

SONIA DE OLIVEIRA DUQUE PACIULLI

**PROTEÓLISE EM QUEIJO TIPO GORGONZOLA, ELABORADO COM LEITE
PASTEURIZADO PELOS SISTEMAS HTST E EJETOR DE VAPOR**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Pós-graduação em Ciências dos Alimentos, para obtenção do título de "Mestre".

Orientador

Prof. Luiz Ronaldo de Abreu

LAVRAS

MINAS GERAIS - BRASIL

1996

Ficha Catalográfica preparada pela Seção de Classificação e Catalogação da
Biblioteca Central da UFLA

Paciulli, Sonia de Oliveira Duque

Proteólise em queijo tipo Gorgonzola, elaborado com leite pasteurizado
pelos sistemas HTST e Ejetor de Vapor / Sonia de Oliveira Duque
Paciulli. --

Lavras : UFLA, 1996.

79 p. il.

Orientador: Luiz Ronaldo de Abreu.

Dissertação (Mestrado) - UFLA.

Bibliografia.

1. Queijo - Fabricação. 2. Proteólise. 3. Maturação. 4. Leite pasteu-
rizado. 5. Rendimento. 6. Ciências dos Alimentos. 7. Pateurização.
8. Análise físico-química. 9. HTST. 10. Ejetor de Vapor. I. Universi-
dade Federal de Lavras. II. Título.

CDD - 637.3

SONIA DE OLIVEIRA DUQUE PACIULLI

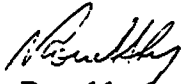
**PROTEÓLISE EM QUELJO TIPO GORGONZOLA, ELABORADO COM LEITE
PASTEURIZADO PELOS SISTEMAS HTST E EJETOR DE VAPOR**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Pós-graduação em Ciências dos Alimentos, para obtenção do título de "Mestre".

APROVADA em 30/08/96


Prof. Vânia Déa de Carvalho


Prof. Mauro Mansur Furtado


Prof. Luiz Ronaldo de Abreu
Orientador

Aos meus amigos

COMO HOMENAGEM

Aos meus pais, Jandyra e José

OFEREÇO

**À meu marido, Alberto
pelo exemplo de amor e amizade**

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela sua presença constante e conforto.

À Universidade Federal de Lavras, UFLA, através do Departamento de Ciências dos Alimentos, que possibilitou a realização deste trabalho.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CnPq), pelo apoio financeiro e oportunidade concedida.

Aos professores Múcio Mansur Furtado e Luiz Ronaldo de Abreu pela orientação, apoio, amizade e disponibilidade nas horas críticas durante o decorrer deste trabalho.

Ao laticínio responsável pela concessão de todo material para realização do projeto, e à todos funcionários pela amizade e pelo auxílio na execução do trabalho. E em especial àqueles integrantes do painel de avaliação sensorial, pela disponibilidade e grande contribuição durante os testes sensoriais.

Aos professores Urquiza e Vânia Déa, pelo apoio, incentivo e colaboração enriquecedora durante toda realização do trabalho.

Às laboratoristas Tina e Sandra pelas contribuições e principalmente pelo carinho durante a fase experimental.

Ao laboratório de Bioquímica de Frutos, e principalmente a funcionária Mércia pela valiosa contribuição e concessão de equipamentos essenciais à realização deste trabalho.

Aos professores Adimilson Bosco Chitarra e Maria Izabel Chitarra, pelos relevantes serviços prestados ao programa de pós-graduação em Ciências dos Alimentos.

Aos departamentos de Sementes e Biologia da UFLA pelo empréstimo de equipamentos durante a fase experimental.

Aos funcionários da Biblioteca Central pelo auxílio e correção das referências bibliográficas.

Aos funcionários do DCA e da EPAMIG pela amizade e pelo auxílio na execução do projeto.

Aos amigos Luciana, Giovanni, Heide, Lurdinha, Tereza, Andréia, Julieta, Baiano, Claudia, Solano, Márcia e Zeca pelo agradável convívio e amizade.

Enfim a todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram com a elaboração deste trabalho.

Muito obrigada!

SUMÁRIO

	Páginas
LISTA DE TABELAS	viii
LISTA DE FIGURAS	ix
RESUMO	xi
ABSTRACT	xiii
1 INTRODUÇÃO	01
2 REVISÃO DE LITERATURA	04
2.1 O queijo tipo Gorgonzola	04
2.2 Pasteurização	06
2.2.1 Influência da pasteurização sobre os componentes do leite	10
2.2.1.1 Proteínas e gordura.....	10
2.3 Rendimento	11
2.4 A maturação do queijo	12
2.4.1 Proteólise	13
2.4.1.1 Atividade proteolítica do mofo	14
2.4.2 Fatores que afetam a maturação	17
2.4.2.1 Efeito do pH	17
2.4.2.2 Efeito do teor de sal e umidade	18
2.5 Sabor amargo em queijos	19
2.6 Índices de maturação	20
2.6.1 Extensão de maturação	20
2.6.2 Profundidade de maturação	20
3 MATERIAL E MÉTODOS	22
3.1 Pasteurização do leite	22
3.2 Análises físico-químicas do leite cru e do leite pasteurizado	22
3.2.1 pH.....	23
3.2.2 Acidez titulável	23
3.2.3 Extrato seco total (EST)	23
3.2.4 Gordura	23
3.2.5 Densidade	24
3.2.6 Determinação de nitrogênio total (NT) e Proteína bruta (PB)	24

3.2.7	Crioscopia	24
3.2.8	Grau de desnaturação (Soroproteínas)	24
3.3	Análises do soro: no corte e no ponto	25
3.4	Cálculos das porcentagens de transição de gordura, sólidos totais e proteína do leite para o queijo	25
3.5	Cálculos de rendimento de fabricação	26
3.6	Fabricação do queijo	26
3.7	Maturação dos queijos	26
3.8	Análises físico-químicas do queijo	28
3.8.1	pH.....	28
3.8.2	Gordura	28
3.8.3	Sólidos totais	28
3.8.4	Umidade	29
3.8.5	Determinação do nitrogênio total (NT)	29
3.8.6	Proteína total	29
3.8.7	Sal	29
3.8.8	Atividade de água	29
3.9	Análises para acompanhamento da atividade proteolítica	30
3.9.1	Determinação dos teores de nitrogênio total (NT), Nitrogênio Solúvel (NS) e Nitrogênio Não Proteico (NPN)	30
3.9.2	Cálculo dos índices de extensão e profundidade da proteólise	30
3.9.3	Tirosina e Triptofano	31
3.10	Análise sensorial	32
3.11	Análises estatísticas	33
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
4.1	Composição físico-química do soro e leite pasteurizado pelos sistemas HTST e Ejetor de Vapor	37
4.1.1	Fosfatase alcalina e Peroxidase	38
4.2	Retenção dos componentes na coalhada e rendimento	39
4.3	Composição físico-química do queijo tipo Gorgonzola	43
4.4	Composição dos queijos durante a maturação	43
4.4.1	Porcentagem de sal e atividade de água (Aw)	43
4.4.2	pH	46
4.4.3	Proteólise durante a maturação	48
4.4.3.1	Tirosina e triptofano em queijos	52
4.5	Análise sensorial	54
5	CONCLUSÕES	58
6	BIBLIOGRAFIA	60
7	ANEXOS	69

LISTA DE TABELAS

Tabela		Página
1	Composição físico-química média do queijo tipo Gorgonzola	5
2	Resultados da composição média* (%) do leite e soro com seu respectivos erros padrões	38
3	Teste de fosfatase alcalina e peroxidase no leite cru, fervido e submetidos aos sistemas de pasteurização HTST e Ejetor de Vapor	39
4	Porcentagem de desnaturação, rendimento (expressos em L de leite/ Kg de queijo) e retenção dos diferentes componentes do leite pasteurizado pelos dois sistemas na fabricação do queijo tipo Gorgonzola com seus respectivos erros padrões	40
5	Composição média dos queijos aos 5 dias de maturação	43
6	Evolução do pH durante os períodos de maturação para os queijos fabricados com leite pasteurizado pelos sistemas HTST e Ejetor de Vapor	47

LISTA DE FIGURAS

Figuras		Página
1	Representação esquemática de um aparelho ejetor de vapor	09
2	Esquema geral da proteólise da caseína no queijo tipo Gorgonzola	16
3	Extensão e profundidade da proteólise	21
4	Fluxograma da fabricação do queijo tipo Gorgonzola	27
5	Ficha de avaliação sensorial do queijo tipo Gorgonzola	34
6	Características avaliadas na análise sensorial	35
7	Ficha de resposta do teste de aceitação	36
8	Valores de sal/umidade obtidos durante os diferentes períodos de maturação do queijo tipo Gorgonzola, UFLA, Lavras-MG, 1996	44
9	Valores de A_w obtidos durante os diferentes períodos de maturação do queijo tipo Gorgonzola, UFLA, Lavras-MG, 1996	46
10	Valores de pH obtidos durante os diferentes períodos de maturação do queijo tipo Gorgonzola, produzidos pelos sistemas HTST e Ejetor de Vapor. UFLA, Lavras-MG, 1996	48
11	Fotografias obtidas dos queijos tipo Gorgonzola fabricados com leite pasteurizado pelos sistemas Ejetor de Vapor (E) e HTST (H) aos 45 e 65 dias.....	50

12	Evolução do índice de extensão de maturação do queijo tipo Gorgonzola produzido com leite pasteurizado pelos sistemas HTST e Ejetor de Vapor. UFLA, Lavras-MG, 1996	51
13	Evolução do índice de profundidade de maturação no queijo tipo Gorgonzola produzido com leite pasteurizado pelos sistemas HTST e Ejetor de Vapor. UFLA, Lavras-MG, 1996	52
14	Evolução do teor de tirosina no queijo tipo Gorgonzola produzido com leite pasteurizado pelos sistemas HTST e Ejetor de Vapor. UFLA, Lavras-MG, 1996	53
15	Evolução do teor de triptofano no queijo tipo Gorgonzola produzido com leite pasteurizado pelos sistemas HTST e Ejetor de Vapor. UFLA, Lavras-MG, 1996	54
16	Resultados da avaliação sensorial para o queijo tipo Gorgonzola aos 65 dias de maturação, produzido com leite pasteurizado pelos sistemas HTST e Ejetor de Vapor. UFLA, Lavras-MG, 1996	55
17	Resultados dos testes de aceitação para o queijo tipo Gorgonzola aos 65 dias de maturação, produzido com leite pasteurizado pelos sistemas HTST e Ejetor de Vapor. UFLA, Lavras-MG, 1996	56

RESUMO

PACIULLI, Sonia de Oliveira Duque. **Proteólise em queijos tipo Gorgonzola, elaborado com leite pasteurizado pelos sistemas HTST e Ejetor de Vapor.** Lavras: UFLA, 1996. 76p. (Dissertação - Mestrado em Ciências dos Alimentos).

O queijo tipo Gorgonzola foi elaborado com leite pasteurizado por dois sistemas de pasteurização (HTST e Ejetor de vapor). Neste estudo analisou-se o leite pasteurizado pelos diferentes sistemas, a transição dos componentes do leite para o queijo e o rendimento. Além disso, o queijo produzido foi analisado durante vários períodos de maturação (5, 25, 45, 65, 85 dias) para os índices de maturação (extensão e profundidade) e para os teores de tirosina e triptofano.

Respecto Durante todo período de maturação, os índices mais elevados de extensão e profundidade (% Nitrogênio Solúvel / Nitrogênio total e % Nitrogênio Não Protéico/Nitrogênio Total, respectivamente) foram obtidos pelo sistema HTST, indicando uma maior atividade proteolítica nestes queijos. O índice de profundidade reflete sobretudo, o papel importante que exerce as proteases do *Penicillium roqueforti* na degradação da caseína. Os resultados obtidos para os teores de tirosina e triptofano ^{seguiram} ~~seguem~~ a mesma tendência observada para os índices de extensão e profundidade. A análise sensorial ^{de 65 dias} ~~analisada~~ para os queijos aos 65 dias de maturação indicou que não houve, durante a maturação, diferença significativa ($P > 0,05$) entre os tratamentos com relação à aspecto exterior, cor, aroma, textura, consistência e sabor. Porém foi observada diferença

* Orientador: Luiz Ronaldo de Abreu, Membros da banca: Vania Déa de Carvalho e Mauro Mansur Furtado.

significativa ($P < 0,05$) entre os tratamentos com relação ao desenvolvimento do *Penicillium roqueforti* que devido a maior retenção de umidade e gordura nos queijos fabricados com leite pasteurizado pelo sistema Ejetor de vapor, levou a formação de uma massa mais macia e fechada, ocorrendo conseqüentemente, um menor desenvolvimento do mofo. Como a atividade das proteases é essencial na formação do aroma e sabor destes queijos, estas características se apresentaram levemente inferiores nos queijos fabricados com leite pasteurizado pelo sistema Ejetor de Vapor em relação ao sistema HTST. Nos queijos fabricados com leite pasteurizado pelo sistema HTST foi observado gosto amargo aos 65 dias de maturação, explicando portanto, a melhor aceitação do queijo fabricado pelo sistema Ejetor de Vapor. Embora os queijos fabricados com Ejetor de Vapor pareçam sugerir uma atividade proteolítica maior em relação ao tratamento HTST, devido a massa mais macia e pastosa, os resultados obtidos no presente trabalho permitem concluir que estas características são provenientes de uma maior incorporação de umidade e gordura na coalhada.

ABSTRACT

PROTEOLYSIS OF GORGONZOLA-TYPE CHEESES, MANUFACTURED WITH MILK PASTEURIZED BY HTST AND STEAM-EJECTOR SYSTEMS.

Gorgonzola-type cheese was manufactured with milk, pasteurized by two systems (HTST and steam ejector). In this study it was analyzed the milk pasteurized by the two different systems, the transition of the components from milk to cheese and cheese yield. In addition to the cheese was analyzed during several ripening periods (5, 25, 45, 65 and 85 days) for ripening indexes (extension and depth) and for both tyrosine and tryptophan contents. During ripening period, the highest indexes of ripening extension and depth (% soluble Nitrogen/total Nitrogen and non-protein Nitrogen/total Nitrogen, respectively) was obtained by the HTST system, which indicated a higher proteolytic activity in those cheeses. Overall, the ripening depth index reflected the important role played by the *Penicillium roqueforti* proteinase on casein breakdown. The results obtained for both tyrosine and tryptophan contents followed the same trends observed for ripening extension and depth indexes. The sensory analysis of the cheeses aged 65 days indicated that, during this period, there were no significant differences ($P > 0,05$) between treatments, concerning exterior aspect, color, aroma, texture, consistence and taste. Nevertheless, it was observed significant differences ($P < 0,05$) between treatments in relation to development of *Penicillium roqueforti*, indicating that, due to a higher retention of both water and fat by cheeses manufactured with milk pasteurized by the steam-ejector system, led to a formation of a softer and compact curd, occurring, therefore, a less mould development. Since proteinases activities are essential to aroma and taste formation of

this type of cheese, these characteristics were slightly lower in the cheeses manufactured with milk pasteurized by the steam-ejector system, as compared to the HTST system. In the analysis of acceptance of cheeses, it was verified a slightly difference between treatments. It was observed a bitter taste in the cheeses manufactured with milk pasteurized by the HTST system at 65 days of ripening, explaining therefore, the higher acceptance of the cheeses manufactured with milk pasteurized by the steam ejector system. Cheeses manufactured with milk pasteurized by the steam-ejector system, seems to have a higher proteolytic activity as compared to the HTST system, due to a softer and smoother curd, the results allow to conclude that those characteristics were due to a higher moisture and fat retention in the curd.

1 INTRODUÇÃO

A fabricação de queijos é um dos processos de preservação do leite, sobre o qual vão ocorrendo mudanças físicas, bioquímicas e físico-químicas, que são responsáveis pelas características organolépticas do produto final.

O queijo, no Brasil e no mundo é um dos produtos de laticínios que mais se difundiu e o que mais sofreu adaptações na técnica de elaboração, ocasionando conseqüentemente, o surgimento dos vários tipos existentes. De acordo com Stobberup (1985), é possível elaborar um grande número de queijos a partir da mesma matéria-prima, alterando apenas a técnica de elaboração e maturação.

Dentre os vários tipos de queijos fabricados no Brasil, a família dos queijos azuis tem se tornado cada vez mais popular dado ao seu excelente e pronunciado sabor, além de sua alta rentabilidade, proveniente de seu elevado teor de umidade (Furtado 1976).

