993).

Segundo os mesmos autores, podem ser aplicados em desenvolvimento de novos produtos, melhoramentos de produtos, alteração de processos, redução

de custos e/ou seleção de uma nova fonte de matéria prima, estabilidade no armazenamento e para testes de aceitação e preferência.

2.4.2 Testes descritivos

Os métodos descritivos, também denominados de analíticos, são aqueles que identificam, descrevem e quantificam as informações a respeito da característica que está sendo avaliada (Teixeira et al., 1987). Estes métodos medem os efeitos complexos por discriminação, a fim de fornecer uma informação completa sobre a característica sensorial medida (Moraes, 1988).

Como nas análises químicas, os métodos descritivos mostram as intensidades relativas dos diferentes componentes; às vezes não é importante saber apenas se um produto é diferente do outro, mas também conhecer esta diferença por meio de sua mensuração, ou seja, determinar a grandeza destas diferenças, o que só possível com o emprego da análise sensorial e seus métodos (Magalhães, 1996).

Os principais métodos descritivos são: Análise do Perfil do Sabor (Caul, 1957), Análise de Perfil de Textura (Brandt et al., 1971), Análise Descritiva Quantitativa (Stone et al., 1974) e o Método do Perfil Livre (Williams & Langron, 1984).

Por serem métodos de aplicação mais complexa, é necessário que os julgadores sejam selecionados e depois treinados; cada método preconiza um tipo de treinamento e exige um número mínimo de julgadores (Stone & Sidel, 1985).

Os métodos descritivos exigem muito do coordenador, que é a pessoa que comanda todo o processo; não deve influenciar no julgamento dos provadores nem durante a fase de seleção e treinamento nem na avaliação propriamente dita; quanto aos julgadores, estes devem ter atenção, motivação para o trabalho e paciência; devem possuir acuidade ou habilidade para fazer

juízos, personalidade estável (nem muito passivo, nem muito dominante), facilidade para verbalizar e descrever o que sente e, principalmente, disponibilidade (Magalhães, 1996).

Segundo McBride (1982) e Gillette (1984), as aplicações dos métodos descritivos são desenvolvimento de novos produtos, estabelecimento de vida de prateleira, desenvolvimento de processos, melhoramento de produtos, garantia de qualidade, controle de qualidade, correlações entre análises instrumentais ou químicas e sensoriais.

Os julgadores devem ser selecionados e treinados com base em suas acuidades sensoriais e em número de seis a doze (Meilgaard et al., 1991).

3 MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado nos laboratórios do Centro Tecnológico/Instituto de Laticínios Cândido Tostes (CT/ILCT), da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), em Juiz de Fora, Minas Gerais.

3.1 Origem dos queijos

Os queijos do tipo Gorgonzola analisados neste estudo foram provenientes de uma indústria tradicional do sul de Minas Gerais, sendo, portanto, queijos que estariam disponibilizados no mercado consumidor.

Esta indústria produz queijos do tipo Gorgonzola empregando duas tecnologias distintas. Uma, denominada rotineira, segue a tecnologia tradicional de produção deste tipo de queijo e outra, denominada alternativa, cujos queijos apresentam um teor de gordura mais elevado que o tradicional. Estas duas tecnologias foram objeto de estudo deste trabalho.

Uma terceira tecnologia, aqui denominada padrão, também foi analisada neste trabalho. É também uma amostra comercial, sendo considerada referência por “experts” consultados.

3.2 Amostragem e delineamento experimental

As amostras foram coletadas aleatoriamente aos 30, 45, 60 e 75 dias de maturação. Para que estes queijos pudessem conservar suas características normais obtidas pela indústria, estabeleceu-se que todo o período de maturação seria realizado nas câmaras de maturação desta mesma indústria. Nas vésperas das datas definidas, as amostras eram enviadas refrigeradas ao CT/ILCT para que fossem analisadas em termos físico-químicos e sensoriais. Neste local, até o

dia seguinte, as amostras foram mantidas nas câmaras de maturação específicas para o queijo tipo Gorgonzola, evitando assim maiores alterações nas características originais do produto.

A terceira tecnologia, padrão, por questão de disponibilidade, foi analisada apenas aos 60 dias de maturação (tempo usual de maturação do queijo tipo Gorgonzola).

O delineamento experimental empregado tanto para análises físico-químicas quanto para sensoriais foi o de parcelas subdivididas, sendo tecnologias na parcela e tempo na subparcela. Foram empregadas 4 repetições, sendo cada observação originada de uma duplicata.

3.3 Análises físico-químicas

3.3.1 Coleta de amostras nos queijos

Foi empregado o método descrito por Pereira et al., 2001.

3.3.2 Umidade

Foi calculada por meio da diferença: $U = 100 - \% \text{ de Extrato Seco Total}$.

3.3.3 Extrato Seco Total (EST)

A determinação dos teores de EST das amostras foi feita por meio de secagem em estufa a 105° C, conforme descrito por Pereira et al., 2001.

3.3.4 Gordura

Foi empregado o método de Gerber, como descrito por Brasil (1980).

3.3.5 Acidez

Determinada pelo Método Ponderal descrito por Pereira et al. (2001).

3.3.6 pH

Estas medidas foram realizadas utilizando um Potenciômetro HANNA (modelo HI 8314), previamente calibrado.

3.3.7 Cloreto de sódio

Foram determinados pelo Método de Doseamento da Substância, descrito por Pereira et al. (2001).

3.3.8 Determinação do Nitrogênio Total (NT)

Os teores de NT das amostras foram determinados pelo método semimicro Kjeldhal , conforme descrito por Pereira et al. (2001).

3.3.9 Nitrogênio Solúvel em pH 4,6 (NS) e Nitrogênio Solúvel em TCA 12% (NS TCA 12%)

Foram determinadas de acordo com o método semimicro de Kjeldhal, conforme descrito por Pereira et al. (2001).

3.3.10 Cálculo do índice de extensão da maturação

Empregou-se a fórmula: $\text{Extensão} = (\text{NS pH 4,6}/\text{NT}).100$

3.3.11 Cálculo do índice de profundidade da proteólise

Empregou-se a fórmula: $\text{Profundidade} = (\text{NS TCA 12\%}/\text{NT}).100$

3.4 Avaliação sensorial

As amostras foram submetidas a dois testes sensoriais , sendo um do tipo afetivo (Escala Hedônica de nove pontos) e outro do tipo descritivo (Análise Descritiva Quantitativa – ADQ).

3.4.1 Escala Hedônica

O teste da Escala Hedônica foi feito por julgadores não treinados, sendo estes professores, alunos, pesquisadores, funcionários e clientes da loja de Varejo do Centro Tecnológico/Instituto de Laticínios Cândido Tostes – EPAMIG em Juiz de Fora, MG.

As amostras codificadas com três dígitos aleatórios foram apresentadas aos provadores na forma de meio queijo partido sobre uma tábua própria para queijos e também uma faca. Cada provador, de posse da ficha-resposta, cortava seu(s) próprio(s) pedaço(s) para degustação e, posteriormente, marcava na ficha aquela alternativa que melhor refletisse sua percepção a respeito daquela amostra.

O modelo de ficha-resposta é apresentado na Figura 1.

Foram obtidas 560 fichas-respostas.

3.4.1.1 Análise dos resultados

Os resultados foram analisados por análise de variância por meio do programa SAS (Statistical Analysis System).

Teste de aceitação

Você está recebendo uma amostra de queijo tipo Gorgonzola. Por favor, prove-a cuidadosamente e avalie o quanto gostou ou desgostou, de acordo com a seguinte escala:

(9) Gostei extremamente

(8) Gostei muito

(7) Gostei moderadamente

(6) Gostei ligeiramente

(5) Indiferente

(4) Desgostei ligeiramente

(3) Desgostei moderadamente

(2) Desgostei muito

(1) Desgostei extremamente

FIGURA 1 Modelo de ficha-resposta empregada no teste de aceitação.

3.4.2 Análise Descritiva Quantitativa

Este método exige uma prévia seleção e posterior treinamento dos provadores.

3.4.2.1 Seleção de provadores

Para que os resultados obtidos na avaliação sensorial sejam mais precisos e exatos, há necessidade de uma seleção prévia dos provadores, pois as pessoas, quando submetidas a um destes testes, apresentam desempenhos heterogêneos em função do caráter subjetivo das respostas aos estímulos envolvidos em um experimento sensorial.

Para a seleção, foram convidados 15 candidatos entre professores, alunos, funcionários e pesquisadores do CT/ILCT-EPAMIG, sendo que alguns destes já foram juizes de concursos nacionais de produtos lácteos, eventos que são promovidos anualmente durante os Congressos Nacionais de Laticínios, promovidos pelo CT/ILCT-EPAMIG.

O método empregado para a seleção foi o Teste Triangular conforme descrito por Teixeira et al. (1987). O produto utilizado foi queijo do tipo Gorgonzola, variando apenas quanto ao tempo de maturação. Foi apresentado a cada candidato, individualmente, três amostras de queijo, cada uma com seu código de três dígitos aleatórios, sendo duas com o mesmo tempo de maturação e outra com um tempo diferente. Solicitava-se, então, ao candidato que marcasse na ficha-resposta o código da amostra que ele considerava a diferente. Foram empregadas seis repetições.

A análise dos resultados deste teste foi feita somando o número de respostas certas de cada candidato, calculando o percentual de acertos e selecionando aqueles que obtiveram percentagem superior a 75%.

3.4.2.2 Fase preliminar do treinamento de provadores

Esta fase tem como principais objetivos: familiarizar os provadores com os procedimentos dos testes; aperfeiçoar suas habilidades em reconhecer e identificar atributos sensoriais do alimento em estudo e melhorar suas capacidades sensitivas e de memória, a fim de que eles possam providenciar, de forma precisa, medidas sensoriais padronizadas que possam ser reproduzidas (Teixeira et al., 1987).

Como os provadores já possuíam uma grande experiência com este tipo de queijo, esta fase durou apenas uma semana. Nesta fase eles puderam trocar experiências o que facilitou sobremaneira os trabalhos subsequentes.

3.4.2.3 Desenvolvimento dos termos descritivos

Estes termos se referem aos atributos (cor, aroma, sabor, etc.) que serão avaliados na análise propriamente dita com suas respectivas expressões quantitativas (fraco, forte, ausente, muito pronunciado, etc.). Houve a participação de todo o painel selecionado que definiu a ficha resposta definitiva, a ser empregada posteriormente, por consenso.

· O modelo da ficha-resposta definitiva está representado abaixo na Figura 2.

PERFIL SENSORIAL POR ADQ (ANÁLISE DESCRITIVA QUANTITATIVA)

Código da amostra: _____

Nome: _____

Data: _____

Analise cada amostra e preencha as repostas na seqüência em que aparecerem na sua ficha, fazendo um traço vertical na posição (ponto) que melhor reflita seu julgamento. Prove quantidade suficiente de amostra e disponha do tempo necessário para avaliar as características. Por favor, enxágüe a boca entre as avaliações de cada amostra.

CARACTERÍSTICAS:

Aparência

_____/_____
Atípica Típica

Mofa

_____/_____
Ausente Muito pronunciado

Textura

_____/_____
Atípica Típica

Odor Característico

_____/_____
Ausente Muito pronunciado

Aroma

_____/_____
Ausente Muito pronunciado

Sabor (característico)

_____/_____
Ausente Muito pronunciado

Gosto Salgado

_____/_____
Ausente Muito pronunciado

Gosto Ácido

_____/_____
Ausente Muito pronunciado

Gosto Amargo

_____/_____
Ausente Muito pronunciado

Sabor Residual

_____/_____
Ausente Muito pronunciado

FIGURA 2 Modelo de ficha-resposta definitiva empregada nas avaliações por ADQ.

3.5 Análise dos resultados

Os resultados foram analisados por meio de análises de variância por meio do programa SAS (Statistical Analysis System).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Características físico-químicas

4.1.1 Umidade

A Tabela 2, de resumo da análise de variância, mostra diferenças significativas para tecnologias, tempo de maturação e interação tecnologia*tempo de maturação.