O queijo tipo Gorgonzola, é um dos principais tipos de queijo azul, maturado internamente pelo *Penicillium roqueforti*, sendo considerado um dos queijos italianos mais tradicional e conhecido em todo mundo, principalmente por consumidores de paladar apurado. Possui como característica peculiar, a presença de veias azuis e o sabor picante, originado da intensa atividade proteolítica do mofo sobre as diversas frações protéicas do queijo durante as várias etapas de processamento e maturação.

No Brasil, este queijo é produzido por indústria de laticínios concentradas principalmente no sul de Minas Gerais. O consumo de queijos tipo Gorgonzola tanto "in natura" ou ainda como ingrediente em queijos processados, saladas e temperos especiais vem tendo notável crescimento recentemente. De acordo com Furtado (1991), seu consumo vem crescendo significativamente em nosso país, principalmente nas regiões de São Paulo e Rio de Janeiro. Sua produção em 1995 foi de 1500 a 2000 toneladas contra 681 toneladas em 1986 .

O tratamento térmico do leite destinado à fabricação deste queijo permite a padronização tecnológica , a uniformização do sabor e redução da incidência de defeitos e perdas , devido a fermentações anormais, sendo considerado portanto, um dos fatores indispensáveis para a qualidade do queijo oferecido no mercado.

A substituição dos sistemas descontínuos de pasteurização do leite destinado à fabricação de queijos (ejetor de vapor, injetor de vapor, camisa de vapor) pelos sistemas contínuo (HTST ou sistemas de placas) tanto pelas pequenas, quanto pelas grandes indústrias de laticínios tornou-se comum face aos avanços tecnológicos recentes. Entretanto, observações práticas têm demonstrado que queijos tipo Gorgonzola fabricados com leites pasteurizado pelo sistemas de pasteurização HTST e Ejetor e Vapor, apresentam sensíveis diferenças em suas características finais, principalmente àquelas referentes textura e sabor, devido provavelmente à modificações na atividade proteolítica provocadas pelo sistema Ejetor de Vapor. Estudos comparando as características físico, físico-químicas e bioquímicas do queijo Prato fabricado com o leite pasteurizado pelo sistema de ejetor de vapor tem sido realizados e os seus resultados comparados àqueles obtidos, quando o leite é tratado pelos processos HTST tradicional. Wolfschoon-Pombo e Furtado (1983); Ventura e Rusig (1984), citam que o ejetor de vapor leva à obtenção de um queijo Prato diferente daquele elaborado com leite pasteurizado pelo processo HTST, sendo portanto, considerado um sistema ideal de pasteurização do leite para fabricação destes queijos e

todos os tipos de queijos macios, tais como os azuis.

O presente trabalho, dando prosseguimento à linha de pesquisa mencionada acima, constitui-se da comparação dos processos de pasteurização HTST e Ejetor de vapor, durante a fabricação, processamento e maturação de queijos do tipo Gorgonzola, tendo como objetivos:

Objetivo Geral:

Verificar as diferenças proteolíticas e texturais dos queijos tipo Gorgonzola, fabricados com leite pasteurizado pelos sistemas HTST e Ejetor de Vapor.

Objetivos específicos:

- Avaliar diferenças no rendimento dos queijos em função dos dois sistemas de pasteurização;**
- Avaliar os principais índices de proteólise:
 - . extensão de maturação;**
 - . profundidade de maturação;**
 - . os valores de tirosina e triptofano;****
- Verificar a influência dos dois sistemas de pasteurização nas características organolépticas do queijo;**

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 O queijo tipo Gorgonzola

O queijo tipo Gorgonzola originou-se no 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; a massa maturada possui textura aberta com veias azuis esverdeadas devido ao crescimento interno do *Penicillium roqueforti* (Furtado e Lourenço Neto, 1994). É elaborado em cerca de 14 fábricas, todas no estado de Minas Gerais, basicamente pela mesma tecnologia que o leva a uma semelhança muito maior com o Danablu dinamarquês do que com qualquer uma das variedades do Gorgonzola italiano (Furtado, Casagrande e Freitas, 1984).

O conhecimento e controle das várias alterações que ocorrem durante as várias etapas de processamento e maturação do queijo, constituem mecanismos indispensáveis no aprimoramento e uniformização da qualidade deste produto. Furtado (1976), cita que através de alterações e controle das 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*.

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

As principais transformações bioquímicas no queijo Gorgonzola ocorrem a nível de carboidratos, lipídios e proteínas e são decisivas junto às físico-químicas (pH, Eh) e ao teor de água, fatores fundamentais para a consistência e textura do queijo (Wolfschoon-Pombo, 1983). Furtado e Lourenço Neto (1994) observaram que as diversas modificações provocadas pelo ejetor de vapor permitem a obtenção de um 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).

TABELA 1 - Composição físico-química média do queijo tipo Gorgonzola

Componentes	Quantidade
Umidade (%)	43,0-45,0
GES (%)*	48,0-53,0
Proteína	21,0
Sal (%)	3,0-3,5
pH	5,7-6,8
Sal/umidade (%)	8,1
Gordura (%)	28,0-30,0

* GES = Gordura no Extrato seco (queijos de maturação completa).

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

2.2 Pasteurização

A aplicação do calor pela ebulição, através da fervura, utilizada desde os tempos remotos, embora evitasse os surtos de doenças causadas pelo leite e prolongasse seu tempo de conservação, não era adequada em face dos danos visíveis e alterações, provocando um equilíbrio pouco estável dos componentes desse produto (Busani e Oliveira, 1989). A pasteurização veio suprir a necessidade de se encontrar um meio que garantisse a conservação do leite, bem como a de preservar suas características naturais.

De acordo com o Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal, Brasil (1980), entende-se por pasteurização, o emprego conveniente do calor, com o fim de destruir totalmente a flora microbiana patogênica sem alteração sensível da constituição física e do equilíbrio químico do leite, sem prejuízo dos seus elementos bioquímicos, assim como de suas propriedades organolépticas normais.

A legislação brasileira (Brasil, 1980), proíbe a fabricação de queijos com leite cru, exceto àqueles que possuem um maturação superior a 60 dias. O emprego de leite cru na fabricação de queijos de maturação prolongada, embora não acarrete riscos de contaminantes patogênicos, não é recomendado, devido às condições de produção de leite e ao clima no Brasil que são extremamente favoráveis a contaminações e desenvolvimento microbiológico.

O tratamento térmico do leite destinado a fabricação de queijo é um dos fatores responsáveis pela qualidade do produto oferecido no mercado. É também essencial para evitar defeitos no flavor e textura dos queijos azuis, sendo considerado um dos processos tecnológicos de maior importância na indústria de laticínios. Furtado (1983), cita que a adoção de temperaturas de pasteurização diferentes para o leite destinado à fabricação do queijo é essencial para a obtenção de um produto de excelente qualidade microbiológica e sabor mais agradável, além de tornar o meio mais adequado ao desenvolvimento do fermento láctico.

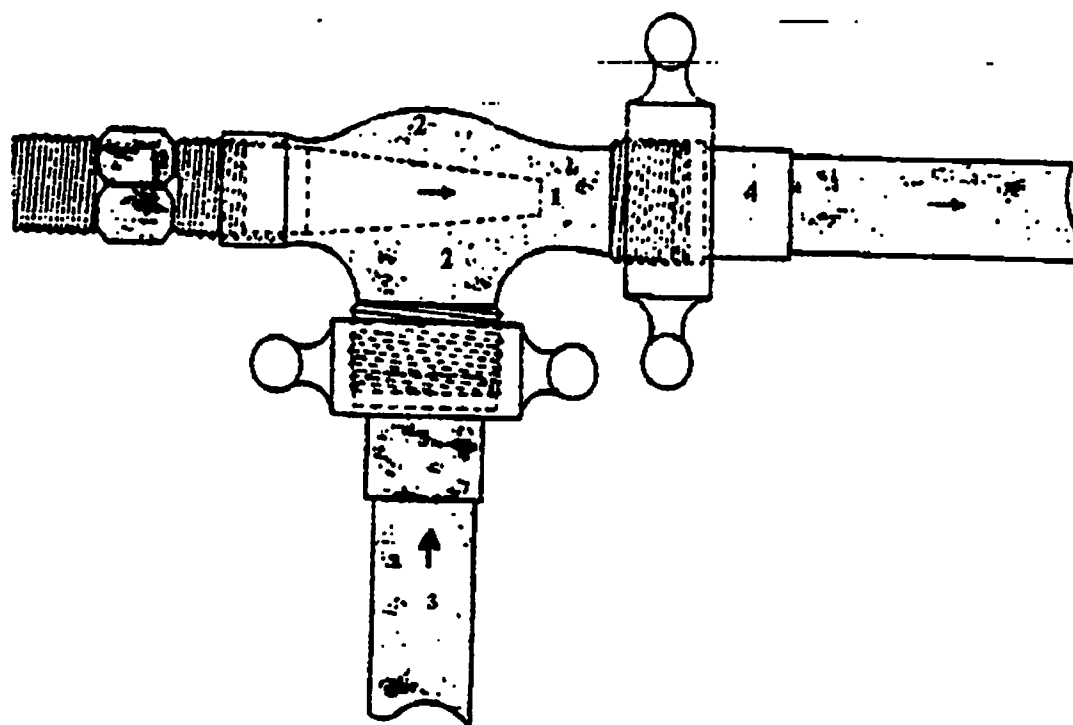
A pasteurização do leite pode se efetuada de várias formas ou processos, utilizando-se os mais variados tipos de equipamentos. Dentre os vários métodos utilizados, existem dois grupos principais, baseados na existência ou não de uma parede condutora de calor entre os meios interferentes. Os primeiros, são denominados sistemas indiretos e os segundos, sistemas diretos, ambos caracterizados segundo o fluxo, ou seja, contínuo ou descontínuo.

Oficialmente a fabricação de queijos é realizada com o leite pasteurizado tanto pelo processo HTST (sistema de placas), injeção direta de vapor, calor indireto (camisa de vapor) e pelo ejetor de vapor.

A pasteurização HTST (sistema de placas), adota o aquecimento e resfriamento indireto, ou seja, o leite não entra em contato direto com o fluido aquecente pois existe uma parede metálica que os separa. Praticamente, a totalidade dos aquecedores em laticínios utiliza o sistema indireto; esse princípio é empregado principalmente nos pasteurizadores de placas e tubulares em fluxo contínuo e tanques de pasteurização lenta em fluxo descontínuo (Ventura e Rusig, 1983). No sistema de placas (HTST), a pasteurização é realizada pelo aquecimento rigorosamente uniforme do leite à temperatura de $\pm 75^{\circ}\text{C}$ durante ± 15 segundos, tempo denominado de retenção. Este sistema permite o emprego do leite pasteurizado em vários de produtos de laticínios, daí a preferência pelas indústrias de laticínios em relação ao ejetor de vapor.

O ejetor de vapor foi o primeiro sistema de pasteurização empregado no Brasil, sendo um processo bastante difundido no sul de Minas Gerais (Furtado, Wolfschoon-Pombo e Ventura 1988). Na pasteurização lenta (ejetor de vapor, injeção direta de vapor), ocorre o aquecimento direto do leite, ou seja, o leite entra em contato com o vapor de água, que cede calor em contato com o leite, provocando mudança no estado físico, ou seja, passa do estado de vapor a líquido, sendo incorporando ao leite (Ventura e Rusig, 1983). O Ejetor de Vapor é constituído essencialmente de duas peças principais (conforme mostrado na figura 1): um corpo em formato de

um T e o outro em formanto cônico que é denominado bico, possui ainda acessórios complementares que permitem a conexão dos terminais do aparelho à linha de vapor, tubulação de leite e tubulação de mistura (Furtado, Wolfschoon-Pombo, Ventura, 1988 e Ventura, 1984). O bico introduz um jato de vapor no seio de uma câmara de expansão, onde ocorre o princípio de funcionamento do ejetor que é o efeito de Venturin (Ventura e Rusig 1984), o qual diz que um fluido percorrendo uma tubulação, quando obrigado a transpor um estrangulamento, tem aumentada sua velocidade e, conseqüentemente, há uma redução da pressão (Ventura, 1984). A condensação do vapor provoca uma diluição do leite, e de acordo com Furtado e Loureço Neto (1994) a incorporação de água pode variar de 8 a 10% em função da pressão de vapor e da temperatura inicial do leite cru. Essas duas características fazem com que o leite após o tratamento apresente acidez menor, além de eliminar odores estranhos ao leite, arrastados pelo vapor de água, reduzindo também o gás carbônico do mesmo (Ventura e Rusig, 1983). Ventura e Rusig (1984), observaram que para cada aumento de 5% da diluição há uma redução correspondente na acidez titulável de 1 °D. A diluição do leite na fabricação do queijo apresenta sensível influência na formação do coágulo, dada a diminuição do conteúdo de ácido láctico no queijo, influenciando sensivelmente na textura, permitindo a obtenção de uma textura mais macia (Ventura, 1984; ILCT 1973).



- 1 - Bico de Vapor
- 2 - Câmara de Vácuo
- 3 - Entrada de leite Crú
- 4 - Saída da mistura de leite e vapor

FIGURA 1 - Representação esquemática de um aparelho ejetor de vapor (Ribeiro, 1947)

2.2.1 Influência da pasteurização sobre os componentes do leite

Quando o leite é submetido a tratamentos térmicos uma série de alterações são observadas na sua composição físico-química.

No processo de fabricação de queijos, a maior parte da gordura e proteínas, 30-50% dos minerais, algumas proteínas do soro e parte da lactose contribuem para a formação do extrato seco do queijo, afetando diretamente a sua composição (Marziali e Ng-Kwa-Hang, 1986). Logo, o tipo de tratamento térmico a que é submetido o leite destinado a fabricação de queijos, é muito importante para a qualidade final do produto, já que o mesmo conduz a mudanças nos vários constituintes do leite (San José, 1979 e Hashizume e Sato, 1988), principalmente nas diferentes frações protéicas e, correspondemente, na distribuição de nitrogênio das mesmas (Wolfschoon-Pombo, 1983).

2.2.1.1 Proteínas e gordura

O leite bovino apresenta em sua constituição vários compostos nitrogenados, dos quais aproximadamente 95% ocorrem como proteínas e 5% como compostos nitrogenados não protéicos. A proteína do leite é um composto orgânico, bastante complexa e possui peso molecular elevado. As substâncias nitrogenadas do leite podem ser divididas em cinco frações: caseína, β -lactoglobulina, α -lactoalbumina, proteose-peptona e nitrogênio não protéico.

A caseína, a principal fração proteica do leite bovino corresponde a cerca de 80% da do total da fração protéica (Walstra e Jenness, 1984), possui estrutura estável, encontra-se sob a forma coloidal, sendo extremamente importante para a coagulação, e está estreitamente ligada ao rendimento de queijos, ou seja, quanto maior o conteúdo de caseína do leite, maior o rendimento.

A temperatura a que o leite é submetido durante o processamento conduz a mudanças físico-químicas nas diferentes frações protéicas, afetando entretanto, mais as proteínas do soro do que as caseínas (Wolfschoon-Pombo, Fernandez e Granzinoli, 1982). É também considerada como um fator limitante no mecanismo de degradação das proteínas e conseqüentemente na liberação de amônia e H_2S , visto que, a pasteurização age como agente de destruição das floras proteolíticas e inativação de enzimas indispensáveis aos processos, influenciando, o desenvolvimento característico do queijo (Wandeck, 1972).

O teor de gordura, acidez titulável, densidade e porcentagem de sólidos totais do leite tratado pelo Ejetor de vapor sofrem um decréscimo em conseqüência da diluição do leite em relação ao HTST, porém, isto não causa uma variação elevada na composição dos queijos fabricados pelos dois processos (Ventura e Rusig, 1984). Admite-se que o processo de pasteurização usando ejetor de vapor, reduz o tamanho dos glóbulos de gordura fazendo com que haja maior retenção dos mesmos na coalhada, e que a intensidade do tratamento térmico permite também a retenção das soroproteínas parcialmente desnaturadas e complexadas com as caseínas (Ventura et al. 1984). O equilíbrio observado entre gorduras e proteínas favorece simultaneamente, o desenvolvimento normal da cultura microbiana maturante e o sabor do queijo, contribuindo também para o seu valor alimentar (SEAB 1992).

2.3 Rendimento

A quantidade de queijo com determinado conteúdo de umidade, produzida a partir de um volume fixo de leite, com um dado conteúdo de gordura é definida como rendimento o fabricação de queijos (Kosikowski, 1977).

Tendo em vista que a qualidade e o rendimento são as principais preocupações da indústria queijeira, as pequenas diferenças de produção observadas em queijos fabricados com leite pasteurizado por diferentes sistemas é de interesse prático e econômico. Santos (1990), SEAB (1992), Banks et al. (1981), Kosikowski (1977), citam que os principais fatores que afetam o rendimento dos queijos são a composição do leite, em especial a quantidade de gordura e caseína, a porcentagem de transição dos constituintes do leite para queijo e a quantidade de umidade retida no queijo, além da incorporação de sais insolúveis e concentração de sal (NaCl) adicionado à massa. Folegatti (1994), comenta que, além desses fatores os tratamentos térmicos e mecânicos aplicados ao leite e ao coágulo durante o processamento, também influenciam de modo sensível no rendimento.

2.4 A Maturação do Queijo

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

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, mofo 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 a formação de uma mistura complexa de produtos de decomposição incluindo os peptídeos, aminas, tióis, aminoácidos, ácidos,

ácidos orgânicos, dióxido de carbono, tioésteres, ácidos graxos, lactonas, álcoois e metil-cetonas que são responsáveis pelas características de flavor dos queijos e são determinantes para formação do sabor e aroma específico para cada variedade.

A textura é considerada um dos fenômenos mais característicos da maturação (Wandeck, 1972), e é extremamente dependente do pH, proporção da caseína e umidade no queijo (Lawrence, Creamer e Gilles, 1987). A atividade proteolítica insuficiente e falta de umidade tende a um aumento no endurecimento na massa de queijos (Kinsella e Hwang, 1976). Entretanto uma atividade proteolítica mais intensa vai resultar por sua vez em maior degradação principalmente da α_{s1} -caseína e em uma consistência mais macia e em um aroma mais pronunciado (Wolfschoon-Pombo, 1983; De Jong, 1976).

2.4.1 Proteólise

Enquanto a lipólise e glicólise são pontos críticos para algumas variedades de queijos tais como os queijos azuis, especialmente para as variedades italianas duras e queijos tipo Suíço (são 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 para formação dos precursores do flavor em todas variedades de queijos (Gonzalez De Llano, Polo e Ramos, 1995).

De acordo com Fox (1989) a proteólise pode ser dividida em três fases:

- proteólise do leite antes da fabricação dos queijos;
- a coagulação enzimática do leite;

- proteólise durante a maturação.

A ação de enzimas proteolíticas sobre as frações protéicas do leite e derivados leva ao aparecimento gradual de proteoses-peptonas, peptídios e aminoácidos, que é proporcional à atividade enzimática (Retzl e Sghedoni, 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 e Hwang (1976), Gonzalez De Llano, Polo e Ramos (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: através da formação direta de "flavor" ou "off flavor"; pelo aumento da liberação de compostos com sabor durante a mastigação; através das modificações de pH (através da formação de NH_3) e pelas alterações na textura.

Basicamente, os fatores que determinam alterações na textura em todas variedades de queijos, são os mesmos, já que, componentes tais como reninas, 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 diferentes variedades (Lawrence, Creamer e Gilles 1987).

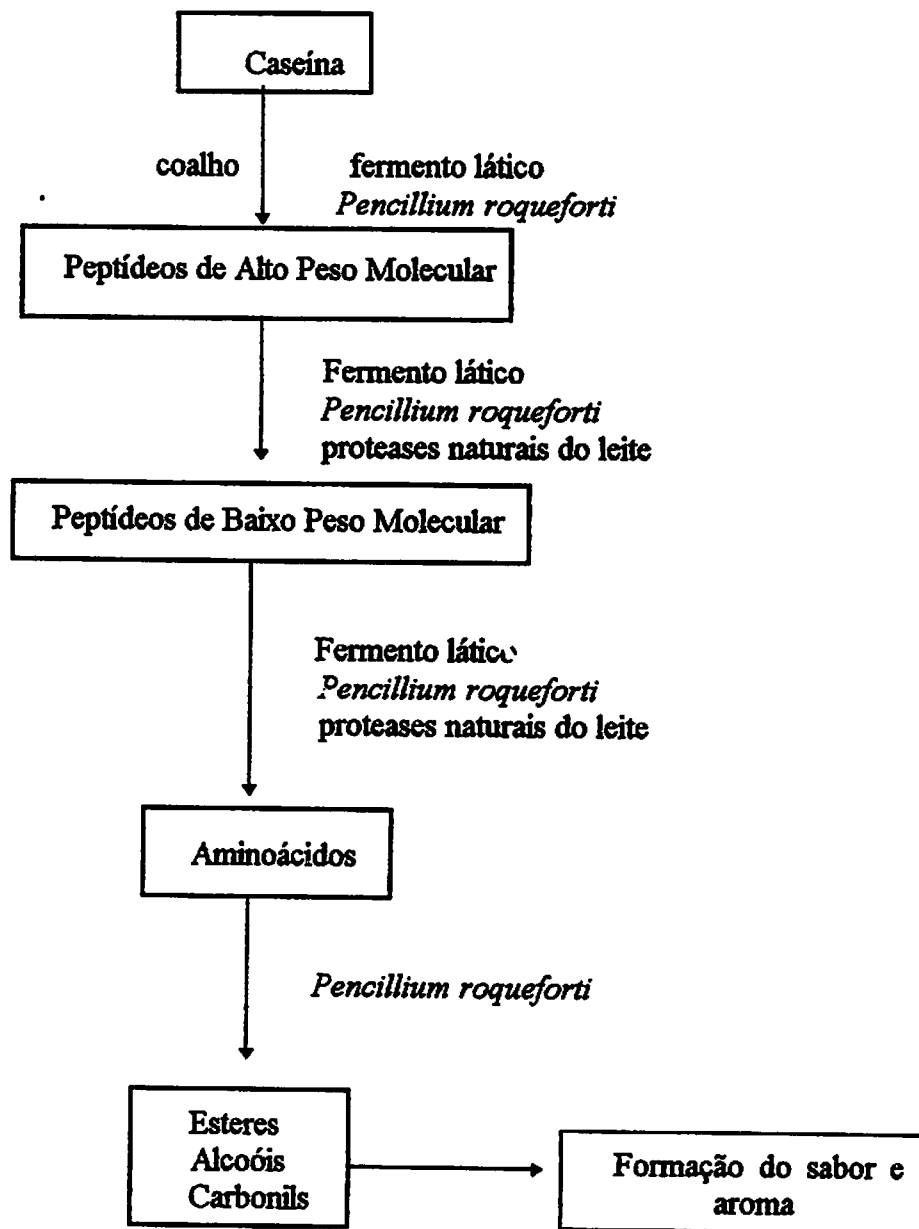
2.4.1.1 Atividade proteolítica do mofo

A atividade proteolítica do *Penicillium roqueforti* e *Penicillium camembert* são bastante similares, ambas sintetizam uma metaloproteinase e uma proteinase ácida, assim como carboxipeptidase ácida e aminopeptidase alcalina (Gripon, 1987) que, são responsáveis pela

degradação da caseína provocam a transformação da caseína insolúvel em fragmentos de nitrogenados solúveis em ácido (Schlesser, Schmidt e Speckman, 1992) conforme mostrado na figura 2.

O *Penicillium roqueforti* é aeróbio, e devido a disponibilidade de nutrientes e à falta de competição de outros microrganismos seu crescimento vegetativo é máximo nas 3 a 7 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 especiais, especialmente as referentes a textura e sabor. A proteólise no queijo tipo Gorgonzola (20 a 30% da denaturação protéica), quando comparada a outros tipos de queijos é particularmente alta (Kinsella e Hwang, 1976; Gripon, 1987). De acordo com Kinsella e Hwang (1976) a atividade proteolítica ocorre mais rapidamente no início da maturação quando o crescimento do mofo é máximo.

Lindquist e Storgards (1959) e Gripon (1987) descreveram que tanto a α -como a β -caseínas são hidrolizadas durante a maturação de queijos com *Penicillium roqueforti*. Através de análises eletroforéticas, Gripon (1987) observou uma concentração extremamente baixa destas caseínas no fim da maturação. Mpagana e Hardy (1985) estudaram os efeitos do armazenamento na proteólise e textura do queijo tipo Camembert e verificaram um aumento na proporção do SN: NT com o aumento do período de armazenamento. Devoyod, Bret, Auclair (1968), Ismail e Hansem (1972) descrevem que no fim da maturação o N solúvel e 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 produtos (Gripon, 1987).



Fonte: Adaptado de Law (1981)

FIGURA 2 - Esquema geral da próteólise da caseína na queijo tipo Gorgonzola.

A hidrólise da proteína é progressiva durante o armazenamento e a caseína é convertida numa proporção de 20 a 40% em compostos nitrogenados não-proteicos incluindo aminoácidos (10 a 15%) e amônia (Kinsella e Hwang 1976). De acordo com Lawrence, Creamer e Gilles (1987) pequenas alterações na proporção de caseína e umidade podem resultar em alterações relativamente grandes na atividade proteolítica. Schelessner, Schmidt e Speckman (1992) citam que o aumento da atividade de água durante o armazenamento pode ser atribuída à hidrólise da caseína.

2.4.2 Fatores que afetam a maturação

2.4.2.1 Efeito do pH

Os microrganismos são responsáveis pela alteração da textura e do sabor do queijo, devido à produção do ácido lático e de outros compostos a partir da lactose (Furtado 1983), que vão expressar uma redução do pH durante a maturação durante a fase inicial da maturação (Wandek 1972). Após esta fase inicial, foi observado um 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 um papel regulador muito importante durante a maturação. Finalmente, o aumento do pH no queijo tipo Gorgonzola durante a maturação leva a uma porcentagem maior de aminoácidos livres caracterizando uma atividade proteolítica intensa nestes queijos (Wong, 1980 e Furtado et al., 1982).

2.4.1.2 Efeito do teor de sal e umidade

Os fenômenos físico-químicos e bioquímicos que caracterizam o processo de maturação do queijo são extremamente afetados pelo teor de sal/umidade (Thomas e 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 e 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 e Fox, (1981) observaram que devido a ação do sal a proteólise é mais limitada 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 e Fox (1981), Wong (1980) e Visser (1993), mostram que o teor 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 microorganismos e atividade enzimática, interferindo acentuadamente na atividade proteolítica das enzimas da parede celular e intracelulares dos microrganismos do fermento.

O fato da quimosina hidrolisar a α_{s1} -caseína mais extensamente que a hidrólise da β -caseína (Phelan, 1973; Lawrence, Creamer e Gilles, 1987) é especialmente uma conseqüência do nível do sal sobre a conformação da proteína. Wolfschoon-Pombo et al. (1984), demonstram 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 esse sistema em comparação ao sistema HTST.

2.5 Sabor amargo em queijos

Sendo considerado um dos problemas mais complexos, o sabor amargo surge durante a maturação ou estocagem do queijo 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 e de enzimas 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 e Marth, 1989; Sohal, Roebil e Jesen, 1988). Lemieux e Simard (1991) estudando sobre a formação de sabor amargo em queijos determinaram que a β -caseína é a principal precursora de aminoácidos hidrofóbicos. Estudos têm demonstrado que em queijos com maior degradação desta caseína possuem uma 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 caseína α (Furtado, 1984).

2.6 Índices de maturação

2.6.1 Extensão da maturação

Dentre as análises para monitorar a maturação do queijo que é determinante para sua qualidade final, as que determinam a proteólise são as mais usadas.

De acordo com o exposto por Wolfschoon-Pombo (1983) a atividade proteolítica é quantificada pelos índices de extensão e profundidade de maturação. A Figura 3 mostra os conceitos de extensão e profundidade de maturação. A extensão da proteólise ou índice de maturação se caracteriza pela quantidade de substâncias nitrogenadas solúveis (NS) em pH 4,6 acumuladas durante o processo, e expressadas como porcentagens do nitrogênio total (NT):

$$\text{Extensão: } \frac{\text{NS} \times 100}{\text{NT}}$$

Choisy et al. (1984) relatam que a ação do coalho residual sobre as caseínas, principalmente nas frações α e β elevam o teor de peptídeos de médio e baixo peso molecular, que compõem o chamado nitrogênio solúvel e, de acordo com Wolfschoon-Pombo et al. (1984), vão determinar a extensão da proteólise.

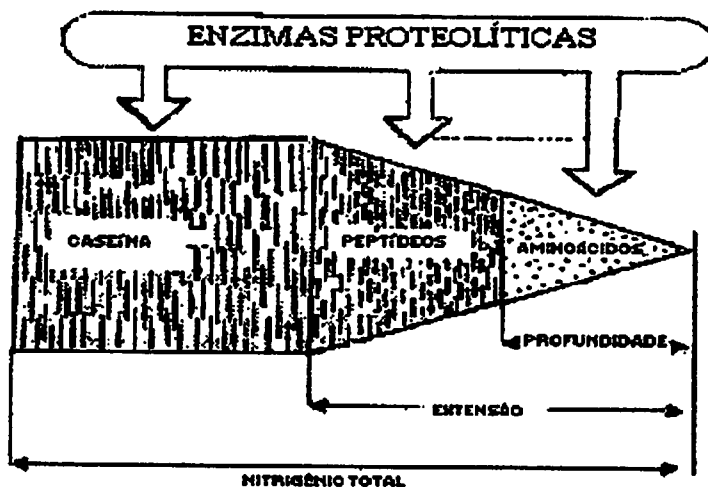
2.6.2 Índice de profundidade de maturação

A profundidade da proteólise abrange substâncias nitrogenadas de baixo peso molecular acumuladas durante o processo (aminoácidos, oligo-peptídeos, aminas...). É quantificada pelo teor de nitrogênio não protéico (NPN), solúvel em ácido tricloroacético (12%),

ou pela determinação direta dos aminoácidos produzidos e expressados como percentual da proteína total (Wolfschoon-Pombo 1983):

$$\text{Profundidade} = \frac{\text{NNP} \times 100}{\text{NT}}$$

A determinação deste índice é importante, pois é diretamente proporcional à ação de endo e exopeptidases liberadas pelo *P. roqueforti* que produzem aminoácidos responsáveis pelo sabor típico do queijo Gorgonzola.



Fonte: Steffen, 1977, citado por Wolfschoon-Pombo, 1983.

FIGURA 3 - Extensão e Profundidade da proteólise



3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Pasteurização do leite

O leite termizado (65 °C por 15 segundos - com teor de gordura médio em torno de 3,8%), utilizado na pasteurização pelo ejetor de vapor e sistema de placas (HTST) foi mantido em tanque de reserva (com temperatura entre 6-8 °C) até o momento da pasteurização. O leite foi dividido entre os dois sistemas por uma derivação. Uma parte do leite foi submetida à pasteurização rápida (sistema HTST, 72 °C/15 segundos) e a outra parte foi submetida a pasteurização lenta (sistema Ejetor de Vapor, 68 °C/3-5 minutos. Após a pasteurização tanto o leite pasteurizado pelo ejetor como HTST foram resfriados a 32 °C.

3.2 Análises físico-químicas do leite cru e do leite pasteurizado

A coleta das amostras para análise físico-química foi feita nos próprios tanques de fabricação dos queijos. De cada tanque foram retirados 250 ml de leite e colocados em recipientes apropriados. As amostras de leite foram coletadas imediatamente uma antes e a outra após a pasteurização em cada dia de fabricação.

As análises foram realizadas nos leites em cada fabricação. As determinações feitas em triplicata foram as seguintes:

3.2.1 pH

As medidas de pH foram efetuadas utilizando-se um potenciômetro HANNA (modelo HI 8314), previamente calibrado.

3.2.2 Ácidez titulável:

A acidez das amostras do leite foi medida utilizando-se o método de titulação com hidróxido de sódio N/9 (solução Dornic), em presença de fenolftaleína (solução indicadora), como descrito pelo Brasil (1981).

3.2.3 Extrato Seco Total (EST)

A determinação dos teores de extrato seco total (EST) das amostras de leite foi medida pelo método de secagem em estufa a 105^oC (estufa de secagem e esterilização), como descrito pela AOAC (1995).

3.2.4 Gordura

Os teores de Gordura das amostras foram determinados pelo método butirométrico de Gerber-Van Gulik, descrito pelo Brasil (1981). Utilizou-se para esta análise uma centrífuga do tipo Gerber da marca FANEM.

3.2.5 Densidade

A densidade das amostras foram determinada pela leitura direta, utilizando um termolactodensímetro segundo Quevenne, corrigindo-se o efeito da temperatura, segundo o método descrito na seção das Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (1985).