TABELA 2 Análise de variância dos dados referentes à umidade dos queijos nas diferentes tecnologias e tempos.

Fontes de variação	Graus de liberdade	Quadrado médio	Pr > F
Tecnologias	1	113,8917781	< 0,0001 *
Erro (a)	6	3,4594573	
Tempo de Maturação	3	41,0154365	< 0,0001 *
Tec*TM	3	21,9220781	0,0002 *
Erro (b)	18	1,8507656	

*Significativo.

Desta forma, pode-se dizer que os valores de umidade dentro de cada tecnologia são diferentes entre si, isto é, um dos fatores que as tornam distintas é o teor de umidade, sendo que a tecnologia 2 apresentou um teor de umidade superior ao da tecnologia 1. O tempo sendo também significativo mostra que a umidade apresentou alterações de comportamento durante o período estudado. A interação tecnologia* tempo de maturação traduz uma dependência entre estes fatores com relação à umidade; cada tecnologia gera valores de umidade diferentes deste parâmetro ao longo do tempo de maturação.

Na Figura 3 é apresentado o gráfico da evolução da umidade.

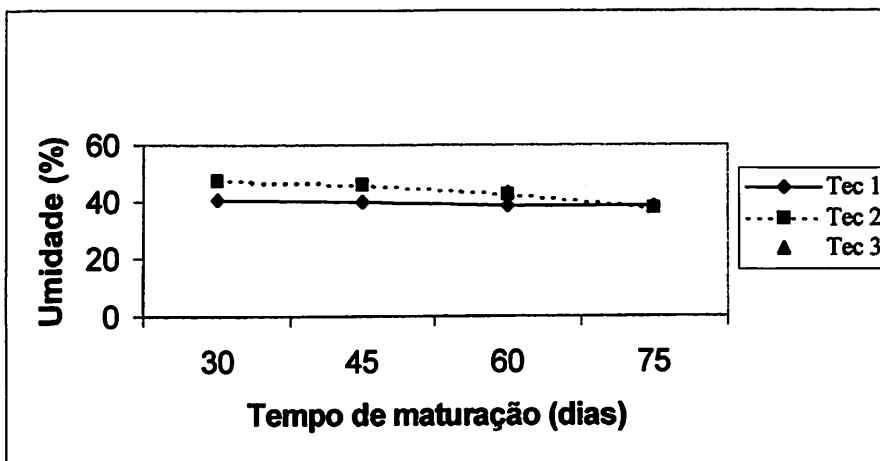


FIGURA 3 Evolução da umidade dos 30 aos 75 dias de maturação do queijo tipo Gorgonzola.

Pode-se observar que os valores se aproximam apenas aos 75 dias de maturação, permanecendo distintos nos demais tempos. Observa-se que na tecnologia 2 ocorre uma ligeira queda da umidade no decorrer do período estudado ao passo que a tecnologia 1 apresenta um valor tendendo a constante. A tecnologia 3 (padrão), avaliada apenas aos 60 dias, apresentou um teor de umidade médio intermediário aos das demais.

4.1.2 Extrato Seco Total (EST)

Consiste na perda de umidade por dessecação e pesagem do extrato seco total de uma quantidade determinada de amostra.

A Tabela 3, mostra os resultados da análise de variância referente ao comportamento do extrato seco total.

TABELA 3 Análise de variância dos dados referentes ao Extrato Seco Total dos queijos nas diferentes tecnologias e nos diferentes tempos.

Fontes de variação	Graus de liberdade	Quadrado médio	Pr > F
Tecnologias	1	146,0767781	< 0,0001 *
Erro (a)	6	0,2677906	
Tempo de Maturação	3	53,9537698	< 0,0001 *
Tec*TM	3	27,2270781	< 0,0001 *
Erro (b)	18	0,4257656	

*Significativo.

Neste caso, as tecnologias, o tempo de maturação e a interação tempo de maturação*tecnologias apresentaram diferenças significativas. Com relação a tecnologias, a tecnologia 1, com média de 60,63%, apresenta um teor mais alto de EST que a tecnologia 2 (média de 56,36%). Este fato é explicado pelo emprego de matéria-prima mais rica em gordura na tecnologia 1, mantendo-se os demais constituintes constantes. O fator tempo de maturação mostrou que os valores de EST em cada tempo diferem entre si. Já a interação tecnologia*tempo de maturação significativa mostrou uma dependência entre esses fatores, ou seja, os valores de EST dependem da ação conjunta das tecnologias e do tempo de maturação.

A Figura 4 ilustra o comportamento dos EST's nas tecnologias e nos tempos testados. A tecnologia 3 apresentou resultado semelhante à tecnologia 2 aos 60 dias de maturação. As tecnologias 1 e 2 apresentam comportamentos

distintos; o EST da tecnologia 1 sofre pequenas alterações no intervalo de tempo estudado e na tecnologia 2 apresenta um nítido crescimento desse valor à medida que a maturação evolui. Este comportamento se deve ao menor teor de umidade observado na tecnologia 1 por possuir também um teor mais elevado de gordura.

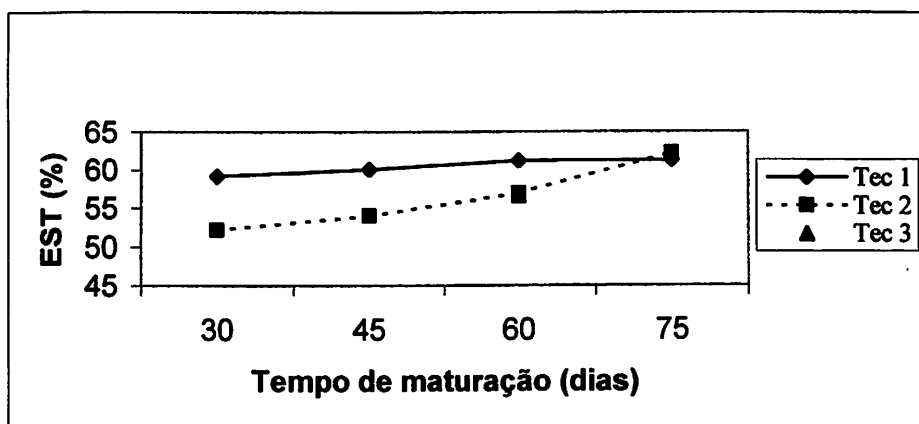


FIGURA 4 Evolução do EST dos 30 aos 75 dias de maturação do queijo tipo Gorgonzola.

4.1.3 Gordura

A determinação da gordura no queijo baseia-se na separação e quantificação da gordura por meio do tratamento da amostra com ácido sulfúrico e álcool isoamílico. O ácido dissolve as proteínas que se encontram ligadas à gordura, diminuindo a viscosidade do meio, aumentando a densidade da fase aquosa e fundindo a gordura, devido à liberação de calor proveniente da reação, o que favorece a separação da gordura pelo extrator (álcool isoamílico). A

leitura é feita na escala graduada do butirômetro, após centrifugação e imersão em banho-maria.

Pelos resultados da análise de variância (Tabela 4), observa-se que não houve diferenças significativas dos teores de gordura no decorrer do tempo, ou seja, o teor de gordura manteve-se inalterado durante a maturação isoladamente em cada tecnologia estudada. Verifica-se diferenças significativas entre os teores de gordura entre as tecnologias 1 e 2. A tecnologia 1, apresentou uma média de 38,44% de gordura enquanto a tecnologia 2 apresentou uma média de 31,88%. Este comportamento é explicado pelo emprego de leite padronizado com um teor de gordura mais elevado na tecnologia 1, mantendo-se os demais constituintes constantes. Assim, pode-se afirmar que o teor de gordura nos queijos é, pelo menos, um dos fatores que diferenciam a tecnologia alternativa da rotineira.

TABELA 4 Análise de variância dos dados referentes aos teores de gordura dos queijos nas diferentes tecnologias e tempos estudados.

Fontes de variação	Graus de liberdade	Quadrado médio	Pr > F
Tecnologias	1	325,1250000	0,0001 *
Erro (a)	6	0,7916667	
Tempo de Maturação	3	1,3750000	0,6446 ns
Tec*TM	3	2,7083333	0,6993 ns
Erro (b)	18	2,4305556	

* = Significativo / ns = não significativo.

Observando a Figura 5, constata-se uma homogeneidade dos teores de gordura em cada tecnologia durante o período em que os queijos foram

submetidos à maturação. A tecnologia 3, analisada apenas aos 60 dias, apresentou um teor semelhante àquele obtido pela tecnologia 2 no mesmo tempo de maturação.

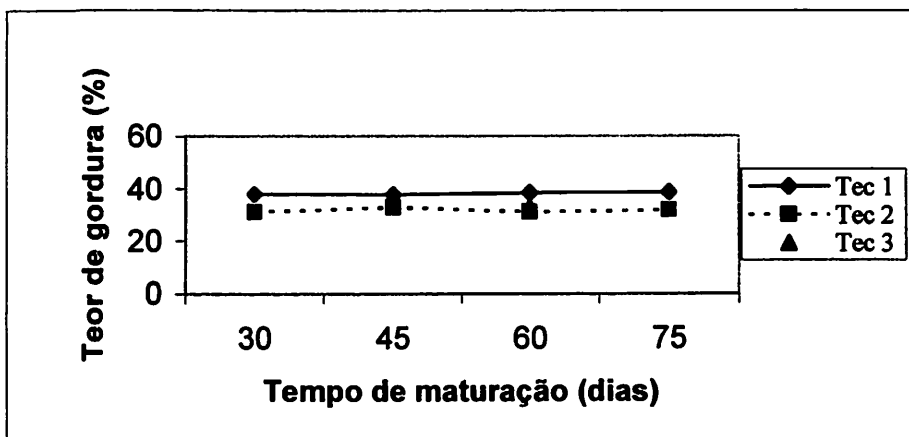


FIGURA 5 Evolução do teor de gordura dos 30 aos 75 dias de maturação do queijo tipo Gorgonzola.

4.1.4 Acidez

A determinação da acidez consiste na titulação de determinada massa de queijo por uma solução alcalina de concentração conhecida (hidróxido de sódio 0,1 mol/L), utilizando como indicador a fenolftaleína. O resultado é dado em percentagem de compostos com caráter ácido expressa como ácido láctico (Pereira et al., 2001).

Os resultados da análise de variância que estudou o comportamento da acidez nas duas tecnologias e nos diferentes tempos são apresentados na Tabela 5.

TABELA 5 Análise de variância dos dados referentes à acidez dos queijos nas diferentes tecnologias e nos tempos estudados.

Fontes de variação	Graus de liberdade	Quadrado médio	Pr > F
Tecnologias	1	0,00001250	0,8100 ns
Erro (a)	6	0,00019792	
Tempo de Maturação	3	0,31612500	< 0,0001*
Tec*TM	3	0,00007083	0,8999 ns
Erro (b)	18	0,00036736	

* = Significativo / ns = não significativo.

Observa-se que apenas com relação ao tempo de maturação ocorreram diferenças significativas de acidez, ou seja, os valores médios da acidez sofreram alterações significativas durante o período analisado. A acidez dos queijos foi influenciada pelo tempo de maturação devido principalmente ao consumo do lactato pelo fungo *Penicillium roqueforti* durante seu metabolismo.

Resultados semelhantes foram obtidos por Furtado & Wolfschoom-Pombo (1982), estudando o mesmo tipo de queijo aos 30 e 45 dias, tempos que este trabalho considerou.

Com relação às duas tecnologias testadas, verificou-se que estas não influenciaram o comportamento da acidez, isto é, não foram detectadas diferenças nos teores de acidez produzidas pelas duas tecnologias em cada tempo estudado.

Fazendo-se uma observação geral na Figura 6, verifica-se uma tendência de redução dos valores da acidez partindo de 30 até 60 dias permanecendo constante daí até aos 75 dias de maturação. Aos 60 dias foi acrescentado o valor médio da acidez das amostras da tecnologia 3, para efeito de comparação. Contatou-se que não ocorreram diferenças entre as três tecnologias neste tempo.

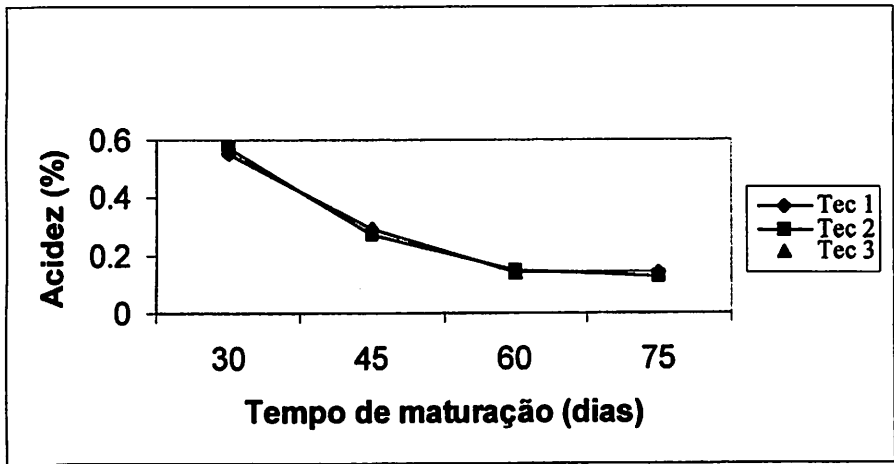


FIGURA 6 Evolução da acidez dos 30 aos 75 dias de maturação do queijo tipo Gorgonzola.

4.1.5 pH

O método eletroanalítico (potenciômetro) é uma aplicação de determinação de concentrações iônicas por meio de células eletroquímicas compostas por dois eletrodos: um de referência e outro de medição, sensível ao íon a ser determinado. A diferença de potencial desenvolvido quando se insere o eletrodo indicador na solução em análise será proporcional à concentração em quantidade de matéria (mol/L) de íons H^+ (H_3O^+), podendo ser convertido diretamente em unidades de pH. O sistema deve ser, previamente, padronizado por meio de calibração com solução tampão de pH adequado e ajuste de temperatura (Pereira et al., 2001).

O resumo da análise de variância que avaliou a evolução do pH quando se empregou as duas tecnologias nos tempos de 30, 45, 60 e 75 dias de maturação dos queijos pode ser consultado no Tabela 6.

TABELA 6 Análise de variância dos dados referentes às medidas de pH dos queijos nas diferentes tecnologias e nos diferentes tempos estudados.

Fontes de variação	Graus de liberdade	Quadrado médio	Pr > F
Tecnologias	1	0,00070313	0,0372 ns
Erro (a)	6	0,00009896	
Tempo de Maturação	3	0,07869479	< 0,0001*
Tec*TM	3	0,00035512	0,6598 ns
Erro (b)	18	0,00065174	

* = Significativo / ns = não significativo.

O resultado da análise de variância mostra que ocorreram diferenças significativas, como no caso da acidez, apenas em relação ao tempo de maturação, isto é, existem diferenças significativas de medidas de pH em cada tempo considerados. Este fato ocorre principalmente a dois fatores: (i) alto consumo de ácido láctico exigido para o crescimento do fungo *Penicillium roqueforti* durante a maturação e (ii) devido à formação de compostos básicos oriundos da proteólise causadas pelas proteases e peptidases do coalho, mofo e bactérias.

Resultados semelhantes foram obtidos por Furtado & Wolfschoom-Pombo (1982), estudando o mesmo tipo de queijo aos 30 e 45 dias, tempos que este trabalho considerou.

Com referência às duas tecnologias testadas, observou-se que estas não influenciaram a evolução do pH. Não foram detectadas diferenças significativas das medidas de pH quando se comparou as duas tecnologias em cada tempo estudado.

Pela Figura 7, pode-se observar a variação dos valores das medidas de pH com uma tendência de aumento partindo do início até o final do período de maturação estudado. A tecnologia 3 apresentou valores próximos das demais.

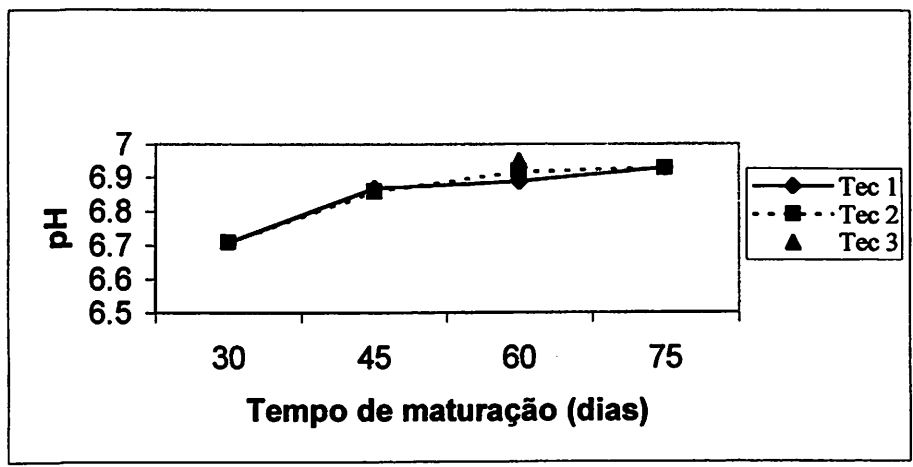


FIGURA 7 Evolução do pH dos 30 aos 75 dias maturação do queijo tipo Gorgonzola.

4.1.6 Sal

A quantificação dos cloretos é feita por meio de uma titulação pelo resto, onde se empregam dois padrões: o nitrato de prata, que, adicionado em excesso, reage com os cloretos do queijo, e o tiocianato de potássio, pelo qual se titula o nitrato de prata restante, em presença de sulfato férrico amoniacal (Pereira et al., 2001).

O resumo da análise de variância que estudou a evolução dos teores de sal nas duas tecnologias e nos diferentes tempos são apresentados na Tabela 7.

TABELA 7 Análise de variância dos dados referentes aos teores Cloreto de Sódio dos queijos nas diferentes tecnologias e tempos estudados.

Fontes de variação	Graus de liberdade	Quadrado médio	Pr > F
Tecnologias	1	0,00281250	0,5490 ns
Erro (a)	6	0,00697917	
Tempo de Maturação	3	3,15614583	< 0,0001 *
Tec*TM	3	0,00281250	0,9163 ns
Erro (b)	18	0,01670139	

* Significativo / ns não significativo.

Baseando-se nestes resultados, observou-se que os teores médios de sal não diferiram significativamente entre as tecnologias testadas (tecnologia 1 com média de 2,99% e tecnologia 2 com 2,97%). Também com relação à interação tecnologia e tempo de maturação não ocorreram diferenças significativas.

Estes resultados mostram que os teores de sal foram crescendo significativamente no decorrer do período de maturação. Os resultados médios obtidos em cada tempo testado foram distintos entre si. Isto se deve à queda do teor de umidade natural das amostras (Figura 3) durante o período estudado .

Por meio da Figura 8, pode-se perceber nitidamente esta tendência de aumento dos teores de sal nos tempos considerados. Nas amostras de queijos produzidos empregando a tecnologia 3, analisados apenas aos 60 dias de maturação, o teor médio de sal apresentou valores semelhantes às demais.

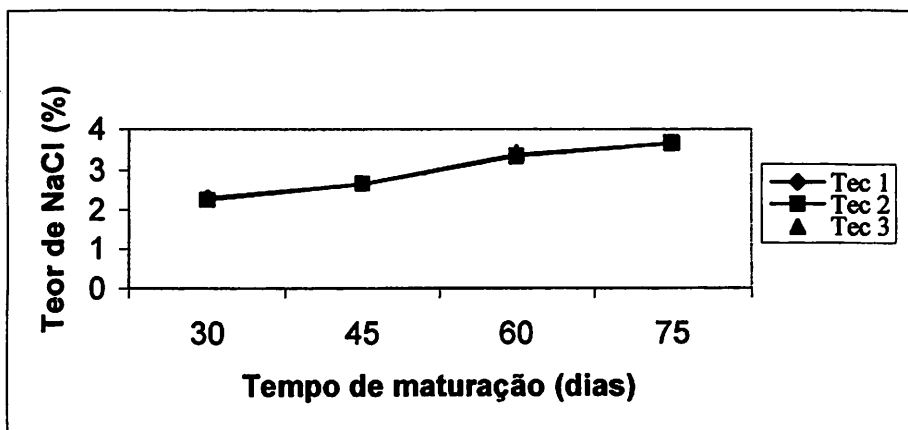


FIGURA 8 Evolução do teor de NaCl dos 30 aos 75 dias de maturação do queijo tipo Gorgonzola.

4.1.7 Extensão da proteólise

A característica extensão da proteólise mostrou significância para tecnologias, tempo de maturação e a interação tecnologia e tempo de maturação, conforme resultados apresentados na Tabela 8.

TABELA 8 Análise de variância dos dados referentes à extensão da proteólise dos queijos nas diferentes tecnologias e tempos.

Fontes de variação	Graus de liberdade	Quadrado médio	Pr > F
Tecnologias	1	74,176200	0,0031 *
Erro (a)	6	3,252925	
Tempo de Maturação	3	978,942200	< 0,0001 *
Tec*TM	3	1,370733	0,0005 *
Erro (b)	18	0,141458	

Observa-se que a extensão da proteólise comportou-se de forma distinta em cada uma das tecnologias estudadas e no período estudado.

Com relação à interação tecnologia e tempo de maturação, ela mostra a dependência destes fatores, ou seja, os valores obtidos dependeram da tecnologia empregada conjuntamente com o tempo de maturação estudado.

A Figura 9 apresenta a evolução da extensão de proteólise durante o período estudado.

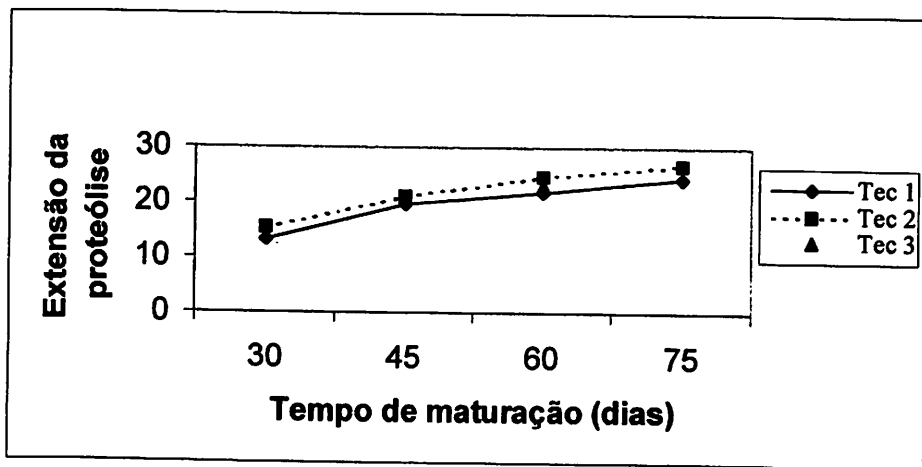


FIGURA 9 Evolução da extensão de proteólise dos 30 aos 75 dias de maturação do queijo tipo Gorgonzola.

Observa-se que a extensão da proteólise, independente da tecnologia empregada, apresentou uma tendência de aumento durante o período estudado, mesmo possuindo valores distintos. A tecnologia 2 obteve valores mais expressivos neste parâmetro durante o período de maturação pois esta, apresentando um teor de umidade mais elevado e, tendo mais água livre no

meio, facilitou a ação enzimática. Isto proporcionou uma maior proteólise dos queijos durante o período de maturação. A tecnologia 3, avaliada apenas aos 60 dias de maturação, obteve um valor semelhante ao da tecnologia 2.

4.1.8 Profundidade da proteólise

Os resultados do Tabela 9, resumo da análise de variância para profundidade de proteólise, apresentam diferenças significativas para tecnologias, tempo de maturação e a interação tecnologias e tempo de maturação.