3.2.6 Determinação de Nitrogênio Total (NT) e Proteína Bruta (PB)

O teor de nitrogênio total do leite das amostras em cada fabricação. Foi determinado pelo método micrométrico de Kjeldahl (AOAC, 1995), utilizando-se o fator 6,38 para estimativa do teor de proteínas totais, de acordo com Kosikowski (1977).

3.2.7 Crioscopia

A depressão do ponto de congelamento (DPE) das amostras de leite foi determinada através de um crioscópio Laktron M.90/Br, calibrado em graus Hortvet.

3.2.8 Grau de denaturação (soroproteínas)

O teor de soroproteínas foi determinado de acordo com a metodologia descrita por Harland e Ashworth (1947). O grau de denaturação, expresso em porcentagem das soroproteínas, foi calculado a partir da seguinte fórmula:

$$GN = \frac{T_x - T_1}{T_2 - T_1} * 100$$

onde:

GN = Grau de desnaturação;

T_x = leitura do leite pasteurizado desnatado (transmitância);

T_1 = leitura do leite cru desnatado (transmitância);

T_2 = leitura do leite fervido desnatado (transmitância).

3.3 Análises do soro: no corte e no ponto

As amostras de soro no corte foram coletadas cerca de 10 minutos após o corte e as amostras de soro no ponto cerca de 1 hora após o corte.

As análises do soro no corte e no ponto foram realizadas segundo os itens 3.2.2 ao 3.2.5.

3.4 Cálculos das porcentagens de transição de gordura sólidos totais e proteínas do leite para o queijo.

Para se fazer a determinação das cifras de transição, utilizaram-se cálculos matemáticos descritos por Furtado e Wolfschoon-Pombo (1979). Estes cálculos foram baseados na composição físico-química do leite e soro de cada fabricação, bem como na composição físico-química dos queijos obtidos e o seu rendimento em Kg.

3.5 Cálculos de rendimento de fabricação

Os rendimentos das fabricações, expressos em L de leite/Kg de queijo, foram calculados pela divisão do volume de leite empregado no processamento pela soma da massa dos queijos obtidos antes da salga.

3.6 Fabricação do queijo

Os processos de fabricação dos queijos foram idênticos assim como as quantidades dos constituintes utilizados. A técnica de fabricação foi a mesma descrita por Moraes e Freitas (1983). O fluxograma de fabricação encontra-se na figura 4. Embora os fermentos se encontrem em diferentes proporções, devido as altas concentrações de sal observadas para os diferentes tratamentos, essa diferença não interfere nos parâmetros analisados. Todas as operações de fabricação do queijo foram efetuadas em um tanque de 2000 litros.

O experimento foi conduzido em quatro fabricações (em diferentes períodos), e as amostras de queijos foram coletadas durante cinco períodos de maturação (5, 25, 45, 65 e 85 dias).

3.7 Maturação dos queijos

No fim da salga os queijos foram levados para câmara de maturação onde permaneceram durante um período de 5 dias. Após 5 dias de fabricação os queijos foram perfurados, permitindo a introdução de ar no interior do queijo, o que constitui um dos fatores

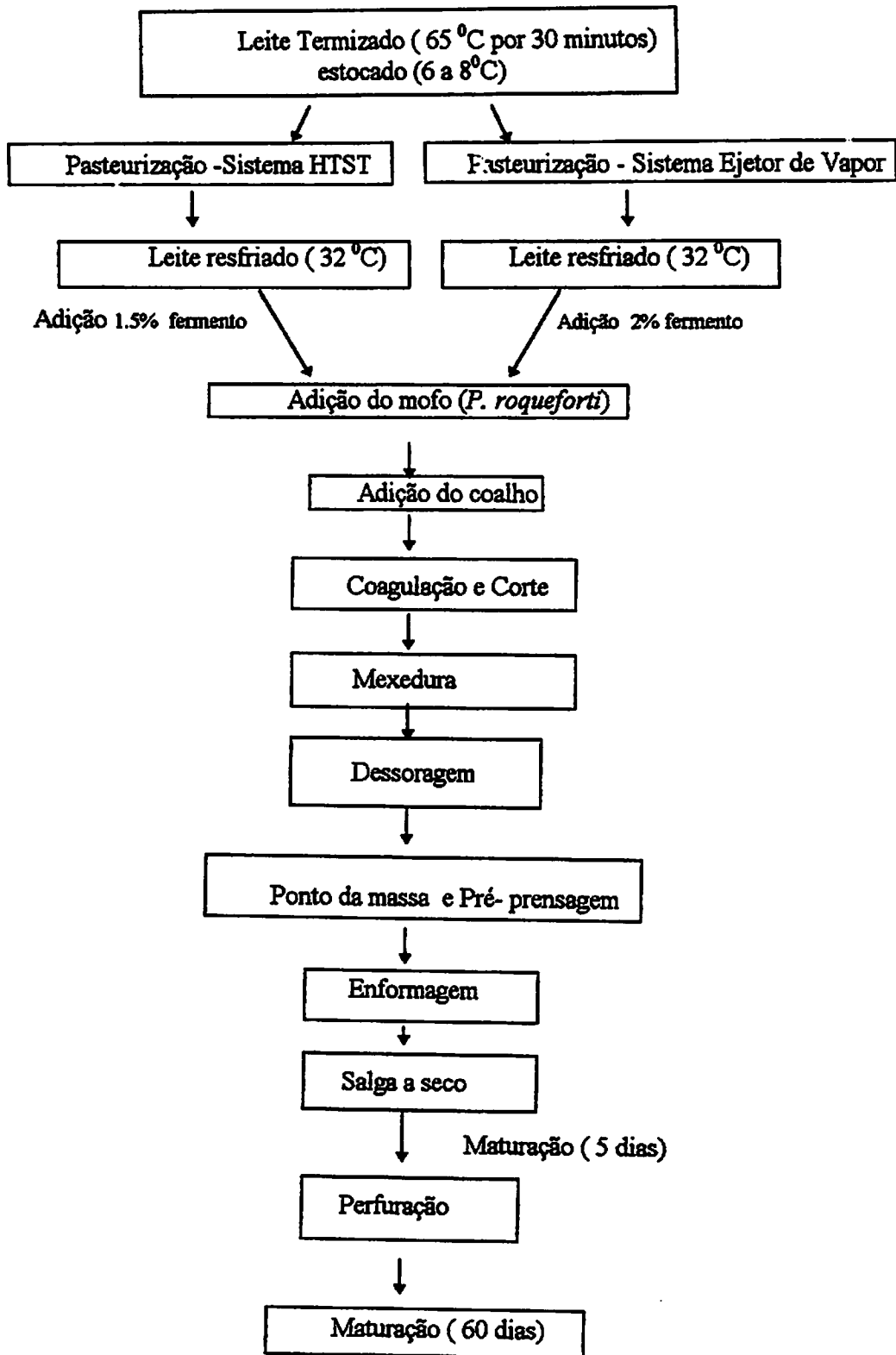


FIGURA 4 - Fluxograma da Fabricação do queijo Tipo Gorgonzola

indispensáveis para o desenvolvimento do *Penicillium roqueforti*. E novamente foram levados para câmara de maturação onde permaneceram durante um período de 25 dias e foram retirados para análises posteriores.

3.8 Análises físico-químicas do queijo

As amostras de queijos de cada fabricação (cunhas com aproximadamente 250 gramas, embaladas em caixas triangulares plásticas), foram coletadas e transportadas em caixas térmicas com gelo. Para cada fabricação foram analisadas um total de 40 cunhas por tratamento. As análises foram feitas em triplicata.

3.8.1 pH

As medidas de pH foram efetuadas utilizando-se um potenciômetro HANNA (modelo HI 8314), previamente calibrado.

3.8.2 Gordura

O teor de gordura das amostras de queijo foi determinado pelo método de Gerber (utilizando-se centrífuga tipo Gerber da marca FANEM), como descrito por Brasil (1981).

3.8.3 Sólidos Totais

A determinação dos teores de sólidos totais dos queijos baseou-se no método de secagem em estufa a 105^oC (estufa de secagem e esterilização, modelo 315-SE, FANEM), descrito na seção 16.217 da AOAC (1995).

3.8.4 Umidade

A porcentagem de umidade das amostras de queijo foi calculada por diferença (100% - porcentagem de sólidos totais).

3.8.5 Deteminação de Nitrogênio Total (NT)

Os teores de NT das amostras de queijo foram determinados pelo método semimicro Kjeldahl (Gripon et al., 1975). As amostras foram digeridas em bloco aquecedor da marca SARGE, modelo 40-25, e destiladas em equipamento TECNAL, modelo TE-036.

3.8.6 Proteína total:

A porcentagem de proteína total (PT) das amostras foram obtida multiplicando-se os valores médios de porcentagem de nitrogênio total pelo fator 6,38.

3.8.7 Sal

O teor de sal dos queijos foi determinado pelo teste de Volhard modificado, descrito por Kosikowski (1977).

3.8.8 Atividade de água

A atividade de água (A_w) das amostras foi calculada pela fórmula proposta por Antunes, Teixeira e Silva (1992), utilizando-se o valor médio do teor de sal/umidade do queijo:

$$A_w = 1,0212 - (0,0123 \times \text{NaCl} / 100 \text{ g H}_2\text{O})$$

3.9 Análises para acompanhamento da atividade proteolítica

As análises foram realizadas nos períodos de 5, 25, 45, 65 e 85 dias de maturação dos queijos fabricados com leite pasteurizado pelos dois sistemas de pasteurização (HTST e Ejetor de Vapor). Todas as determinações foram feitas em triplicata.

3.9.1 Determinações dos teores de Nitrogênio Total (NT), Nitrogênio Solúvel (NS) e Nitrogênio Não Proteico (NNP).

As amostras de queijo foram trituradas em liquidificador (cerca de 100 gramas) e solubilizadas em citrato de sódio (0,5M). As determinações de NT, NS e NNP foram determinadas de acordo com o método de semimicro-Kjeldahl proposto por Gripon et al. (1975). As amostras foram digeridas em bloco aquecedor da marca SARGE, modelo 40-25, e destiladas em equipamento TECNAL, modelo TE-036.

3.9.2 Cálculo dos índices de extensão e profundidade da proteólise.

Os teores de NT e NS e NNP foram determinados segundo as metodologias descritas no item 3.9.2 e aplicados às formulas determinadas por Bondzynski citado por Wolfschoon-Pombo (1983). A determinação do índice ou extensão de maturação é expressa pela fórmula:

$$\text{Extensão} = \frac{\text{NS} \times 100}{\text{NT}}$$

A determinação do índice de profundidade de protéolise é expressa pela seguinte fórmula:

$$\text{Profundidade} = \frac{\text{NNP} \times 10}{\text{NT}}$$

3.9.4 Tirosina e Triptofano

O teores de tirosina e triptofano das amostras foram determinados pelo método proposto por Vakaleris e Price (1959). As amostras de queijo foram trituradas e diluídas em citrato de sódio 0,5 M e precipitadas a pH 4,6. Após a filtragem desta mistura em papel de filtro WHATMAN N^o 42, resultou numa solução límpida de citrato de sódio e ácido clorídrico, contendo a fração hidrolisada de proteína do queijo, solúvel a pH 4,6; a fração solúvel foi diluída (1:1) em água destilada e submetida à leitura no espectrofotômetro BEKMAN nos comprimentos de onda de 270 a 290 nm (ultravioleta).

A concentração de tirosina e triptofano em mg/100 g de queijo foram calculadas pelas seguintes fórmulas:

$$\text{Tir} = 906 (0,95 \times A_{270} - 1,31 \times A_{290})$$

e

$$\text{Trp} = 1021 (0,307 \times A_{290} - 0,020 A_{270})$$

onde:

Tir = teor de tirosina em mg/100 g de queijo

Trp = teor de triptofano em mg/100 g de queijo

A_{290} = medida de absorvância lida a 290 nm.

A_{270} = medida de absorvância lida a 270 nm.

3.10 Análise sensorial

Aos 65 dias de maturação os queijos foram avaliados para os atributos de cor, textura, consistência, sabor, utilizando-se uma Escala não-estruturada, semelhante à utilizada no método de análise Descritiva quantitativa, conforme Figura 5 (Stone et al., 1974).

A equipe de provadores foi composta de quatro julgadores treinados quantos aos critérios de avaliação. As características avaliadas foram anexadas à ficha de avaliação sensorial (Figura 6).

As amostras foram apresentadas à temperatura ambiente e em quantidade suficiente para avaliação sensorial dos queijos. Foram realizadas três repetições para cada tratamento.

O traço vertical, referente à nota de cada julgador, na ficha de resposta foi transformado em escore por medida, em cm, do comprimento da linha assinalada na ficha de resposta.

Os queijos com 65 dias de maturação também foram submetidos a um teste de aceitação, usando-se para tal uma escala Hedônica (Jones et al., 1995), como pode ser visto na ficha de resposta (Figura 7).

Para realização deste teste, utilizou-se provadores de consumidores potenciais para o queijo tipo Gorgonzola. Foram feitas 30 avaliações para cada tratamento.

As folhas de respostas preenchidas pelos provadores foram devidamente organizadas e a classificação dos julgadores foi transformada em valores numéricos para análise estatística dos resultados (análise de variância).

3.11 - Análises estatísticas

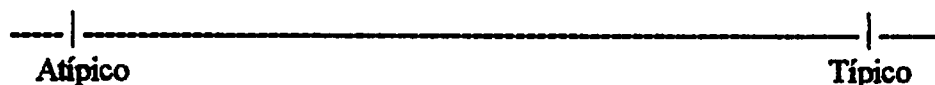
O delineamento experimental utilizado foi o delineamento em blocos casualizados (DBC) em esquema fatorial de desdobramento dos graus de liberdade em dois fatores. O fator pasteurização foi composto por dois níveis (HTST e Ejetor de Vapor) e o fator tempo de maturação, por 5 níveis (5, 25, 45, 65, 85 dias), sendo cada tratamento repetido quatro vezes (fabricações). A análise de variância foi realizada, fazendo-se as comparações entre médias pelo teste de F a nível de 5% de probabilidade. Foram feitas análise de regressão linear entre os parâmetros físico-químicos e sensoriais.

Amostra número: _____ Data: ___/___/___

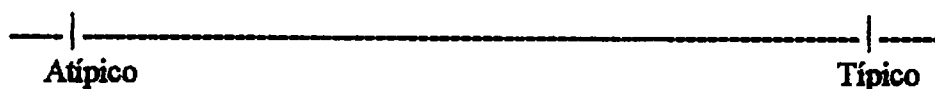
Nome: _____

Avalie a amostra de queijo Gorgonzola conforme instruções anexas e expresse seu conceito, marcando com traço vertical na escala não-estruturada.

1 - ASPECTO EXTERIOR (CROSTA)



2 - COR



3 - AROMA



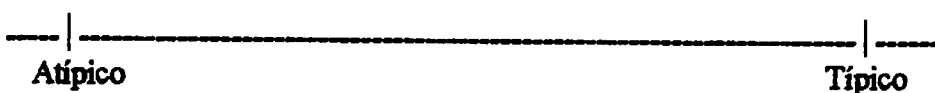
4 - TEXTURA



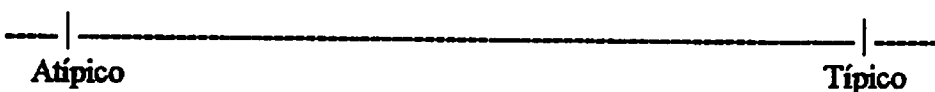
5 - CONSISTÊNCIA



6 - CRESCIMENTO DO PENICILLIUM



7 - SABOR



Comentários: _____

FIGURA 5 - Ficha de avaliação sensorial do queijo tipo Gorgonzola

AVALIAÇÃO SENSORIAL DO QUEIJO TIPO GORGONZOLA (ANEXO)

ATRIBUTOS A SEREM JULGADOS

1 - ASPECTO EXTERIOR: Não deverá ser melada, manchada, excessiva, arenosa ou mofada em excesso.

2 - COR: Refere-se à coloração interna que deverá ser amarelo-palha ou amarelada. A cor deverá ser homogênea, não sendo admitida a presença de manchas, coloração excessivamente clara ou muito escura.

3 - AROMA: Não deverá ser forte, amoniacal, desagradável

4 - TEXTURA: O queijo deve apresentar-se com olhaduras mecânicas bem distribuídas.

5 - CONSISTÊNCIA: Deve ser macia e untuosa. A massa deve apresentar-se ligeiramente quebradiça. Não deverá ser seca, flexível, colante, compacta, arenosa ou excessivamente quebradiça.

6 - SABOR: O sabor deve ser picante e apurado. Não é desejável um sabor insípido, salgado, ácido, amargo, rançoso, muito amoniacal, oxidado, gosto de terra, pútrido, cozido.

FIGURA 6 - Características avaliadas na análise sensorial.

ESCALA HEDÔNICA

NOME: _____ DATA ____ / ____ / ____

Por favor avalie a amostra usando a escala abaixo para descrever o quanto você gostou ou desgostou do produto. Marque a posição da escala que melhor reflita seu julgamento.

Código da amostra: _____

- Gostei extremamente
- Gostei muito
- Gostei moderadamente
- Gostei ligeiramente
- Indiferente
- Desgostei ligeiramente
- Desgostei moderadamente
- Desgostei muito
- Desgostei extremamente

Comentários: _____
_____**FIGURA 7 - Ficha de Resposta do Teste de Aceitação**

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Composição físico-química do soro e leite pasteurizado pelos sistemas HTST e Ejetor de Vapor

Os resultados relativos à composição média dos leites pasteurizados pelos dois sistemas de pasteurização (HTST e Ejetor de Vapor), são apresentados na tabela 2. Observa-se que o leite pasteurizado pelo sistema HTST apresentou porcentagens maiores de todos componentes analisados. Trabalhando em condições semelhantes, Furtado et al. (1988) também verificaram diferenças na composição química do leite pasteurizado pelo HTST em relação ao leite pasteurizado por Ejetor. Segundo estes autores, devido à diluição do leite, em consequência da condensação do vapor, os componentes se apresentam percentualmente reduzidos no leite e soro resultantes da pasteurização por Ejetor.

As porcentagens de acidez e gordura tanto para o leite quanto para o soro se encontram na faixa de variação determinada por Ventura et al. (1984) para ambos sistemas.

A composição final do queijo é extremamente influenciada pelas características físico-químicas do leite. Como, o leite utilizado para a produção dos queijos para cada dia de fabricação foi o mesmo para os diferentes tratamentos, a composição do leite influenciou igualmente todos os tratamentos.

Devido aos diversos fatores que influenciam na composição do leite (raça, alimentação, período de lactação etc...) nenhuma cifra referente a sua composição deve ser considerada como definitiva.

TABELA 2 - Resultados da Composição média*(%) do leite e soro com seus respectivos erros padrões.

	LEITE		SORO	
	Ejetor	HTST	Ejetor	HTST
	($\bar{X} \pm$ erro padrão)			
pH	6,72 ± 0,066	6,74 ± 0,038	6,35 ± 0,050	6,27 ± 0,024
Acidez (°D)	15,00 ± 0,471	16,50 ± 0,204	12,50 ± 0,470	14,25 ± 0,177
Gordura (%)	3,63 ± 0,043	4,00 ± 0,109	0,30 ± 0,047	0,80 ± 0,021
EST (%)	11,48 ± 0,335	12,71 ± 0,140	6,65 ± 0,145	7,44 ± 0,142
Proteína (%)	3,08 ± 1,105	3,23 ± 0,223	0,76 ± 0,235	0,86 ± 0,185
Crioscopia	0,48 ± 0,008	0,53 ± 0,002	-	-

*médias obtidas de 4 observações

4.1.1 Fosfatase alcalina e Peroxidase

Os testes de fosfatase alcalinas e peroxidase são usados para verificar a eficiência da pasteurização do leite. De acordo com Sotbberup (1985), o teste de fosfatase alcalina será positivo se a temperatura de pasteurização ou se o tempo de exposição for ligeiramente inferior ao mínimo requerido. Observa-se na tabela 3, que para o leite pasteurizado pelo sistema HTST houve ausência de fosfatase alcalina, indicando que o sistema de pasteurização foi eficiente, inativando a enzima e destruindo a flora patogênica que estaria presente no leite cru, estando portanto, de acordo com a legislação. A inativação da fosfatase ocorre em temperaturas acima de 72°C, o que justifica sua presença para as amostras obtidas do sistema Ejetor de Vapor, já que o tratamento térmico atingiu somente 68°C, condição essa que não permitiu sua inativação. Ventura e Rusig (1984) trabalhando em condições semelhantes também verificaram fosfatase positiva para o leite “pasteurizado” pelo Ejetor de Vapor. Entretanto de acordo com estes autores, a redução de microorganismos é bastante elevada sendo portanto este tratamento, de qualquer maneira, melhor

que o uso do leite cru. Os tratamentos térmicos acima de 72 °C inativam a fosfatase, enquanto a peroxidase, por ser mais termoresistente, permanece ativa uma vez que suporta tratamentos mais drásticos que aqueles da pasteurização legal (Brasil, 1980), ocorrendo no entanto, a sua destruição caso a temperatura tenha sido mais elevada, a exemplo da fervura do leite. Para as análises de peroxidase, todos tratamentos revelaram a presença da mesma, estando portanto, de acordo com o padrão oficial.

TABELA 3 - Testes de fosfatase alcalina e peroxidase no leite cru, fervido e submetidos aos sistemas de pasteurização HTST e Ejetor de Vapor

Teste	Tratamentos			
	Fervido	Cru	Ejetor	HTST
Fosfatase alcalina*	-	+	+	-
Peroxidase*	-	+	+	+

* médias obtidas de 4 repetições

4.2 Retenção dos componentes na coalhada e rendimento

Os resultados médios das porcentagens de transição de gordura, sólidos totais, proteínas, assim como a porcentagem de desnaturação das proteínas do soro, os rendimentos de fabricação e teor de gordura dos queijos (expressos em L de leite/Kg de queijo) são apresentadas na tabela 4.

As proteínas são susceptíveis de desnaturação sob efeito do aquecimento, e a intensidade deste fenômeno está relacionada com o grau de aquecimento do leite (Furtado, Wolfschoon-Pombo e Ventura, 1988; De Wit e Klarenbeek, 1984; Schmidt et al. 1984; Law,

Horne e Leaver, 1994) envolvendo o desenvolvimento da conformação globular (De Wit, 1981). A desnaturação das soroproteínas afeta suas propriedades funcionais, determinando um comportamento ligeiramente diferente das mesmas, ou seja, determina o comportamento geral da proteína durante a produção, o processamento, armazenamento e consumo do produto.

Observa-se na tabela 4, que os resultados relativos a desnaturação de soroproteínas do leite pasteurizado pelo processo HTST apresentou um grau de desnaturação (10,24%) normal e significativamente maior que aquele observado (3,15%) no processo ejetor. Dados publicados por Wolfschoon-Pombo Fernandes e Granzinoli (1982) estudando os efeitos da temperatura sobre as proteínas do leite apontam um índice de desnaturação de aproximadamente 11% para o leite pasteurizado pelo sistema HTST, índice levemente superior ao encontrado no presente trabalho. Entretanto, a porcentagem de desnaturação das soroproteínas obtidas por Furtado, Wolfschoon-Pombo e Ventura (1988), tanto para o leite pasteurizado pelo sistema Ejetor de Vapor (7,74%) quanto para o leite pasteurizado pelo sistema HTST (15,56%) foram bem superiores que as determinadas no presente trabalho. Apesar do grau de aquecimento ter sido aproximadamente o

TABELA 4 - Porcentagem de Desnaturação, Rendimento (expressos em L de leite/Kg de queijo) e Retenção dos diferentes componentes do leite pasteurizado pelos dois sistemas na fabricação do queijo tipo Gorgonzola com seus respectivos erros padrões.

Parâmetros	HTST	EJETOR
% transição de sólidos totais	51,06 ± 1,831	53,51 ± 0,634
% transição de gordura	83,60 ± 1,634	92,05 ± 1,058
% transição de proteínas	76,18 ± 0,668	75,98 ± 0,951
% desnaturação (soroproteínas)	10,24 ± 0,066	3,15 ± 0,377
Rendimento (litro de leite/kg queijo)	7,72 ± 0,295	7,29 ± 0,085

($\bar{X} \pm$ erro padrão)

mesmo nos dois processos, a diluição instantânea que ocorre quando o leite é tratado por ejeção de vapor, é um fator importante para explicar o menor grau de desnaturação observado no queijo Prato. Estudos realizados por Furtado, Wolfschoon-Pombo e Ventura (1988), também demonstram que o leite pasteurizado pelo processo HTST apresenta um grau de desnaturação protéica normal e significativamente maior que o observado no processo de ejetor de vapor.

As porcentagens de transição de proteína, obtidas para os sistemas HTST (76,18%) e Ejetor de Vapor (75,98%) foram ligeiramente diferentes. Como a desnaturação protéica foi significativamente maior no sistema HTST, era de se esperar uma maior retenção de proteínas neste processo em relação ao sistema Ejetor de Vapor. Trabalhando em condições semelhantes, Furtado, Wolfschoon-Pombo e Ventura (1988), também não observaram diferenças significativas, entre as transições de proteína para o queijo Prato produzidos com HTST (74,76%) e Ejetor de Vapor (73,63%).

Quanto à porcentagem de transição de gordura e Extrato Seco Total (EST) na coalhada, os maiores valores foram observados para o queijo fabricado com leite pasteurizado pelo sistema Ejetor de Vapor (92,05% e 53,51%, respectivamente) em relação aos encontrados para o sistema HTST (81,50% e 51,06, respectivamente). Estes resultados são superiores aos encontrados por Antila (1982), que estudando a transferência de gordura para os queijos Edam e Emmental encontrou valores médios de 88,7 e 88,1%, respectivamente. A introdução direta do vapor no aquecimento do leite (como nos sistemas Ejetor de Vapor e UHT) provoca um efeito similar a homogeneização (Harper e Hall, 1981; Furtado, Wolfschoon-Pombo e Ventura, 1988) e consequentemente, o queijo resultante apresenta um alto teor de gordura e características de corpo e textura próprias. De acordo com Ernstron (1980), quando o leite é previamente homogeneizado, ocorre um aumento da retenção da gordura na coalhada, explicando portanto, as diferenças observadas entre os diferentes tratamentos.

Segundo Ventura et al. (1984) ocorre um aumento de rendimento do queijo Prato quando o leite é pasteurizado pelo sistema Ejetor de Vapor em relação ao HTST e este aumento pode ser explicado pelo maior aproveitamento de todos constituintes do leite pelo sistema Ejetor de vapor. De acordo com Furtado, Wolfschoon-Pombo e Ventura (1988), o aumento do rendimento observado no queijo Prato fabricado com leite pasteurizado pelo ejetor de vapor também estaria ligado ao grau de diluição do leite com água e do próprio sistema de aquecimento empregado, bem como à inexistência de processos de padronização (separadoras centrifugas) do leite nas pequenas fábricas de queijo e conseqüentemente a uma maior retenção do nível de gordura na coalhada. No presente estudo observou-se um rendimento 5,6% maior nos queijos fabricados com leite pasteurizado com Ejetor de Vapor em relação àqueles fabricados com leite pasteurizado pelo sistema HTST. Estas diferenças podem ser explicadas devido às maiores porcentagens de transição de gordura aos maiores teores de umidade observados nos queijos fabricados com leite pasteurizado pelo sistema Ejetor de vapor (tabela 5). Furtado, Wolfschoon-Pombo e Ventura (1988), que estudando o queijo prato fabricado com leite pasteurizado pelo sistema HTST e Ejetor, encontraram um rendimento de 11,53% e 12,13%, respectivamente, ou seja um rendimento 5,2% maior. Também, Ventura et al. (1984) estudando o queijo Prato verificou um sensível aumento de rendimento quando o leite era pasteurizado pelo sistema Ejetor de Vapor em relação ao sistema HTST.

Trabalhos realizados por Law et al. (1994) mostram que a desnaturação estimula a incorporação das soroproteínas na coalhada. Portanto, o aumento de rendimento observado no processo de fabricação em que o leite foi pasteurizado por ejeção de vapor não estaria relacionado com a desnaturação das soroproteínas, que foi menos intensa neste processo.

4.3 Composição físico-química do queijo tipo Gorgonzola

A tabela 5 apresenta a composição média de alguns parâmetros para o queijo tipo Gorgonzola aos 5 dias. Em relação aos teores médios de Extrato seco, Gordura no extrato seco, Sal, Proteína total, Umidade e Acidez, os resultados obtidos estão de acordo com aqueles padronizados para o queijo tipo Gorgonzola (Furtado, Casagrande e Freitas, 1984).

TABELA 5 - Composição média dos queijos aos 5 dias de maturação

Parâmetros	Ejetor de Vapor	HTST
	$(\bar{X} \pm \text{erro padrão})$	
Umidade (%)	47,65 ± 0,255	45,44 ± 0,570
Sal (%)	2,13 ± 0,189	1,83 ± 0,191
Gordura (%)	33,00 ± 1,179	31,88 ± 0,471
Extrato Seco (%)	52,35 ± 0,255	54,56 ± 0,570

4.4 Composição dos queijos durante a maturação

4.4.1 Porcentagem de sal e atividade de água (A_w)

Os fenômenos físico-químicos e bioquímicos que ocorrem durante todo período de maturação do queijo são afetados pelo seu teor de sal. Os fenômenos de proteólise e lipólise são acelerados por enzimas ativas, quando os teores de sal são normais no queijo e inibidos por teores extremamente elevados. De acordo com Furtado (1991) um queijo excessivamente salgado requer muito mais tempo para maturar. Entretanto, quanto maior o teor de umidade de um queijo mais rápida é a proteólise.

Dentro deste contexto, é importante considerar os resultados em relação ao progressivo aumento ($p < 0,05$) do teor de sal em relação a umidade do queijo no decorrer do período de maturação, conforme demonstrado graficamente na Figura 8. Verifica-se que ocorreu um aumento de sal na umidade de 4,08 para 5,78% ao final de 85 dias de maturação e um aumento de 3,8 para 5,59% para os queijos fabricados com leite pasteurizado por ejetor de vapor e HTST respectivamente (Figura 8). Apesar das diferenças dos teores de sal/umidade entre os tratamentos não terem sido consideradas estatisticamente diferentes (Tabela 1A.) observou-se que, embora a concentração inicial de sal ter sido a mesma para ambos tratamentos, estes teores foram maiores nos queijos fabricados com leite pasteurizado pelo Ejetor de vapor.

Os queijos fabricados com leite pasteurizado pelo sistema Ejetor de Vapor, apresentaram uma coalhada mais mole em função do alto teor de umidade e maior incorporação de gordura, estimulando uma maior incorporação de sal na massa em relação ao sistema HTST.

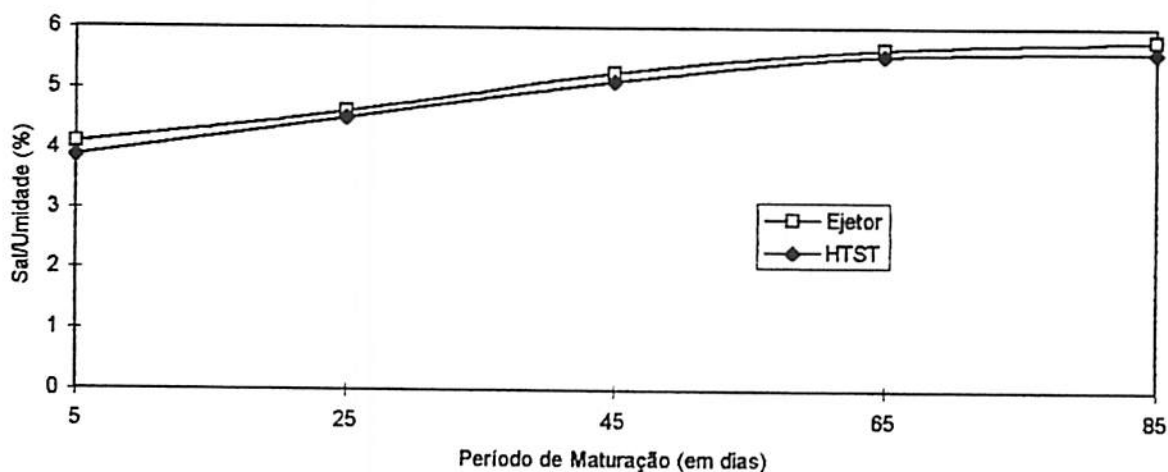


FIGURA 8. Valores de sal/umidade obtidos durante os diferentes períodos de maturação do queijo tipo Gorgonzola fabricados com leite pasteurizados por diferentes sistemas (HTST e Ejetor de vapor). UFLA, Lavras-MG, 1996.