TABELA 9: Análise de variância dos dados referentes à profundidade da proteólise dos queijos nas diferentes tecnologias e tempos.

Fontes de variação	Graus de liberdade	Quadrado médio	Pr > F
Tecnologias	1	22,3947781	0,0408*
Erro (a)	6	3,3180948	
Tempo de Maturação	3	227,6199281	< 0,0001 *
Tec*TM	3	1,4101448	< 0,0001 *
Erro (b)	18	0,091948	

*Significativo.

Como no caso da extensão da proteólise, as tecnologias produziram valores distintos na profundidade e em cada tempo considerado. As explicações para este comportamento são as mesmas da extensão da proteólise apresentadas no item anterior. Há também uma dependência deste parâmetro com relação entre às tecnologias e o tempo de maturação.

Observando a Figura 10, nota-se que as curvas referentes às duas tecnologias apresentam-se distintas, porém ambas com uma mesma tendência. Os valores da tecnologia 1 apresentaram-se inferiores à tecnologia 2 durante o período estudado. Mesmo assim, estas apresentam uma tendência de um crescimento acentuado dos valores da profundidade de proteólise dos 30 aos 45 dias de maturação, permanecendo constante a partir daí até os 75 dias. A tecnologia 3 apresentou um valor ligeiramente superior aos obtidos quando se compara com as outras tecnologias.

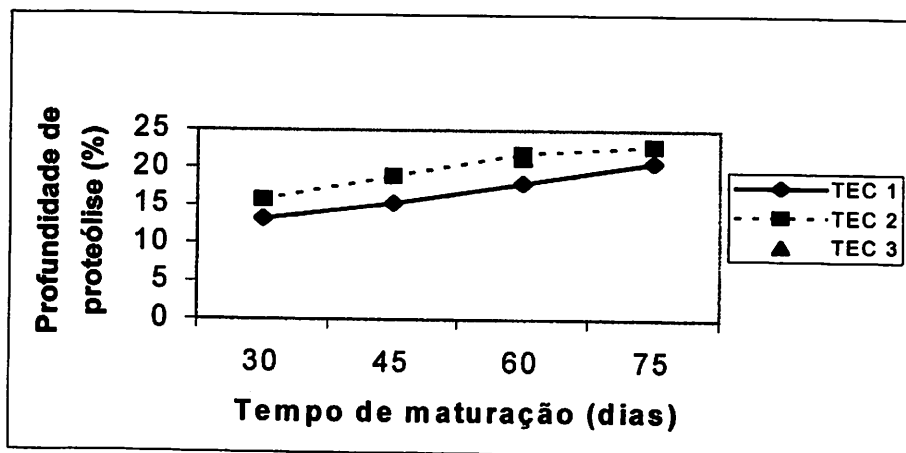


FIGURA 10 Evolução da profundidade de proteólise dos 30 aos 75 dias de maturação do queijo tipo Gorgonzola.

4.2 Avaliações sensoriais

4.2.1 Análise descritiva quantitativa (ADQ)

Este método exige várias fases que vai desde seleção de provadores até a análise descritiva propriamente dita.

4.2.1.1 Seleção de provadores

Foi empregado o teste triangular. Quinze candidatos foram convidados para o teste. Destes, apenas nove conseguiram obter uma percentagem de acerto maior que 75%. O resultado final dos candidatos selecionados foram os seguintes: candidato 1, 83%; candidato 2, 76%; candidato 3, 77%; candidato 4, 84%; candidato 5, 92%; candidato 6, 88%; candidato 7, 95%; candidato 8, 79% e candidato 9, 91%.

4.2.1.2 Análise de desempenho de provadores

Para analisar o desempenho dos julgadores após o final das avaliações sensoriais, emprega-se dois métodos: coeficiente de variação (CV) e valores de probabilidade de F.

A Tabela 10 apresenta o coeficiente de variação para a equipe de julgadores e para cada julgador individualmente. Nesta Tabela, observa-se bom desempenho (baixa variação) dos julgadores em todos os atributos avaliados em queijo tipo Gorgonzola.

Estes resultados indicam treinamento adequado, ou seja, os objetivos do teste bem como as definições dos atributos e os respectivos termos quantitativos, foram bem assimilados pelos membros do painel.

Os valores de probabilidade para a razão F, para análise de desempenho de julgadores para cada atributo de qualidade sensorial, estão no Tabela 11. Esta é uma técnica mais refinada de se avaliar o desempenho dos julgadores.

De um modo geral, todos os julgadores contribuíram para a discriminação entre as amostras, com exceção do julgador 9, que apresentou probabilidade de F para o atributo textura maior que 0,50. Como foi observado apenas este valor discrepante dos demais, optou-se por considerá-lo e manter as avaliações do referido julgador.

TABELA 10 Coeficientes de Variação (%) da equipe e de cada provador para cada atributo de qualidade sensorial do queijo tipo Gorgonzola.

Atributo	Julgador									
	Equipe	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Aparência	5,21	4,07	4,15	4,16	3,45	4,13	3,66	3,04	2,88	3,63
Mofa	6,33	5,12	3,32	2,99	3,50	4,05	3,92	9,03	4,18	2,81
Textura	5,19	4,29	3,71	4,28	3,40	4,80	3,91	2,87	3,45	3,73
Odor	6,41	4,18	4,94	4,33	3,39	4,82	5,30	3,87	4,92	4,68
Aroma	5,90	6,09	3,38	3,92	5,83	4,19	5,30	4,67	4,63	5,66
Sabor	5,72	5,27	3,83	5,90	4,15	4,51	2,99	3,87	4,09	3,73
G. salgado	4,71	5,85	3,20	8,75	3,66	2,78	3,01	3,19	4,20	3,87
G. ácido	18,51	13,86	11,21	11,91	12,95	17,97	8,87	12,68	12,00	17,86
G. amargo	19,20	15,37	14,77	16,19	17,32	13,19	15,08	13,05	14,26	13,84
S. residual	4,54	4,08	2,97	4,34	4,29	3,34	5,39	3,29	4,16	3,08

TABELA 10 Coeficientes de Variação (%) da equipe e de cada provador para cada atributo de qualidade sensorial do queijo tipo Gorgonzola.

Atributo	Julgador									
	Equipe	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Aparência	5,21	4,07	4,15	4,16	3,45	4,13	3,66	3,04	2,88	3,63
Mofa	6,33	5,12	3,32	2,99	3,50	4,05	3,92	9,03	4,18	2,81
Textura	5,19	4,29	3,71	4,28	3,40	4,80	3,91	2,87	3,45	3,73
Odor	6,41	4,18	4,94	4,33	3,39	4,82	5,30	3,87	4,92	4,68
Aroma	5,90	6,09	3,38	3,92	5,83	4,19	5,30	4,67	4,63	5,66
Sabor	5,72	5,27	3,83	5,90	4,15	4,51	2,99	3,87	4,09	3,73
G. salgado	4,71	5,85	3,20	8,75	3,66	2,78	3,01	3,19	4,20	3,87
G. ácido	18,51	13,86	11,21	11,91	12,95	17,97	8,87	12,68	12,00	17,86
G. amargo	19,20	15,37	14,77	16,19	17,32	13,19	15,08	13,05	14,26	13,84
S. residual	4,54	4,08	2,97	4,34	4,29	3,34	5,39	3,29	4,16	3,08

A Tabela 12 apresenta a correlação linear simples (Correlação de Pearson) entre os atributos sensoriais. Pode-se destacar valores altos de correlação entre alguns atributos como textura e aparência (0,84). Isto pode ser explicado pois a textura do queijo Gorgonzola é facilmente avaliada pelo sentido da visão. A textura deste queijo apresenta uma forma quebradiça característica, diferenciando-o, de um modo geral, da maioria dos outros tipos de queijos. Sabor e mofo, com um coeficiente de 0,82, mostra como o mofo é um componente fundamental para compor o sabor neste queijo por ser altamente proteolítico. Sabor e aroma, com 0,88, traduz a importância do aroma específico deste queijo na formação do seu sabor característico, assim como o odor (89) e gosto salgado (0,67) em relação ao sabor. Deve-se destacar também a correlação entre aroma e sabor residual (0,70).

Outros valores, como gosto amargo e sabor (0,09) e gosto ácido e sabor (0,04) relatam como estes atributos prejudicam o sabor característico do queijo tipo Gorgonzola.

TABELA 12 Coeficientes de Correlação entre os atributos de qualidade sensorial do queijo tipo Gorgonzola.

Atributos	Aparência	Mofo	Textura	Odor	Aroma	Sabor	G. salgado	G. ácido	G. amargo
Aparência	1								
Mofo	0,42	1							
Textura	0,84	0,40	1						
Odor	0,64	0,78	0,56	1					
Aroma	0,72	0,81	0,65	0,86	1				
Sabor	0,67	0,82	0,60	0,89	0,88	1			
G. salgado	0,18	0,72	0,07	0,70	0,59	0,67	1		
G. ácido	0,38	-0,13	0,43	0,03	0,08	0,04	-0,31	1	
G. amargo	0,24	0,17	0,18	0,02	0,20	0,09	-0,17	0,14	1
S. residual	0,77	0,44	0,69	0,67	0,70	0,61	0,35	0,27	0,05

4.2.1.3 Perfil sensorial do queijo tipo Gorgonzola por ADQ

4.2.1.3.1 Aparência

A Tabela 13 apresenta os resultados da análise de variância para o atributo aparência.

TABELA 13 Análise de variância dos dados referentes à aparência dos queijos nas diferentes tecnologias e tempos.

Fontes de variação	Graus de liberdade	Quadrado médio	Prob > F
Provadores	8	0,7944878	-----
Tecnologia	1	164,1068056	< 0,5560 ns
Erro (a)	62	0,2312108	
Tempo de Maturação	3	212,5205556	< 0,0001 *
Tec*TM	3	0,8305093	0,0239 *
Erro (b)	210	0,2585086	

* Significaivo / ns = não significativo.

Pelos resultados apresentados, o parâmetro aparência foi semelhante entre as tecnologias testadas em cada tempo estudado. Já alterações durante o processo de maturação ocorreu devido a todos os aspectos físicos, físico-químicos e bioquímicos inerentes ao processo de maturação de queijos.

Como a interação tecnologia e tempo de maturação foi significativa, constata-se que estas fontes de variação não agem independentemente, ou seja, a aparência dos queijos é influenciada pela ação destas conjuntamente.

A Figura 11 apresenta a evolução da aparência envolvendo as duas tecnologias durante o período de maturação considerado.

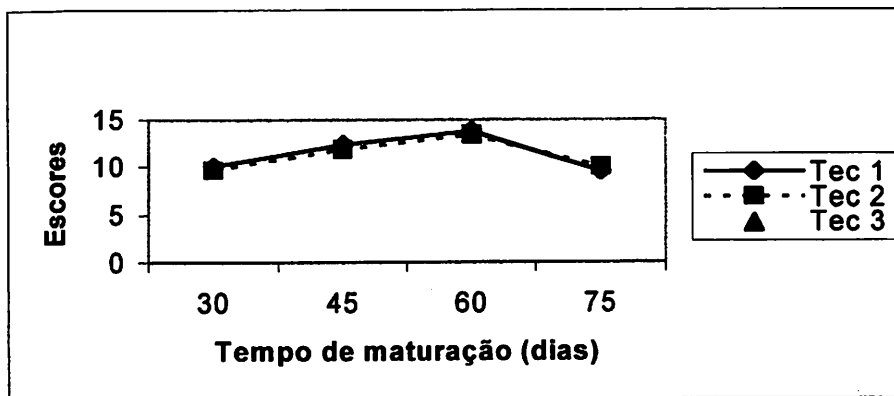


FIGURA 11: Evolução da aparência dos 30 aos 75 dias de maturação do queijo tipo Gorgonzola.