O aumento do teor de sal durante o período de maturação é consequência da perda parcial de umidade que o queijo sofre durante a maturação e é variável em função da umidade e teor inicial de sal no queijo. Assim Furtado, Casagrande e Freitas (1984) observaram um aumento do teor de sal na umidade do queijo Gorgonzola de 3 para 5,37% ao final de 45 dias de maturação.

A importância de se relacionar o teor de cloreto de sódio com o de umidade do queijo reside no fato de que estes índices permitem calcular a atividade de água (A_w) do produto a qual, por sua vez, exerce forte influência na atividade microbiana (Furtado, Casagrande e Freitas, 1984). Godinho e Fox (1981) e Kinsella e Hwang (1976) verificando os efeitos do sal sobre o desenvolvimento do *P. roqueforti* durante a maturação, concluíram que o sal tem forte influência sobre o desenvolvimento do mofo, bem como nos fenômenos de lipólise e proteólise, prevenindo excessiva hidrólise. Godinho e Fox (1982) estudando os efeitos do sal sobre os níveis de proteólise encontraram uma correlação altamente negativa entre os níveis de sal e os teores de NNP para queijos com salga seca. Entretanto, a influência da concentração de sal e seus efeitos na atividade e especificidade das proteinases secretadas pelo *P. roqueforti* ainda não foram bem investigadas.

Os dados relativos a atividade de água em ambos tratamentos se encontram na Figura 9. A medida que o queijo se desidrata na maturação, diminui sua atividade de água conforme verificado. Não houve variações relevantes na atividade de água dos queijos para ambos tratamentos ($p < 0,05$) conforme verificado no Tabela 2A. Marcos et al. (1981) estudaram a A_w em diversos queijos europeus e para o Danablu, similar ao Gorgonzola, encontraram, em uma amostra 6,9% de sal na umidade e uma A_w igual a 0,94.

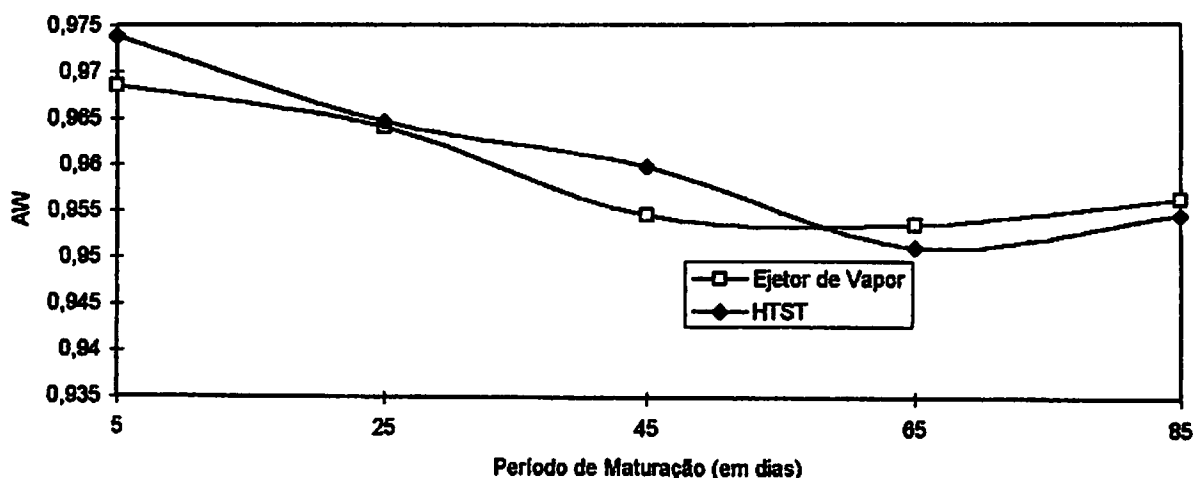


FIGURA 9. Valores de Aw obtidos durante os diferentes períodos de maturação do queijo tipo Gorgonzola, fabricados com leite pasteurizados por diferentes sistemas (HTST e Ejetor de vapor). UFLA, Lavras-MG, 1996.

4.4.2 pH

O pH fornece uma medida da atuação do fermento láctico durante a elaboração e, ao mesmo tempo, permite fazer uma avaliação do grau de desmineralização da massa do queijo (Furtado., Casagrande e Freitas, 1984). A evolução do pH dos queijos durante a maturação foi significativa ($P < 0,05$) entre os tratamentos (Tabela 3A.), conforme visto na Tabela 6. Para melhor visualização, os dados são mostrados graficamente na Figura 10.

Assim, como o mofo neutraliza a acidez do queijo o pH aumenta. Os resultados médios de pH um pouco mais alto observados para os queijos fabricados com leite pasteurizado pelos sistemas HTST indicam que houve uma neutralização mais eficiente ($P < 0,05$) nestes queijos fabricados em relação àqueles fabricados com leite pasteurizado pelo sistema Ejetor de Vapor. O aumento gradual do pH do queijo é uma consequência do processo de degradação do

ácido láctico durante a maturação pelo *P. roqueforti* e outras proteases naturais do leite. Assim, alcalinos ou devido ao catabolismo do ácido láctico (Farkye e Fox, 1990). Schlessner et al. (1992), observaram um aumento de pH de 4,4 do primeiro dia de fabricação para 6,4 após 50 dias de armazenamento em queijos azuis; enquanto que Furtado (1976) observou uma elevação do pH no queijo Azul de 4,9 a 6,0 num período de 30 dias.

Pode-se verificar que, no período de 85 dias, houve uma evolução normal do pH dos queijos elaborados por ambos tratamentos. O aumento do pH no queijo tipo Gorgonzola é devido a atividade proteolítica que ocorre durante a maturação. Wong (1980), Shlessner et al. (1992), Furtado, Casagrande e Freitas (1984), sugerem que o aumento gradual de pH durante a maturação do queijo pode ser explicado pela assimilação de ácido láctico e deaminação de aminoácidos pelo *P. roqueforti*, levando a formação de subprodutos não-ácidos e ácidos não-dissociados ou de fraca dissociação (ácido acético e carbônico) e liberação de produtos alcalinos resultantes da decomposição protéica.

TABELA 6 - Evolução do pH durante os períodos de maturação para os queijos fabricados com leite pasteurizado pelos sistemas HTST e Ejetor de Vapor

Períodos de maturação (Dias)	Ejetor de Vapor	HTST
5	4,90	4,85
25	5,78	6,01
45	5,89	6,08
65	6,00	6,13
85	6,23	6,25
MÉDIA*	5,9**Bb	5,99Aa

* Médias na mesma linha seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significância 5% (a) e 1% (A);

**Médias obtidas a partir de 20 observações.

A neutralização da acidez de queijos maturados por mofo tem sido constatada por diversos autores. A maneira como o ácido láctico evolui durante a maturação é essencial para o desenvolvimento do flavor durante a maturação e para a manutenção da qualidade do queijo (Khatoon, Hossain e Joshi, 1990). Portanto, é muito importante se conhecer bem os parâmetros que afetam o pH e o teor de cálcio do queijo durante a maturação. Afinal, o pH terá um efeito acentuado nas modificações proteolíticas e lipolíticas, modificações estas que conferem ao queijo suas características organolépticas finais.

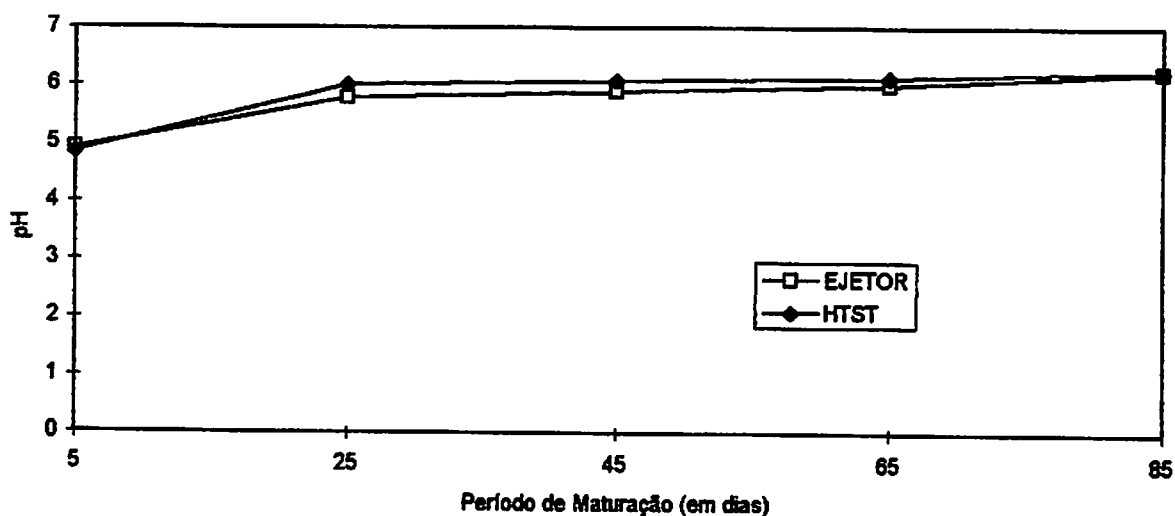


FIGURA 10. Valores de pH obtidos durante os diferentes períodos de maturação do queijo tipo Gorgonzola, produzido com leite pasteurizado pelos sistemas HTST e Ejetor de vapor. UFLA, Lavras-MG, 1996.

4.4.3 Proteólise durante a maturação

Para se estabelecer a qualidade dos queijos distribuídos no mercado, tem sido comumente utilizado a determinação do índice de proteólise e os teores de tirosina e triptofano conjuntamente com avaliações sensoriais. Segundo Furtado e Lourenço-Neto (1979), o conhecimento destes dados em um queijo permite conhecer a atividade proteolítica do coalho e fermento, bem como o momento ideal de lançamento do queijo no mercado.

As modificações das frações nitrogenadas, como o nitrogênio não protéico, nitrogênio solúvel, que apresentam um aumento gradual como consequência da atividade proteolítica sobre as proteínas do queijo, foram muito utilizadas por vários pesquisadores (Isepon e Oliveira, 1995). A hidrólise protéica é considerada um bom índice de maturação dos queijos, uma vez que a proteólise da caseína é o resultado de atividades de proteinases e peptidases.

Embora a idade dos queijos tenha tido considerável influência nos níveis de proteólise observados (Tabelas 4A. e 5A.), verifica-se, que para os diferentes tratamentos não foi verificado qualquer interação significativa ($P > 0,05$) durante o período de maturação estudado. Entretanto, observou-se durante o período de maturação uma diferença significativa ($P < 0,05$) de desenvolvimento do mofo (Tabela 6A.) entre os queijos fabricados com leite pasteurizado pelo sistema HTST e Ejetor de Vapor (Ilustrados na Figura 11). Analisando a composição do queijo tipo Gorgonzola (Tabela 5) produzido pelos diferentes tratamentos, observa-se uma maior incorporação de gordura e umidade no queijo fabricado com leite pasteurizado pelo sistema Ejetor de Vapor, em consequência da homogeneização do leite, causada pela turbulência e alta pressão do vapor na câmara de mistura. De acordo com Ventura et al. (1984) devido a turbulência e pressão, ocorre uma redução do tamanho dos glóbulos de gordura fazendo com que haja maior retenção dos mesmos na coalhada. Isto leva conseqüentemente, a produção de uma coalhada mais macia neste tratamento, o que induziu a formação de uma massa mais fechada. A massa mais fechada, os níveis ligeiramente maiores de sal e a menor atividade de água levaram a um menor desenvolvimento do mofo e conseqüentemente a níveis menores de proteases na massa, o que explica, os menores índices de extensão e profundidade de maturação detectados para os queijos fabricados com leite pasteurizado pelo sistema Ejetor de vapor em relação ao sistema HTST.

Kinsella e Hwang (1976), estudando o desenvolvimento do *P. roqueforti* no queijo tipo Gorgonzola, observaram que entre os vários fatores que impedem o crescimento e o estímulo

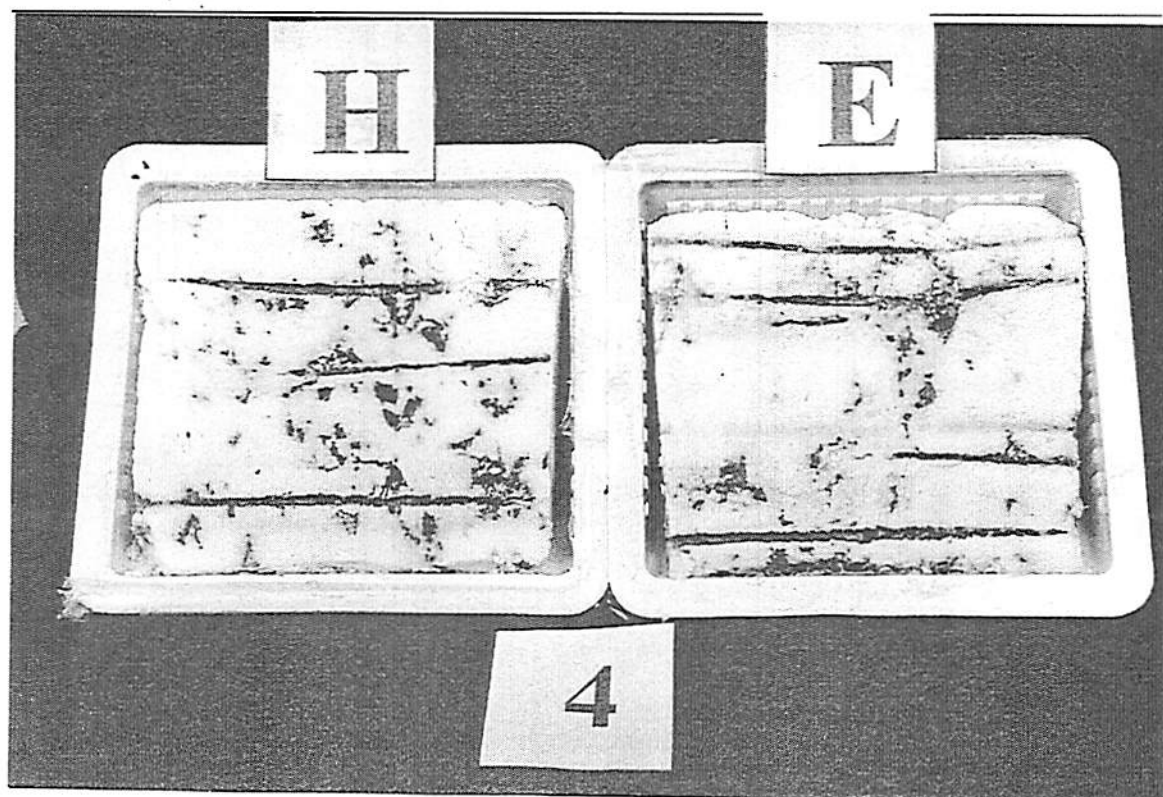
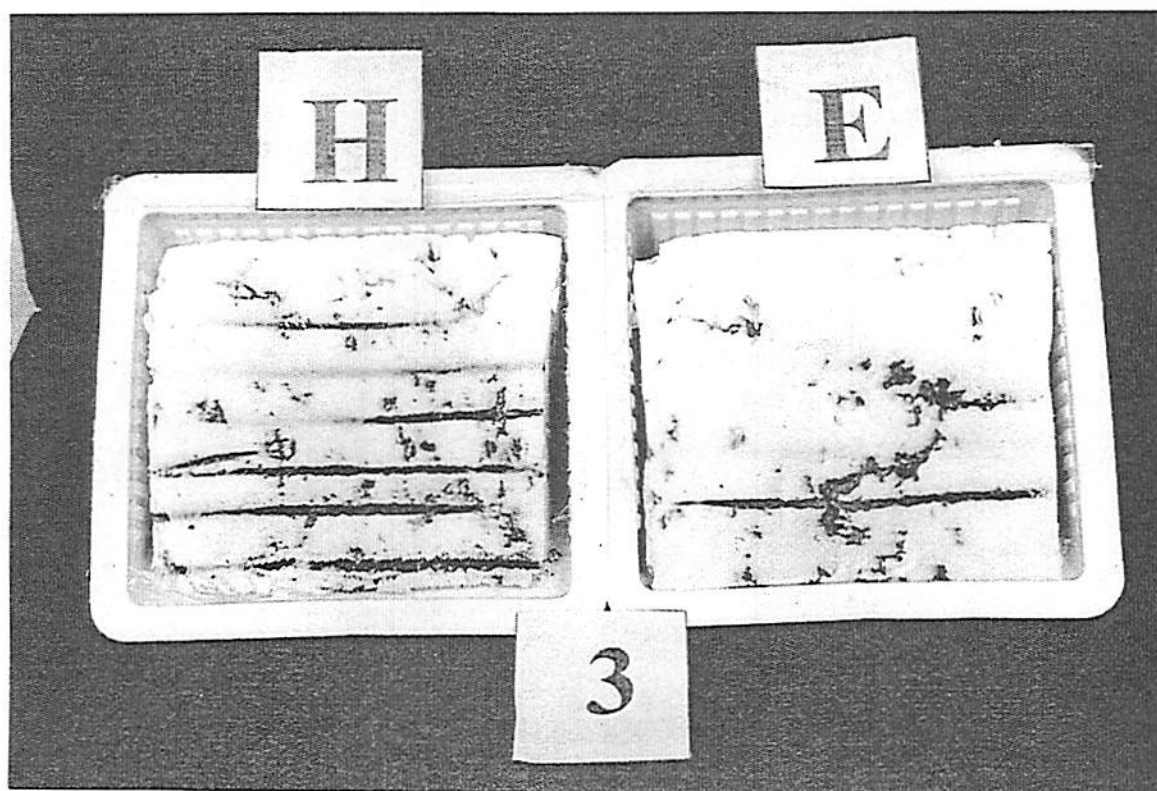


FIGURA 11 - Fotografias obtidas dos queijos tipo Gorgonzola fabricados com leite pasteurizado pelos sistema Ejetor de Vapor (E) e HTST (H) aos 45 (3) e 65 dias (4).

da esporulação do mofo estão a alta concentração de sal, o aumento gradual de pH e o acúmulo de metabólitos (ácidos graxos, metil cetonas e aminoácidos). Hewedi e Fox (1984) verificaram que altos níveis de sal contribuem adversamente para o crescimento do mofo levando conseqüentemente a uma baixa proteólise.

As curvas representando a evolução dos índices de extensão e profundidade da maturação durante o período de 85 dias são apresentados nas Figuras 12 e 13. A degradação da proteína é progressiva durante a maturação.

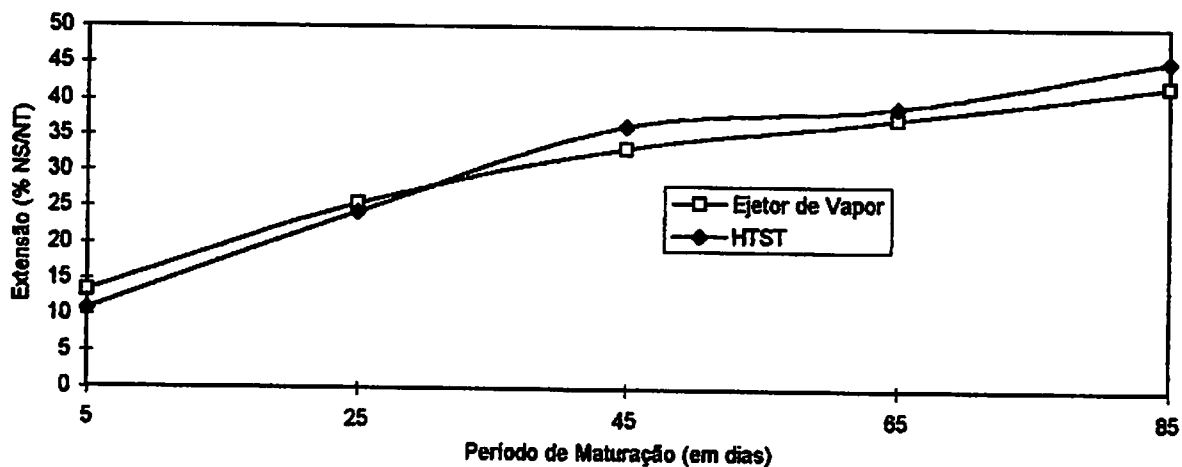


FIGURA 12. Evolução do índice de extensão de maturação no queijo tipo Gorgonzola produzidos com leite pasteurizado pelos sistemas HTST e Ejetor de vapor. UFLA, Lavras-MG, 1996.

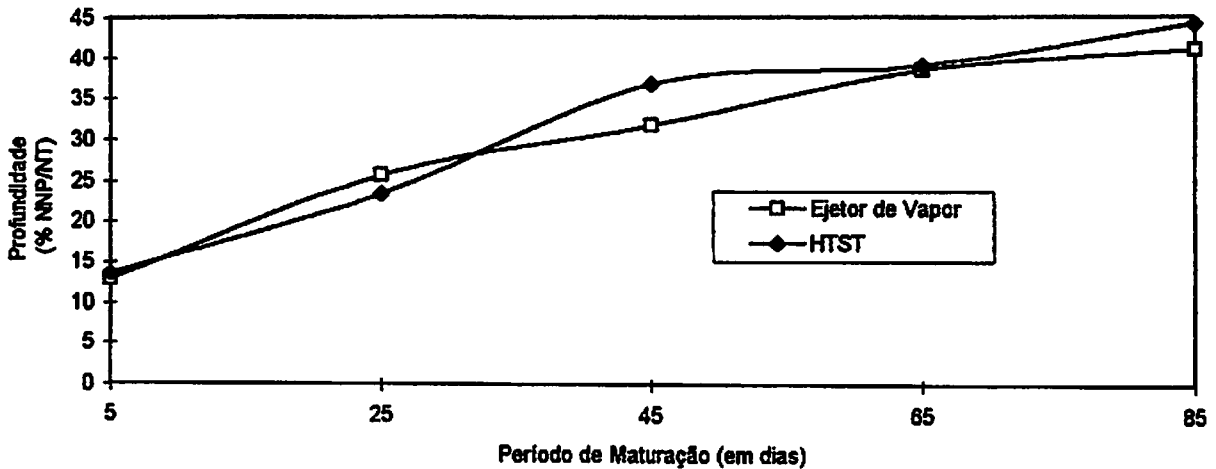


FIGURA 13. Evolução do índice de profundidade de maturação no queijo tipo Gorgonzola produzido com leite pasteurizado pelos sistemas HTST e Ejetor de vapor. UFLA, Lavras-MG, 1996.

4.4.3.1 Tirosina e triptofano em queijos

Os teores de tirosina e triptofano são considerados usualmente como bons índices de maturação de queijos maturados (Vakaleris e Price, 1959). Na Figura 14 e 15 estão os valores médios dos teores de tirosina e triptofano analisados durante todo período de maturação (5- 85 dias). Embora a análise de variância tenha mostrado um efeito significativo destes valores para os períodos analisados ($P < 0,05$), verifica-se, que para os diferentes tratamentos não foi verificado qualquer interação significativa ($P > 0,05$) durante o período de maturação estudado (Tabelas 7A e 8A). Observa-se que para todos períodos de maturação os teores de tirosina foram mais elevados que o de triptofano, concordando com os dados obtidos por Vakaleris e Price (1959). Marcos et al. (1979), registraram as concentrações dos teores de tirosina e triptofano em queijos europeus e observaram que o conteúdo de tirosina foi mais elevado que o de triptofano em todas variedades, exceto para o queijo Dominiati, no qual o teor de triptofano foi mais elevado.

período de maturação estudado (Tabelas 7A e 8A). Observa-se que para todos períodos de maturação os teores de tirosina foram mais elevados que o de triptofano, concordando com os dados obtidos por Vakaleris e Price (1959). Marcos et al. (1979), registraram as concentrações dos teores de tirosina e triptofano em queijos europeus e observaram que o conteúdo de tirosina foi mais elevado que o de triptofano em todas variedades, exceto para o queijo Dominiati, no qual o teor de triptofano foi mais elevado. O aumento gradual de aminoácidos queijos azuis maturados foi estudado por Sato et al.(1966), Morris et al. (1963) e Jolly e Kosikowski (1975), que encontraram uma mistura de nitrogênio solúveis entre 25% do total de nitrogênio e 34% em queijos feitos com lipases adicionadas.

Os dados mostrados nas Figuras 14 e 15 revelam que os teores de tirosina e triptofano aumentaram significativamente a medida que em que se aumentou o tempo de maturação dos queijos ($P < 0,05$). Como a liberação de aminoácidos é uma consequência da ação das proteinases do mofo e fermento, os valores seguiram à mesma tendência observada para os índices de maturação apresentados nas Figuras 12 e 13.

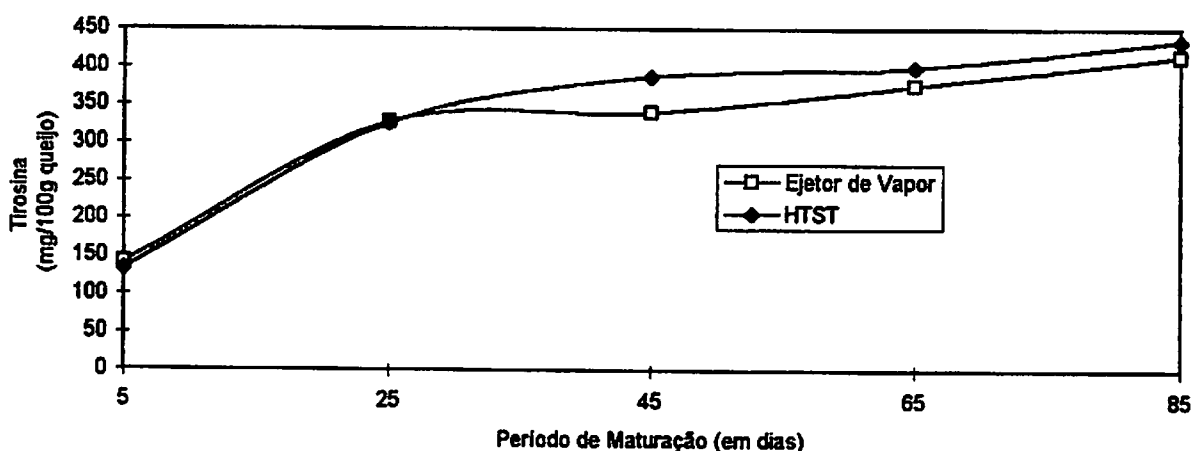


FIGURA 14. Evolução do teor de tirosina no queijo tipo Gorgonzola produzido com leite pasteurizado pelos sistemas HTST e Ejetor de Vapor. UFLA, Lavras-MG, 1996.

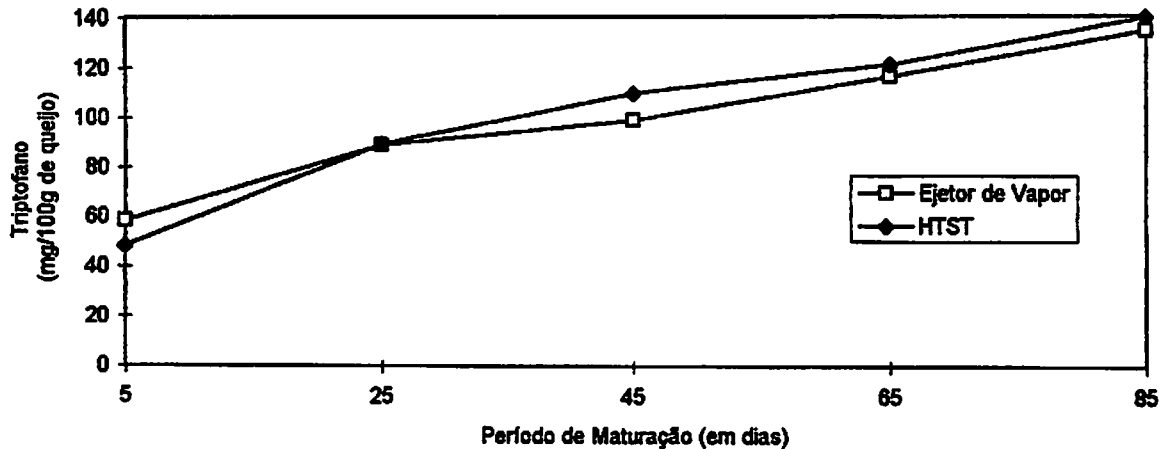


FIGURA 15. Evolução do teor de triptofano no queijo tipo Gorgonzola produzido com leite pasteurizado pelos sistemas HTST e Ejetor de Vapor. UFLA, Lavras-MG, 1996.

4.5 - Análise Sensorial

Conduziu-se a análise sensorial dos queijos com 65 dias de maturação, obtendo-se os resultados ilustrados na Figura 16.

Com relação ao aspecto exterior dos queijos, foi observado, , uma pontuação de 12,9 e 13,3 para os tratamentos Ejetor de Vapor e HTST, respectivamente (numa escala de 15 pontos). Não houve influência significativa entre os tratamentos ($P > 0,05$) pela análise de variância (Tabela 9A).

Para a coloração dos queijos, foi observado que os tratamentos, apresentaram uma distribuição homogênea da cor, não tendo sido encontrada diferença significativa ($P > 0,05$) entre os tratamentos (Tabela 10A.). Pela avaliação dos julgadores, a intensidade da cor praticamente não variou com os tratamentos utilizados, obtendo pontos numa faixa de 13,68 e 13,78, para os tratamentos Ejetor de Vapor e HTST, respectivamente.

Com relação à textura dos queijos, foram atribuídos pontos na faixa de 13,05-13,53, não tendo sido encontrada diferença estatisticamente significativa ($P > 0,05$) entre os tratamentos (Tabela 11A.). Os resultados obtidos indicam que leite pasteurizado pelos sistemas HTST e Ejetor de Vapor permitem obter um queijo tipo Gorgonzola com características desejáveis de textura.

Os resultados obtidos quanto à avaliação de consistência dos queijos mostram que não houve diferença significativa ($P > 0,05$) entre os tratamentos para esta análise (Tabela 12A.). Os tratamentos obtiveram uma pontuação na faixa de 12,9 e 13,51 para os queijos fabricados com leite pasteurizado pelos sistemas Ejetor de Vapor e HTST. Estes resultados concordam com aqueles obtidos para profundidade de maturação; o sistema HTST tendeu a maiores índices, o que resultaria maior amolecimento da massa do queijo, entretanto, apesar do sistema Ejetor de Vapor

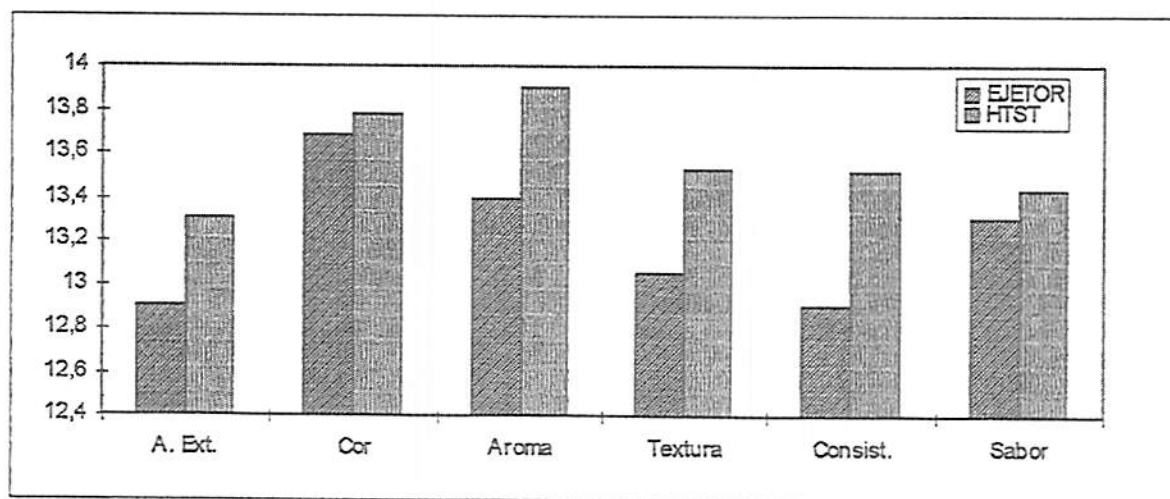


FIGURA 16. Resultados da avaliação sensorial para o queijo tipo Gorgonzola, aos 65 dias de maturação, produzido com leite pasteurizado pelos sistemas HTST e Ejetor de vapor. UFLA, Lavras-MG, 1996.