Constata-se aqui a mesma tendência do comportamento da aparência entre as tecnologias. Em ambas, há um aumento destes escores até os 60 dias, caindo depois até os 75 dias de maturação, sem diferenças significativas entre as tecnologias. A tecnologia 3 obteve um escore médio semelhante às demais.

4.2.1.3.2 Mofo (Quantidade)

A Tabela 14 mostra os resultados da análise de variância para mofo.

TABELA 14 Análise de variância dos dados referentes à aparência dos queijo nas diferentes tecnologias e tempos.

Fontes de variação	Graus de liberdade	Quadrado médio	Prob > F
Provadores	8	0,8983160	-----
Tecnologia	1	274,7558681	< 0,0001 *
Erro (a)	62	0,5360898	
Tempo de Maturação	3	265,6719792	< 0,0001 *
Tec*TM	3	10,7590162	< 0,0001 *
Erro (b)	210	0,573974	

* Significaivo.

Estes dados revelam que a quantidade de mofo variou significativamente entre as tecnologias e no decorrer do tempo de maturação. A tecnologia 2 apresentou um maior escore para quantidade de mofo por possuir textura mais aberta. Essa textura ocorre em função de menor quantidade de gordura, já que esta, quando em altas concentrações, tende a produzir queijos com texturas mais fechadas, o que dificulta o desenvolvimento do mofo, que é obrigatoriamente aeróbio.

A interação tecnologia e tempo de maturação mostra a dependência da quantidade de mofo produzida nos queijos em função da ação conjunta das tecnologias e tempo de maturação.

A Figura 12 mostra a evolução da quantidade de mofo produzida durante a maturação das amostras de queijo tipo Gorgonzola.

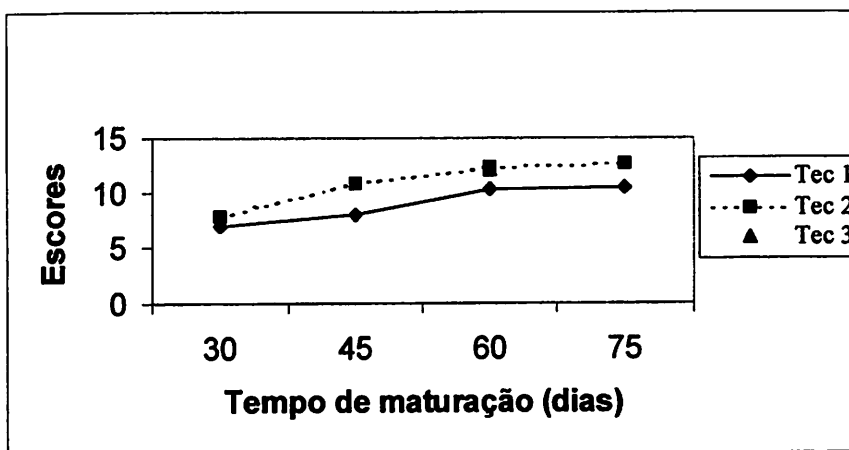


FIGURA 12 Evolução da quantidade de mofo dos 30 aos 75 dias de maturação do queijo tipo Gorgonzola.

No caso da quantidade de mofo, verifica-se que as duas tecnologias apresentaram a mesma tendência, sendo que na tecnologia 1 houve um desenvolvimento menor dos 30 aos 45 dias para logo em seguida ocorrer um crescimento dos 45 aos 60 dias, permanecendo constante a partir daí até os 75 dias de maturação. Observa-se também que a tecnologia 2 apresentou uma maior quantidade de mofo que a 1, conforme discutido anteriormente. A tecnologia 3 apresentou escores médios semelhantes à tecnologia 2.

4.2.1.3.3 Textura

A Tabela 15 apresenta os resultados da análise de variância para este atributo de qualidade sensorial.

TABELA15 Análise de variância dos dados referentes à textura dos queijos nas diferentes tecnologias e tempos.

Fontes de variação	Graus de liberdade	Quadrado médio	Prob > F
Provadores	8	0,3318056	-----
Tecnologia	1	213,0392014	< 0,0001 *
Erro (a)	62	0,2826288	
Tempo de Maturação	3	42,8937384	< 0,0001 *
Tec*TM	3	12,6817014	< 0,0001 *
Erro (b)	210	0,3033628	

* Significativo.

Os resultados mostram que a textura variou entre as tecnologias e durante o período de maturação. A tecnologia 2 apresentou escores médios mais elevados significativamente que aqueles obtidos pela tecnologia 1, em termos de textura típica de queijo tipo Gorgonzola, por apresentar um menor teor de gordura e maior teor de umidade. Isto proporcionou uma textura mais quebradiça nestas amostras, que são características deste tipo de queijo. A textura das amostras da tecnologia 1, por possuírem um maior teor de gordura, mostrou-se mais macia, pouco quebradiça.

A interação tecnologias e tempo de maturação sendo significativa revela a dependência da textura com relação à ação conjunta destes dois fatores.

A Figura 13 apresenta a evolução da textura durante a maturação do queijo tipo Gorgonzola.

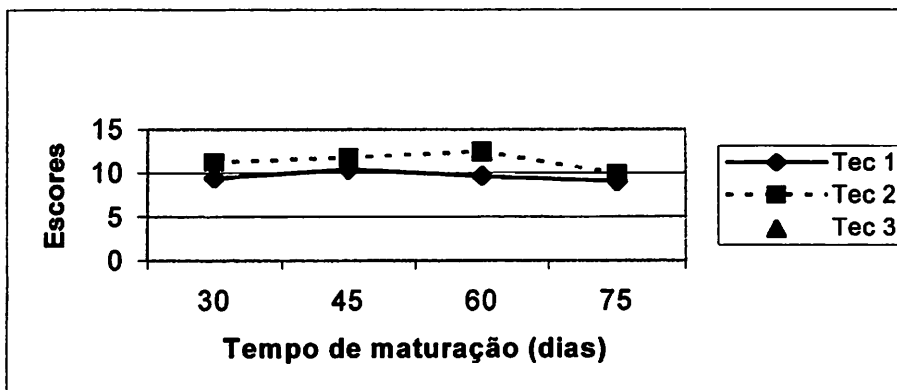


FIGURA 13 Evolução da textura dos 30 aos 75 dias de maturação do queijo tipo Gorgonzola.

A textura dos queijos produzidos empregando a tecnologia 2 atingiram um pico aos 60 dias para logo em seguida haver uma diminuição da qualidade deste atributo aos 75 dias de maturação. A tecnologia 1 atinge seu pico aos 45 dias, caindo depois até os 75 dias de maturação. A tecnologia 2, em todo o período estudado, apresentou escores médios superiores em termos de qualidade quando se analisa apenas o atributo textura. A tecnologia 3 obteve resultado semelhante à tecnologia 2 aos 60 dias de maturação.

4.2.1.3.4 Odor

Os resultados resumidos da análise de variância para odor estão na Tabela 16.

TABELA 16 Análise de variância dos dados referentes ao odor dos queijos nas diferentes tecnologias e tempos.

Fontes de variação	Graus de liberdade	Quadrado médio	Prob > F
Provadores	8	0,5249219	-----
Tecnologia	1	58,320000	< 0,0001 *
Erro (a)	62	0,1999294	
Tempo de Maturação	3	140,7076852	< 0,0001 *
Tec*TM	3	5,9641667	< 0,0001 *
Erro (b)	210	0,2732593	

* = significativo.

O odor variou diferentemente em cada tecnologia e no decorrer do tempo de maturação. A tecnologia 1 obteve escores médios superiores aos da tecnologia 2 pois contendo teores maiores de gordura, ocorre uma maior liberação de ácidos graxos livres, compostos importantes na formação de odor e geradores de compostos aromáticos em lácteos.

A interação tecnologias e tempo de maturação, significativa, mostra a dependência deste atributo sensorial com relação à ação conjunta entre estes fatores.

A Figura 14 mostra a evolução do odor as amostras testadas durante a maturação do queijo tipo Gorgonzola.

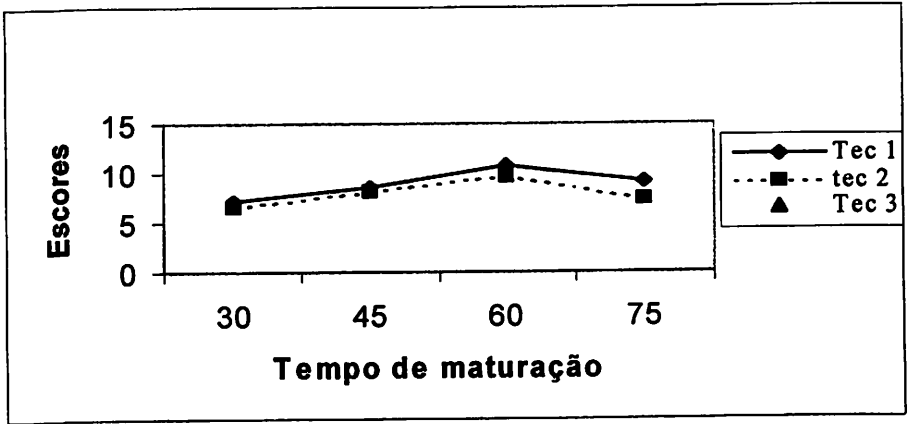


FIGURA 14 Evolução do odor dos 30 aos 45 dias de maturação do queijo tipo Gorgonzola.

Nas duas tecnologias, os escores do odor vão crescendo, obtendo valores mais elevados até os 60 dias havendo logo em seguida uma queda destes até os 75 dias de maturação, sendo que para a tecnologia 1 esta queda foi menos acentuada, atingindo valores aos 75 dias semelhantes àqueles obtidos pela tecnologia 2 aos 60 dias. A tecnologia 3 novamente apresentou escores médios semelhantes à tecnologia 2.

4.2.1.3.5 Aroma

Os resultados resumidos da análise de variância para aroma estão no Tabela 17.

TABELA 17 Análise de variância dos dados referentes ao aroma dos queijos nas diferentes tecnologias e tempos.

Fontes de variação	Graus de liberdade	Quadrado médio	Prob > F
Provadores	8	0,2321181	-----
Tecnologia	1	24,7925347	< 0,0001 *
Erro (a)	62	0,2142686	
Tempo de Maturação	3	150,3342014	< 0,0001 *
Tec*TM	3	11,4170718	< 0,0001 *
Erro (b)	210	0,2473747	

*Significativo.

As tecnologias geraram valores diferentes de aroma. Por serem atributos sensoriais muito semelhantes (odor e aroma), pois ambos são percebidos pelas mesmas células sensitivas, variando apenas a temperatura com que os voláteis chegam a elas, as explicações para o comportamento do aroma são, portanto, as mesmas para o odor.

Este atributo sensorial também variou no decorrer do tempo de maturação. A interação tecnologia e tempo de maturação sendo significativa mostra a importância destes fatores na produção do aroma. Não devem ser estudados de forma isolada.

A Figura 15 mostra a evolução do aroma durante o período de maturação das amostras testadas.

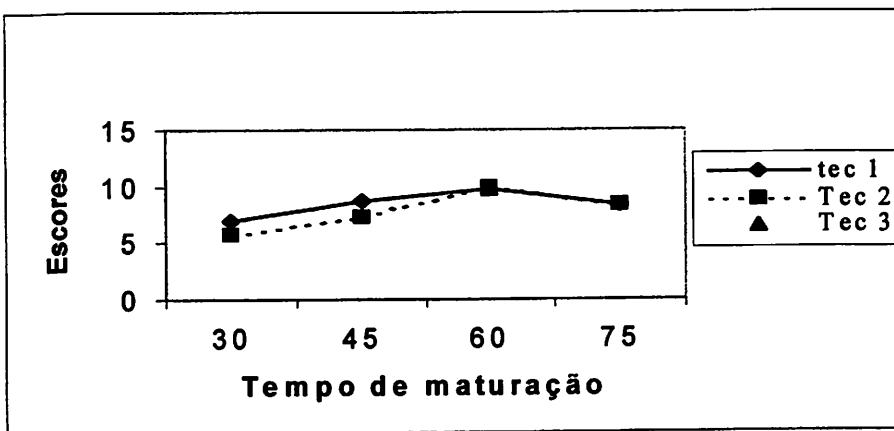


FIGURA 15 Evolução do aroma dos 30 aos 75 dias de maturação do queijo tipo Gorgonzola.

As duas tecnologias apresentam escores médios distintos até os 45 dias, permanecendo semelhantes a partir dos 60 até os 75 dias de maturação.

4.2.1.3.6 Sabor

Os resultados da análise de variância para sabor encontram-se na Tabela

18.

TABELA 18 Análise de variância dos dados referentes ao sabor dos queijos nas diferentes tecnologias e tempos.

Fontes de variação	Graus de liberdade	Quadrado médio	Prob > F
Provadores	8	0,9737066	-----
Tecnologia	1	76,7767014	< 0,0001 *
Erro (a)	62	0,1371953	
Tempo de Maturação	3	195,5767940	< 0,0001 *
Tec*TM	3	8,6106829	< 0,0001 *
Erro (b)	210	0,2438813	

*Significativo.

Houve diferenças significativas entre os escores para sabor para as duas tecnologias, sendo que a tecnologia 2 apresentou escores médios maiores significativamente que a tecnologia 1 por apresentar este atributo mais próximo do padrão.

Com relação ao tempo de maturação, ocorreram valores diferentes, ou seja, os escores para sabor foram diferentes durante o tempo de maturação testado. A interação tecnologia e tempo de maturação significativa mostra a dependência deste atributo quanto ação simultânea destes fatores.

A Figura 16 apresenta a evolução do sabor durante o período estudado.

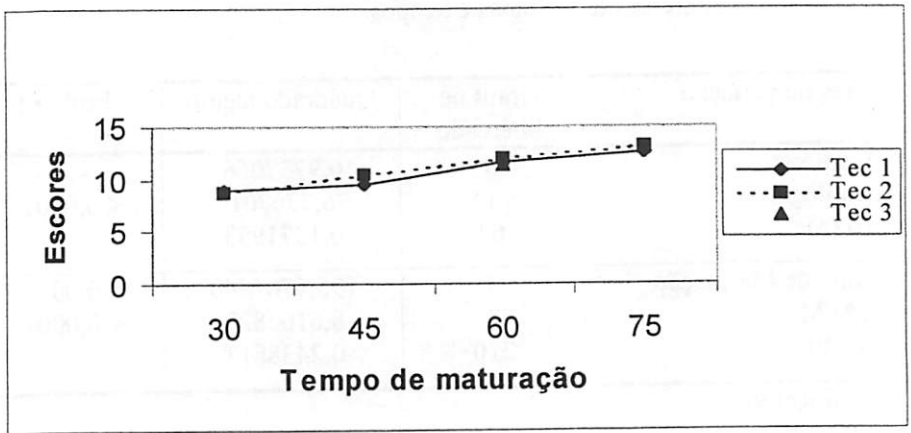


FIGURA 16 Evolução do sabor dos 30 aos 75 dias de maturação do queijo tipo Gorgonzola.

As duas tecnologias, apesar de escores significativamente diferentes, apresentaram uma mesma tendência, isto é, um crescimento dos escores médios até 30 dias aos 75 dias de maturação, apesar da diminuição da taxa de aumento dos 60 aos 75 dias de maturação.

A tecnologia 3 apresentou os mesmos valores que as demais no tempo que foi estudada.

4.2.1.3.7 Gosto salgado

Os resultados da análise de variância para gosto salgado encontram-se no Tabela 19.

TABELA 19 Análise de variância dos dados referentes ao gosto salgado dos queijos nas diferentes tecnologias e tempos.

Fontes de variação	Graus de liberdade	Quadrado médio	Prob > F
Provedores	8	0,1855035	-----
Tecnologia	1	8,5422222	< 0,5334 ns
Erro (a)	62	0,2216980	
Tempo de Maturação	3	215,5046795	< 0,0001 *
Tec*TM	3	4,3134259	< 0,0001 *
Erro (b)	210	0,2728604	

*Significativo / ns = não significativo

Os provedores não detectaram diferenças significativas para gosto salgado entre as tecnologias assim como não foram determinadas diferenças significativas para os teores de sal em relação às tecnologias testadas; foram detectadas diferenças significativas para tempo de maturação. Os escores para gosto salgado foram diferentes em cada tempo estudado. Isto ocorreu devido a uma maior concentração de sal na água livre remanescente. Pois o queijo perde água durante o período de maturação conforme Figuras 3 e 8.

A interação significativa entre tecnologias e tempo de maturação mostra a dependência deste atributo de qualidade sensorial à ação conjunta destes fatores.

A Figura 17 apresenta a evolução do gosto salgado durante o tempo de maturação estudado.

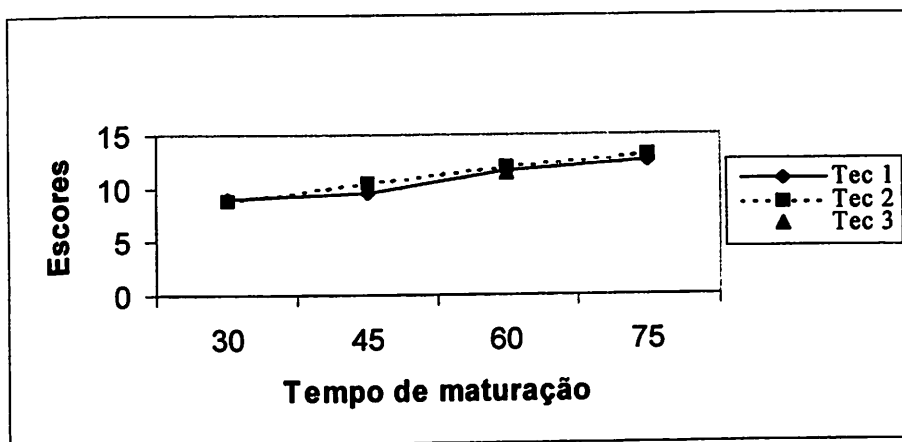


FIGURA 17 Evolução do gosto salgado dos 30 aos 75 dias de maturação do queijo tipo Gorgonzola.

Observa-se a mesma tendência da evolução do gosto salgado no decorrer da maturação independente da tecnologia empregada. Ocorreu uma ascendência dos 30 aos 75 dias de maturação com relação a este atributo. Os queijos vão se tornando mais salgados no decorrer do tempo. Evolução semelhante é percebida quando se compara os dados da evolução do teor de sal (Figura 8) e os da análise sensorial (Figura 17).

A tecnologia 3 apresentou escores semelhantes aos das demais aos 60 dias de maturação.

4.2.1.3.8 Gosto ácido

Os resultados da análise de variância para gosto ácido encontram-se na Tabela 20.

TABELA 20 Análise de variância dos dados referentes ao gosto ácido dos queijos nas diferentes tecnologias e tempos.

Fontes de variação	Graus de liberdade	Quadrado médio	Prob > F
Provedores	8	1,05101562	-----
Tecnologia	1	2,05031250	< 0,0001 *
Erro (a)	62	0,16199597	
Tempo de Maturação	3	4,71679398	< 0,0001 *
Tec*TM	3	6,07883102	< 0,0001 *
Erro (b)	210	97,31968750	

*Significativo.

Ocorreram diferenças significativas quanto a tecnologia, tempo de maturação e interação tecnologia/tempo de maturação. Apesar de os provedores terem detectado diferenças significativas de gosto ácido entre as tecnologias, as análises físico-químicas medidas de acidez e pH (Tabela 7) não mostraram as mesmas diferenças. Portanto, em termos de fabricação deste tipo de queijo, pode-se descartar tal comportamento pois o mesmo não comprometerá a qualidade final dos produtos, dentro de limites aceitáveis, pois os valores dos escores determinados pelos provedores podem ser considerados baixos.

A interação significativa mostra a dependência deste atributo sensorial quanto à ação conjunta deste dois fatores.

A Figura 18 apresenta a evolução do gosto ácido durante a maturação das amostras.

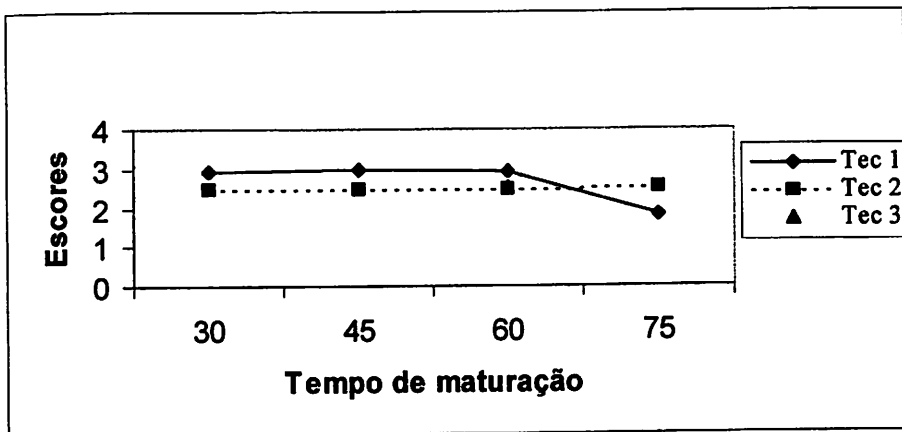


FIGURA 18 Evolução do gosto ácido dos 30 aos 75 dias de maturação do queijo tipo Gorgonzola.

Os escores apresentaram a mesma tendência dos 30 aos 60 dias de maturação. A partir dos 60 dias, a tecnologia 2 continuou apresentando a mesma tendência enquanto a tecnologia 1 mostrou um decréscimo em seu escore médio. A tecnologia 3 apresentou escore semelhante à tecnologia 2 aos 60 dias de maturação.

4.2.1.3.9 Gosto amargo

Os resultados da análise de variância para gosto amargo encontram-se na Tabela 21.

TABELA 21 Análise de variância dos dados referentes ao gosto amargo dos queijos nas diferentes tecnologias e tempos.

Fontes de variação	Graus de liberdade	Quadrado médio	Prob > F
Provadores	8	0,23365451	-----
Tecnologia	1	1,34753472	< 0,5489 ns
Erro (a)	62	0,12905690	
Tempo de Maturação	3	14,22559028	< 0,0001 *
Tec*TM	3	19,51373843	< 0,0001 *
Erro (b)	210	25,7895139	

*Significativo.

Não houve diferenças significativas dos escores de gosto amargo entre as tecnologias testadas. Os valores médios encontrados não podem ser considerados elevados. Sua percepção seguramente só será percebida por provadores treinados, como no caso deste teste, ou por consumidores comuns que apresentem uma alta sensibilidade para detectar gosto amargo. Sabidamente, gosto amargo em queijos é causado principalmente por peptídeos de sabor amargo que são gerados durante o período de maturação. É importante ressaltar que com o avançar da maturação, esses peptídeos podem ser degradados, por peptidases microbianas, fazendo o referido sabor desaparecer, como pode ser observado na Figura 19.

A interação significativa tecnologia e tempo de maturação mostra a dependência deste atributo sensorial em relação à ação conjunta destes dois fatores. Eles não agiram isoladamente para gerar os escores para gosto amargo.

A Figura 19 apresenta a evolução do gosto amargo no decorrer do período de maturação das amostras.

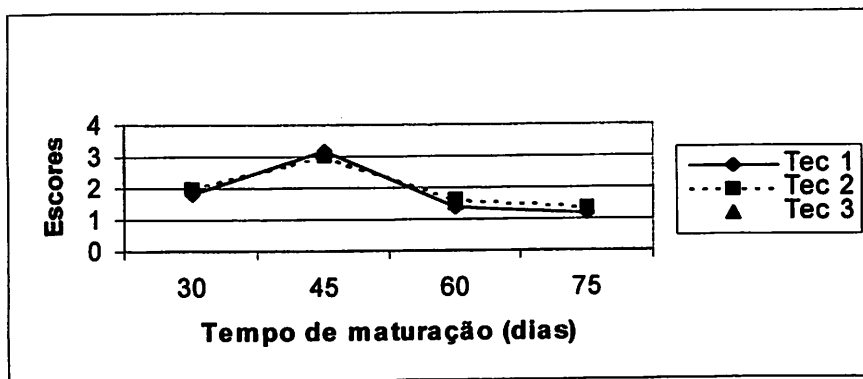


FIGURA 19 Evolução do gosto amargo dos 30 aos 75 dias de maturação do queijo tipo Gorgonzola.

A tendência foi semelhante para as duas tecnologias. Ambas apresentaram uma forte ascendência dos 30 aos 45 dias, logo após ocorrendo uma descendência para valores abaixo daqueles observados aos 30 dias; dos 60 aos 75 dias houve um pequeno decréscimo. Aos 45 dias foi onde se observou um maior aumento dos escores para este atributo pois neste tempo é onde se encontram maiores concentrações de peptídeos de peso molecular intermediário, responsáveis pelo aparecimento de gosto amargo. A tecnologia 3 apresentou valores semelhantes à demais aos 60 dias. Se forem observados os gráficos da extensão de proteólise (Figura 9) e da profundidade de proteólise (Figura 10), verifica-se que ambas aumentam durante o período de maturação, o que proporciona a formação dos peptídeos formadores de gosto amargo aos 45 dias. Logo depois, são degradados pelo processo normal de maturação, diminuindo significativamente aos 60 dias, não sendo praticamente mais percebidos pelos provadores a partir daí.

Como o tempo de maturação indicado para queijo tipo Gorgonzola gira em torno de 60 dias, e, como os escores médios apresentados neste tempo são considerados baixos, a percepção deste atributo praticamente não ocorrerá .

4.2.1.3.10 Sabor residual

Os resultados da análise de variância para sabor residual encontram-se no Tabela 22.

TABELA 22 Análise de variância dos dados referentes ao sabor residual dos queijos nas diferentes tecnologias e tempos.

Fontes de variação	Graus de liberdade	Quadrado médio	Prob > F
Provadores	8	0,1753472	-----
Tecnologia	1	0,2938889	< 0,0001 *
Erro (a)	62	0,2644332	
Tempo de Maturação	3	116,4768981	< 0,0001 *
Tec*TM	3	23,0091667	< 0,0001 *
Erro (b)	210	0,2133181	

*Significativo.

Ocorreram diferenças significativas dos escores para sabor residual entre as tecnologias testadas. A tecnologia 1 mostrou valores mais elevados para este atributo em função de apresentar maiores teores de gordura na sua composição. Apresentando mais gordura, pelo processo de maturação terá mais ácidos graxos, que originará mais metilcetonas, importantes também para a formação do sabor residual.

Sabendo-se que o sabor residual é um importante atributo de qualidade para este tipo de queijo e, apesar da tecnologia 2 apresentar escores significativamente mais baixos que a tecnologia 1, o desempenho desta (tecnologia 2) também pode ser dado como satisfatório pois seus escores médios podem ser considerados como elevados, proporcionando a percepção agradável do sabor residual típico de queijo tipo Gorgonzola.

Houve diferenças significativas para tempo de maturação. Os escores médios para sabor residual mostraram-se diferentes em cada tempo estudado. Isto também em função da proteólise que ocorrem nos queijos durante sua maturação, presença de ácidos graxos livres, metilcetonas, etc.

A interação significativa mostra a dependência entre tecnologia associada a tempo de maturação para sabor residual.

A Figura 20 apresenta a evolução do sabor residual no decorrer do período de maturação.

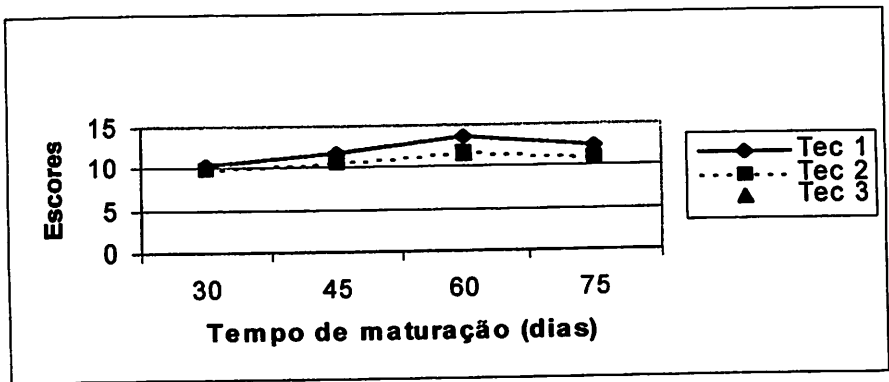


FIGURA 20 Evolução do sabor residual dos 30 aos 75 dias de maturação do queijo tipo Gorgonzola.

As tecnologias apresentaram a mesma tendência, sendo observado em ambas um aumento contínuo dos escores médios do atributo até os 60 dias, ocorrendo a partir daí uma diminuição até os 75 dias de maturação. A tecnologia 3 apresentou escore médio semelhantes às demais aos 60 dias de maturação. Deve-se ressaltar que os escores obtidos para sabor residual aos 60 dias, nas três tecnologias estudadas, mostra que todas as amostras testadas tiveram um excelente desempenho neste tempo para este atributo.

4.2.2 Teste de aceitação

A Tabela 23 apresenta o resumo da análise de variância para o Teste de Aceitação (Escala hedônica de nove pontos).

TABELA 23 Análise de variância dos dados referentes ao teste de aceitação.

Fontes de Variação	Graus de liberdade	Quadrado médio
Tecnologia	1	7,778571*
Erro 1	69	0,097412
Tempo de maturação	3	142,726190*
Tecnologia*Tempo de Maturação	3	1,354762 ns
Erro 2	483	1,962008

*Significativo / ns = não significativo.

Estes resultados mostram diferenças significativas em termos de aceitação entre as tecnologias testadas e quanto ao tempo de maturação. Quanto às tecnologias, ambas produziram aceitações diferentes ao nível de 5% de probabilidade, evidenciando que existe diferença de aceitação por parte dos

consumidores com relação às tecnologias testadas. A tecnologia 1 apresentou uma aceitação (média geral = 6,56) maior que a tecnologia 2 (média = 6,32).

A Figura 21, gráfico da regressão para tempo de maturação, mostra o comportamento da aceitação das amostras durante o período estudado. Para efeito de cálculos, considerar o valor 1 para 30 dias, 2 para 45 dias, 3 para 60 dias e 4 para 75 dias.

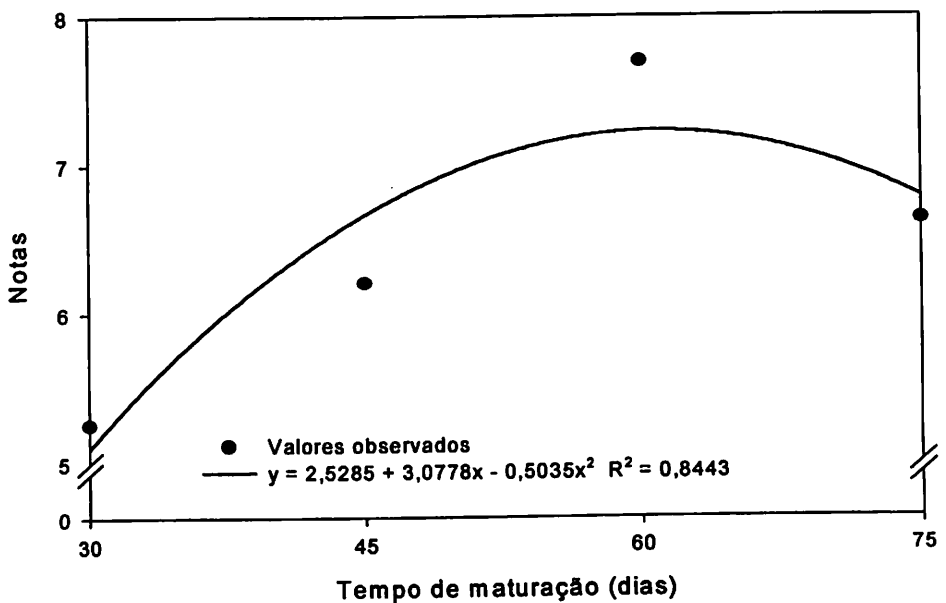


FIGURA 21 Gráfico da regressão em função do tempo de maturação.

Observa-se que as maiores notas de aceitação para o queijo tipo Gorgonzola ocorreram em torno dos 60 dias de maturação. As notas apresentaram uma tendência de crescimento dos 30 aos 60 dias, quando iniciou-

se uma inversão desta tendência, de acordo com o esperado pela tecnologia para este tipo de queijo (60 dias de maturação) senso nesta data também se encontram os maiores escores para odor, aroma e sabor, Figuras 14, 15 e 16 respectivamente.

Objetivando explorar melhor estes resultados, considerou-se a nota 7, que na escala empregada corresponde ao ponto “gostei moderadamente” (Figura 1), como uma referência de qualidade aceitável para o produto. Aplicando-se a equação de regressão para se determinar a que dias do período de maturação esta nota correspondia, verificou-se que isto ocorre dos 50 aos 70 dias, aproximadamente. Isto proporciona às indústrias uma maior flexibilidade para transporte e tempo de permanência dos queijos nas gôndolas dos supermercados, além de um menor tempo de maturação em suas câmaras.

5 CONCLUSÕES

- a) O teor de gordura não influenciou a aparência externa de queijos tipo Gorgonzola durante o período de maturação;
- b) Queijos tipo Gorgonzola com maior teor de gordura apresentaram menor quantidade de mofo;
- c) Apesar da textura dos queijos com maior teor de gordura ter sido comprometida, estes produtos mostram maior aceitação, compensada pela melhoria dos atributos sabor, aroma, odor e sabor residual;
- d) O gosto amargo é mais aguçado em torno de 45 dias de maturação, independente da tecnologia utilizada
- e) Independente da tecnologia utilizada, a melhor aceitação de queijos tipo Gorgonzola encontra-se em torno de 60 dias de maturação, ressaltando-se que queijos com um teor mais elevado de gordura apresentam ainda maior aceitação;
- f) A associação de medidas físico-químicas com sensoriais mostrou-se importante ferramenta quando se busca estabelecer ou estudar padrões e/ou especificações de qualidade em queijos.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, L. R. Ácidos graxos de cadeia ramificada como precursores de "flavor" em leite e produtos lácteos. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Totes**, Juiz de Fora, v. 48, n. 288, p. 9-13, out. /nov. 1993.
- ALAIS, C. A. **Science du lait: principes des techniques laitières**. 3. ed. Paris: Separc, 1970. 814 p.
- AMERINE, M. A.; PANGBORN, R. M.; ROESSLER, E. B. **Principles of sensory evaluation of foods**. Orlando, Flórida: Academic Press, 1965. 602 p.
- BRANDT, A. C.; SKINNER, E. Z.; COLEMAN, J. A. A texture profile method. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 28, n. 3, p. 404-410, May/June 1971.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, leis. Decretos, etc. **Inspeção industrial e sanitária de leite e derivados**. In: Regulamento da inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal, aprovado pelo decreto nº 1.255 de 25/06/62. Brasília, 1980.
- BRUCE, R. H.; STINE, C. M. Effect of process parameters on formation of volatile acids and free fatty acids in quick-ripened blue cheese. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 60, n. 8, p. 1267-1272, Aug. 1977.
- CAUL, J. F. The profile method for flavor analysis. In: MRAK, E. M.; STEWART, G. F. **Advances in food research**. New York: Academic Press, 1957. p. 1-40.
- CHAVES, J. B. P. **Análise sensorial: glossário**. Viçosa, MG: UFV. Imprensa Universitária, 1993. 27 p.
- CHAVES, J. B. P. **Métodos de diferença em avaliação sensorial de alimentos e bebidas**. Viçosa, MG: UFV. Imprensa Universitária, 1993. 91 p.
- CHAVES, J. B. P.; SPROESSER, R. L. **Práticas de laboratório de análise sensorial de alimentos e bebidas**. Viçosa, MG: UFV. Imprensa Universitária, 1996. 81 p.
- DARTEY, C. K.; KINSELLA, J. E. Oxidation sodium [$U^{14}C$] palmitate into Carbonyl compounds by *P. roqueforti* spores. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 21, n. 4, p. 721-726, July/Aug. 1973.

DEVOYD, O. J. J.; BRETT, G.; AUCLAIR, J. E. Ripening of blue cheese. Influence of salting rate on proteolysis. *Lait*, Paris, v. 48, n. 2, p. 613 -629, jan. 1968.

DZIEK, J. D. Biotechnology and flavor development: enzyme modification of dairy products. *Food Technology*, Chicago, v. 40, n. 1, p. 114, Jan. 1986.

ESKIN, N. A. M. Biochemistry of foods. In: ESKIN, N. A. M. **Biochemistry of food processing: cheese and yoghurt**. London: Academic Press, 1990. p. 367-397.

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

FURTADO, M. M. **A arte e a ciência do queijo**. São Paulo: Globo, 1991. 297p.

FURTADO, M. M. Princípios básicos de fabricação de queijo prato e similares dinamarqueses. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, Juiz de Fora, v. 39, n. 237, p. 52, set./out. 1983.

FURTADO, M. M. Roquefort. Adaptação da tecnologia para o queijo azul. CONGRESSO NACIONAL DE LATICÍNIOS, 3., 1976, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: EPAMIG/ILCT, 1976. p. 51-69.

FURTADO, M. M.; CASAGRANDE, H. R. e FREITAS, L. C. G . Estudo rápido sobre a evolução de alguns parâmetros físico-químicos durante a maturação do queijo tipo Gorgonzola. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, Juiz de Fora, v. 39, n. 231, p. 3-8, set./out. 1984.

FURTADO, M. M.; CHANDAN, R. C. Efeito do teor de gordura na maturação de um queijo po *Penicillium caseicolum*. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, Juiz de For a, v. 38, n. 225, p. 19-22, jan./fev. 1983.

FURTADO M. M.; LOURENÇO NETO, J. P. M. **Tecnologia de queijos: manual técnico para a produção de queijos**. São Paulo: Dipemar, 1994. 188 p.

GILLETTE, M. Applications of descriptive analysis. *Journal of Food Protection*, Ames, v. 47, n. 5, p. 403-409, May 1984.

GIOVANNI, M. Response surface methodology and product optimization. *Food Technology*, Chicago, v. 31, n. 7, p. 128-133, July 1983.

- GODINHO, M.; FOX, P. F. Ripening of blue cheese: influence of salting rate on proteolysis. *Milchwissenschaft*, Cork, v. 37, n. 2, p. 72-75, June 1981.
- GODINHO, M.; FOX, P. F. Ripening of blue cheese: Salt diffusion rates and mould growth. *Milchwissenschaft*, Cork, v. 36, n. 6, p. 329-333, June 1981.
- GONZALEZ DE LLANO, D.; POLO, M. C.; RAMOS, M. Study of proteolysis in artisanal cheeses: high performance liquid chromatography of peptides. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v. 78, n. 5, p. 1918-1024, May 1995.
- GRIPON, J. C. Mould-ripened cheeses. In: FOX, P. F. **Cheese: chemistry, physics and microbiology**. London: AVI Publishing, 1987. v. 2, Cap. 4, p. 121-145.
- HA, J. K.; LINDSAY, R. C. Method for the quantitative analysis of volatile free and total branched-chain fatty acids in cheese and milk fat. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v. 73, n. 8, p. 1989-1999, Aug. 1991.
- HA, J. K.; LINDSAY, R. C. Release of volatile branched-chain and other fatty acids from ruminant milk fats by various lipases. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v. 76, n. 3, p. 677-690, Mar. 1993.
- HERSCHDOERFER, S. M. **Quality control in the food industry**. 2. ed. London, England: Academic Press, 1991. v. 1, 360 p.
- INSTITUTE OF FOOD TECHNOLOGISTS - IFT. Sensory evaluation guide food and beverage products. Sensory Evaluation Division – Institute of Food Technologists. *Food Technology*, Chicago, v. 35, n. 11, p. 50-59, Nov. 1981.
- ISMAIL, A.; HANSEN, K. Accumulation of free acids during cheese ripening of some Danish cheese. *Milchwissenschaft*, Cork, v. 27, n. 556, p. 345-355, Jan. 1972.
- KAMALI, K. M.; MARTH, E. H. Enzymes activities of lactic streptococci and their role in maturation of cheese: a review. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v. 58, n. 4, p. 846-852, Apr. 1989.
- KARAHADIAN, C.; JOSEPHSON, B. D.; LINDAY, R. C. Contribution of *Penicillium* sp. to the flavor of Brie and Camembert cheeses. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v. 68, n. 8, p. 1865-1877, Aug. 1985.

KINSELLA, J.; HWANG, D. H. Enzymes of *Penicillium roqueforti* involved in the biosynthesis of cheese flavor. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Cleveland, v. 8, n. 2, p. 191-227, Nov. 1976.

LACASA, A. Ewés and goat's hard cheese. **Revista Española de Lechería**, Madrid, n. 7, p. 11-17, 1996.

LANGLOIS, D.; GALLOIS, A. New results in the volatile odorous compounds of french cheese. **Lait**, Paris, v. 70, n. 2, p. 89-106, 1990.

LAWRENCE, R. C.; CREAMER, L. K.; GILLES, J. Symposium: cheese ripening technology. texture development during cheese ripening. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 70, n. 8, p. 1750-1760, Aug. 1987.

LEMIEUX, L.; SIMARD, R. E. Bitter flavor in dairy products. I. A review of the factors likely to influence its development, mainly in cheese manufacture. **Le Lait**, Paris, v. 71, n. 6, p. 599-636, June 1991.

LINDQUIST, B.; STORGARDS, T. Changes in casein during cheese ripening. In: INTERNATIONAL DAIRY CONGRESS, 15., 1959, London. **Abstracts...** London: Richard Clay, 1959. v. 2, n. 3, p. 679.

MADKOR, S.; FOX, P. F.; SHALABI, S. I.; METWALLI, N. H. Studies on the ripening of Stilton cheese: Lipolysis. **Food Chemistry**, London, v. 25, n. 2, p. 93-109, 1987.

MAGALHÃES, F. A. R. **Métodos descritivos e avaliação sensorial de doce de leite pastoso**. 1996. 83 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

MAGALHÃES, F. A. R.; PORTO, M. A. P. **Análise sensorial de produtos lácteos**. Juiz de Fora, MG: EPAMIG, 1995. 46 p.

McBRIDE, R. L. Range bias in sensory evaluation. **Journal of Food Technology**, London, v. 17, n. 3, p. 405-410, June 1982.

MEILGAARD, M. C.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory evaluation techniques**. 2. ed. Boca Raton, Florida: CRC Press, 1991. 360 p.

MENEZES, H. C. Detecção prévia de amargor em queijo tipo Prato. **Revista do Instituto de Tecnologia de Alimentos de Campinas**, Campinas, v. 4, n. 7, p. 107, jul. 1996.

- MORAES, M. A. C. **Métodos para avaliação sensorial de alimentos**. 6. ed. Campinas, SP: Ed. da UNICAMP, 1988. 93 p.
- MOSKOWITZ, H. R. **Product testing and sensory evaluation of foods: marketing and R & D approaches**. West Point: Food and Nutrition Press, 1983. 605 p.
- MPANGA, M.; HARDY, J. Propriétés de la compression et de relaxation de fromages à pâte molle. Influence de L'affinage. **Science Aliments**, London, v. 5, n. S15, p. 91-96, 1985.
- NELSON, J. A.; TROUT, G. M. **Judging dairy products**. 4. ed. Milwaukee, WIS: The Olsen Publishing, 1965. 463 p.
- PANGBORN, R. M. **Selected factors influencing sensory perception of sweetness**. John Dobbing: Spring Publishers, 1987. 352 p.
- PACIULLI, S. O. D. **Proteólise em queijo tipo Gorgonzola, elaborado com leite pasteurizado pelos sistemas HTST e ejetor de vapor**. 1996. 79 p. Dissertação (Tese de (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- PEREIRA, D. C. B.; SILVA, P. H. F. da; COSTA JÚNIOR, L. C. G.; OLIVEIRA, L. L. **Físico-química de leite e derivados – métodos analíticos**. 2. ed. Juiz de Fora, MG: Templo Gráfica e Editora, 2001. 234 p.
- PERYAM, D. R.; PILGRIM, F. J. Hedonic Scale method for measuring food preferences. **Food Technology**, Chicago, v. 11, n. 9, p. A9-A14, 1957.
- PHELAN, J. A. Proteolysis of κ -casein in Cheddar cheese. **Journal of Dairy Research**, London, v. 40, n. 1, p. 105-112, Jan. 1973.
- RETTL, C.; SGHEDONI, A. Considerações sobre a pasteurização do leite para fabricação de queijos. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 7, n. 139, p. 21-22, jul./ago. 1969.
- SCHLESSER, J. E.; SCHIMIDT, S. J.; SPECKMAN, R. Characterization of chemical and physical changes in Camembert cheese during ripening. **Journal Dairy Science**, Champaign, v. 75, n. 7, p. 1753-1760, July 1992.
- SIDEL, J. L.; STONE, H.; BLOMMQUIST, J. Use and misuse of sensory evaluation in research and quality control. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 64, n. 11, p. 2296-2302, Nov. 1981.

STONE, H.; McDERMOTT, B. J.; SIDEL, J. L. The importance of sensory analysis for the evaluation of quality. **Food Technology**, Chicago, v. 51, n. 603, p. 88-95, June 1991.

STONE, H.; SIDEL, J. **Sensory evaluation practices**. Orlando, Florida: Academic Press, 1985. 311 p.

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

SUZARINSKI A.; PETERSEN, E. L. Fenômenos fundamentais durante la maduración de quesos. In: CURSO NACIONAL DE LEITE E DERIVADOS, 1., 1973, Belo Horizonte. **Resumos...** Belo Horizonte: FAO/UFMG, 1973.

TEIXEIRA, E.; MEINERT, E. M.; BARBETTA, P. A. **Análise sensorial de alimentos**. Florianópolis, SC: Ed. da Universidade Federal de Santa Catarina. 1987. 180 p.

THOMAS, T. D.; PEARCE, K. N. Influence of salt on lactose fermentation and proteolysis in Cheddar cheese. **New Zealand Journal of Dairy Science and Technology**, Wellington, v. 16, n. 2, p. 253-259, Feb. 1981.

VISSER, S. Proteolytic enzymes and their relation to cheese ripening and flavor: an overview. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 76, n. 1, p. 329-350, Jan. 1993.

WANDECK, F. A. Aspectos bioquímicos de maturação de queijos. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 164, n. 164, p. 1-9, set./out. 1972.

WILLIAMS, A. A.; LANGRON, S. P. The use of free-choice profiling for the evaluation of commercial ports. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 35, n. 5, p. 558-568, Sept./Oct. 1984.

WOLFSHOON-POMBO, A. F. Índices de proteólise em alguns queijos brasileiros. **Boletim do leite**, Rio de Janeiro, RJ, v. 51, n. 661, p. 1- 8, nov. 1983.

WOLFSHOON-POMBO, A. F.; CASAGRANDE, H. R.; LOURENÇO NETO, J. P. M.; MUNCK, A. V. Alterações do queijo minas frescal durante o período de armazenamento. **Revista do Instituto de laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 39, n. 233, p. 3- 9, maio/jun. 1984.

WONG, N. Milk-cloting enzymes and cheese chemistry. In: WEBB, B. H.; JOHNSON, A. H.; ALFORD, J. A. **Cheese chemistry, fundamentals of dairy chemistry**. Westport: The Avi Publishing, 1980. p. 34-44.