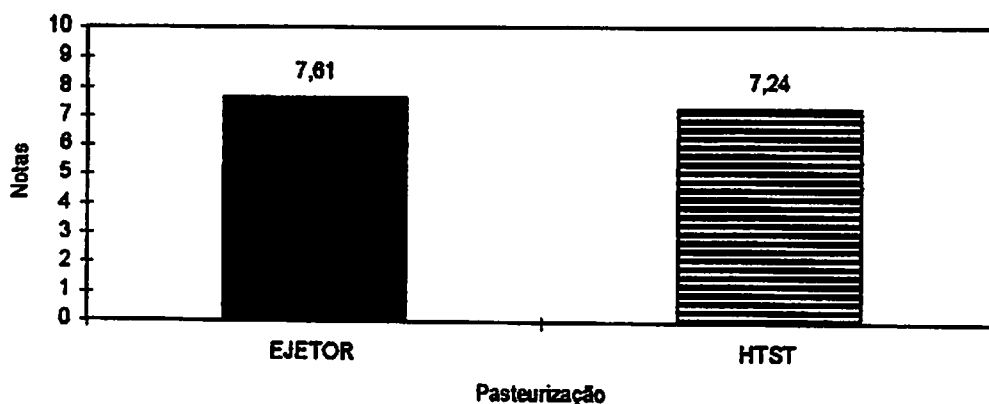


FIGURA 17. Resultados dos testes de aceitação do queijo tipo Gorgonzola, aos 65 dias de maturação, produzido com leite pasteurizado pelos sistemas HTST e Ejetor de vapor. UFLA, Lavras-MG, 1996.

ter apresentado menores índices proteolíticos para todas as análises realizadas, verificou-se que a maior retenção de gordura e o maior teor de umidade observados nestes queijos originaram a formação de uma massa pastosa, similar aquela obtida pelo sistema HTST.

O aroma dos queijos, foi considerado diferente ($P < 0,05$) para os tratamentos utilizados (Tabela 13 A.). Observa-se ainda na Figura 16, que os julgadores detectaram uma maior intensidade de aroma para o queijo fabricado com leite pasteurizado pelo sistema HTST (13,89) em relação aquele fabricado com leite pasteurizado pelo sistema Ejetor de Vapor (13,39). Gripon (1987) estudando o crescimento de mofos em queijos azuis determinou que o crescimento do mofo é fator essencial para o desenvolvimento do aroma, ou seja, se o crescimento do mofo é extensivo ou limitado o aroma é forte ou fraco. A maturação mais lenta apresentada pelos queijos fabricados com leite pasteurizado pelo sistema Ejetor de Vapor em consequência da menor atividade proteolítica, explica portanto, o aroma mais fraco apresentado por estes queijos.

Para os dados relativos ao avaliação de sabor dos queijos, foi atribuída uma pontuação na faixa de 13,3 e 13,43 para os queijos fabricados com leite pasteurizado pelo

sistema Ejetor de Vapor e HTST, respectivamente (numa escala de 15 pontos) para os tratamentos usados. Não se verificou diferença significativa ($P > 0,05$) entre esses resultados (Tabela 14A.) indicando que todos os queijos maturaram de maneira adequada.

A Figura 17 mostra a média dos resultados obtidos no Teste de Aceitação com 65 dias de maturação. Verifica-se que os queijos fabricados com leite pasteurizado pelo sistema HTST obtiveram um pontuação média (7,24) ligeiramente menor àqueles obtidos para o sistema Ejetor de Vapor (7,61). Este resultado pode ser explicado pelo fato de que, aos 65 dias de maturação, os queijos fabricados com leite pasteurizado pelo sistema HTST apresentaram sabor amargo. A formação do sabor amargo é um fenômeno complexo e tem sido estudado por diversos autores.

Este fenômeno em queijos azuis parece estar ligado ao acúmulo de peptídeos de baixo peso molecular produzidos pela atividade proteolítica. De acordo com Furtado (1991), entre os diversos defeitos que podem ocorrer em queijos, o desenvolvimento de sabor amargo é um dos defeitos mais comuns e traz consigo graves consequências do ponto de vista comercial pois a modificação no sabor do produto pode levar a uma rejeição por parte do consumidor. Isto explica portanto, o fato dos queijos fabricados pelo sistema Ejetor de Vapor terem obtido melhor aceitação por parte dos consumidores em geral.

5 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos nas condições do presente trabalho indicam as seguintes conclusões:

- Constatou-se os melhores rendimentos de fabricação (L de leite/ Kg de queijo) com o uso do leite pasteurizado pelo sistema Ejetor de Vapor para produção de queijos. O emprego deste sistema permitiu um melhor aproveitamento de gordura e sólidos totais no queijo, em comparação com o uso de leite pasteurizado pelo sistema HTST.
- O homogeinização do leite devido a turbulência provocada pelo Ejetor de Vapor e a maior incorporação de água resultaram em um queijo mais macio, e de massa mais fechada, o que ocasionou um menor desenvolvimento do mofo, estabelecendo uma maturação mais lenta.
- Ocorreu uma maior neutralização da massa ($P < 0,05$) constatado pela com elevação do pH, no queijo tipo Gorgonzola fabricado com leite pasteurizado pelo sistema HTST, durante todo período de maturação, indicando uma maior proteólise nestes queijos em relação aos produzidos com leite pasteurizado pelo sistema Ejetor de Vapor.
- Os queijos fabricados com leite pasteurizado pelo sistema HTST apresentaram os maiores índices maturação (extensão e profundidade) em relação aos fabricados pelo sistema Ejetor de Vapor.

confirmando uma maior atividade proteolítica das proteases do mofo que tiveram papel preponderante no aumento destes índices.

- Os teores de sal tiveram ligeira interferência nos índices de maturação. Os queijos fabricados com leite pasteurizado pelo sistema Ejetor de Vapor, devido a maior umidade e retenção de gordura apresentaram uma massa mais macia, permitindo uma maior absorção de sal, resultando em valores ligeiramente menores da A_w em relação aos queijos fabricados com leite pasteurizado pelo sistema HTST.

- A determinação espectrofotométrica dos aminoácidos tirosina e triptofano comprovou ser uma metodologia adequada para a avaliação da intensidade de maturação, uma vez que se observou a mesma tendência dos índices de extensão e profundidade de maturação.

- A análise sensorial dos queijos aos 65 dias de cura não indicou preferência dos provadores ($P > 0,05$) pelos queijos fabricados pelo leite pasteurizado pelos diferentes sistemas em relação aos índices de aspecto exterior, cor, consistência, textura e sabor. Entretanto, o queijo fabricado pelo leite pasteurizado pelo sistema HTST apresentou gosto amargo aos 65 dias de maturação.

6 BIBLIOGRAFIA

- ALAIS, C.A. *Science du lait. Principes des techniques laitières*. 3.Ed. Paris: Separc, 1970. 814p.
- ANTILA, V.; HAKKARAINEN, H.; LAPPALAINEN, R. The transfer of milk components to finnish Edam e Emmental cheeses. *Milchwissenschaft*, Cork, v.37, n.6, p.321-324, jun. 1982.
- ANTUNES, L.A.F.; TELXEIRA, E.C.; SILVA, R.S.S.F. Models for determination of water activity in Prato cheese. *Journal Dairy Science*, Champaign, v.75, n.1, p.104-109, jan. 1992.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. *Official methods of analysis*, 12. ed. Washington, 1995. 1094p.
- BANKS, J.M.; BANKS, W.; MUIR, D.D.; WILSON, A.G. Cheese yield: composition does matter. *Dairy Industrial International*, London, v.46, n.5, p.15-22, May. 1981.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. *Regulamento da inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal-RIISPOA*. Brasília, 1980. 116p.
- BRASIL. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Laboratório Nacional de Referência Animal. *Métodos analíticos oficiais para controle de produtos de origem animal e seus ingredientes*. II. Métodos físicos e químicos. Brasília, 1981, p.ir.
- BUSANI, S.F.B.; OLIVEIRA, J.S. Leite pasteurizado - sua qualidade desde a fonte de produção. *Boletim do Instituto tecnológico de alimentos*, Campinas, v.19, n.2, p.101-102, jul./dez. 1989.

CHOISY,C.; DESMAZEAUD, M.; GRIPTON, J.C.; LAMBERT,G.; LENOIR,J.;
TOURNEUR,C. Les phenomenes microbiologiques et enzymatiques et la biochimie de
l'affinage. In: ECK, A. Le Fromage, Paris: Tec et. Documentation (Lavoisier) , 1984 . p.62-
100.

DE JONG, L. Protein breakdown in soft cheese and its relation to consistency. 1- Proteolysis
and consistency of noordhollandse meshanger cheese. Netherlands and Milk Dairy Journal,
Wageningen, v.30, n.3/4, p.242, 1976.

DE WIT, J. N. Structure and functional behaviour of whey proteins, Netherlands Milk Dairy
Journal, Wageningen, v.35, n.1, p.47-64, Nov. 1981.

DE WIT, J.N.; KLARENBECK,G. Effects of various heat treatments on structure and solubility
of whey proteins. Journal Dairy Science, Champaign, v.67, n.11, p.2701-2710, Nov.
1984.

DEVOYOD, O.J.J.; BRET, 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.

ERNSTROM, C.A. Milk-clotting enzymes and their action. In: WEBB, B.H.; JOHNDON, A.H.;
ALFORD, R J.A. Fundamentals of Dairy Chemistry, 2.ed., Westport: The AVI Publishing
Company, 1980. 360p.

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.

FARKYE, N.Y. & FOX, P.F. Objective index of cheese ripening. Trends in Food Science e
Technology, London, v.2, n.3, p.37-40, Mar. 1990.

FOLEGATTI, M L S. Avaliação do uso de quimosina produzida por *Aspergillus niger* (var.
awamori) na fabricação de queijo tipo Prato. Campinas: UNICAMP, 1994. 65p. (Tese -
Mestrado em Ciências dos Alimentos).

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

- FURTADO, M.M. Roquefort. Adaptação da tecnologia para o queijo azul. CONGRESSO NACIONAL DE LATICÍNIOS, 3, Juiz de fora, 1976, Anais..., Juiz de Fora: EPAMIG/ILTC, 1976. p.51- 69.
- FURTADO, M.M. Princípios básicos da fabricação de queijo Prato e similares dinarmaqueses. Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes, Juiz de Fora: v.38, n.229, p.52, set./out. 1983.
- FURTADO, M.M. Formação de sobor amargo em queijos. Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes, Juiz de Fora, v.39, n.234, p.13-19, jul./ago. 1984.
- FURTADO, M.M. A arte e a ciência do queijo. São Paulo: Globo, 1991. 297p.
- 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, jan/ fev. 1984.
- FURTADO, M.M.; CHANDAN,R.C.; BRUNNER, J.R.; WISHNETSKY, T. Efeito do teor de sal na maturação de um queijo por *Penicillium caseicolum*. Revista do Instituto Cândido Tostes, Juiz de Fora, v.37, n.224, p.15-18, nov/dez. 1982.
- FURTADO, M.M.; LOURENÇO NETO, J.P.M. Estudo rápido sobre a composição média dos queijos prato e Minas no mercado. Revista Boletim do Leite e seus Derivados, Rio de Janeiro, n.605, p.4-38, mar. 1979.
- FURTADO, M.M.; WOLFSCHOON-POMBO, A.F. Fabricação de queijo Prato e Minas: estudo do rendimento. Parte I. Determinação das cifras de transição. Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes, Juiz de Fora, v.34, n.205, p.3-9, set./out. 1979.
- FURTADO, M.M.; WOLFSCHOON-POMBO, A.F.; VENTURA,R.F. Pasteurização do leite por ejetor de vapor:considerações sobre a diluição do leite e rendimento da fabricação do queijo Prato. Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes , Juiz de Fora, v.43, n.256, p.3-9, mar/abr. 1988.
- FURTADO, M. M.; LOURENÇO NETO, J.P.M. Tecnologia de Queijos. Manual técnico para a produção de queijos. São Paulo: Dipemar, 1994. 188p.

- GODINHO, M. e FOX, P.F. Ripening of blue cheese: Salt diffusion rates and mould growth. *Milchwissenschaft, Cork*, v.36, n.6, p.329-333, Jun. 1981.
- GODINHO, M. e FOX, P.F. Ripening of blue cheese: influence of salting rate on proteolysis. *Milchwissenschaft, Cork*, v.37, n.2, p.72-75, Fev. 1982.
- GOLDFARB, A.R.; SAIDEL, L.J. & MOSOVICH, E. The ultraviolet absorption spectra of proteins. *Journal Biological Chemistry, Baltimore*, v.193, n.1, p.397-404, Nov. 1951.
- GONZALEZ DE LLANO, D.; POLO, M.C.; RAMOS, M. Study of proteolysis in artisanal cheeses: high performance liquid chromatography of peptides. *Journal Dairy Science, Champaign*, v.78, n.5, p.1018-1024, May. 1995.
- GRIPON, J.C. Mould-ripened cheeses. In: FOX, P.F. *Cheese: chemistry physics and microbiology*. London: AVI Publishing Co., 1987. v.2, Cap.4, p.121-145.
- GRIPON, J.C.; DESMAZEAUD, M.J.; LE BARS, D.; BERGERE, J.L. Etude du rôle des micro-organismes et des enzymes au cours de la maturation des fromages. *Le Lait, Paris*, v.55, n.548, p.502-512, Sept./Oct. 1975.
- HARLAND, H.A.; ASHWORTH, U.S. A rapid method for estimation of whey proteins as an indication of baking quality of non-fat dry-milk solids. *Food Research, Champaign*, v.12, n.3, p.247-251, May/June. 1947.
- HARPER, V.W.; HALL, C.W. *Dairy technology and engineering*. Westport: Ed. AVI Publishing Co., 1981. 350p.
- HASHIZUME, K.; SATO, T. Gel-forming characteristics of milk proteins. 1. Effect of heat treatment. *Journal Dairy Science, Champaign*, v.71, n.12, p.1439-1446, Dec. 1988.
- HEWEDI, M.M., FOX, P.F. Ripening of blue cheese: characterization of proteolysis. *Milchwissenschaft, Cork*, v.39, n.4, p.198-201, Apr. 1984.
- INSTITUTO DE LATICÍNIOS CÂNDIDO TOSTES. *Tecnologia de fabricação de queijos*. Juiz de Fora, 1973. 302p. (Apostila).

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas analíticas: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos, 3.ed. São Paulo: 1985. v.1. p.26

ISEPON, J.S.; OLIVEIRA, A.J. Variação do índice de proteólise e aceitabilidade do queijo tipo minas frescal. In: CONGRESSO NACIONAL DE LATICÍNIOS, 13, Juiz de Fora, 1995. Anals..., Juiz de Fora: EPAMIG, 1995. p.287-290.

ISMAIL, A.; HANSEN, K. Accumulation of free acids during cheese ripening of some Danish cheese. *Milchwisenschaf, Cork*, v.27, n.556, p.345-355, Jan. 1972.

JOLLY, R.C.; KOSIKOWSKI, F.V. Flavor development in pasteurized milk blue cheese by animal and microbial lipase preparation, *Journal Dairy Science, Champaign*, v.58, n.4, p.846-852, Apr. 1975.

JONES, L.V.; PERYAN, D.R.; THURSTONE, L.L. Development of a scale for measuring soldiers food preferences. *Food Research, Champaign*, v.20, n.5, p.512-520, Sept./Oct. 1955.

KAMALY, K.M.; MARTH, E.H. Enzyme activities fo lactic streptococci and their role in maturation of cheese: a review. *Journal Dairy Science, Champaign*, v.72, n.8, p.1945-1966, Aug. 1989.

KHATOON, J.A.; HOSSAIN, M.A.; JOSHI, V.K. Biochemical changes during ripening of cheddar cheese made form cow and goat milk. *Milchwissencshaft, Cork*. v.45, n.7, p.436-439, Juli. 1990.

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

KOSIKOWSKY, F. Cheese and fermented milk foods. 2.ed. Ann Arbor: Edwards. 1977. 711p.

LaBORDE, J.B.; TULLIS, D.L.; YOUNG, J.F.; HOLSON, J.F. Measurement of protein ins serum and rodent embryos by spectrophotometry at 215 and 225 nm. *Microchemical Journal, London*, v.24, n.12, p.275, Dec. 1979.

- LAW, B.A. The formation of aroma and flavor compounds in fermented dairy products. *Dairy Science Abstracts*, London, v.43, n.3, p.143-154, Mar. 1981.
- LAW, A.J.R.; BANKS, J.M.; HORNE, D.S.; LEAVER, J. e WEST, I.G. Denaturation of the whey proteins in heated milk and their incorporation into Cheddar cheese. *Milchwissenschaft*, Cork, v.49, n.2, p.63-66, Feb. 1994.
- LAW, A.J.R.; HORNE, J.M.; LEAVER, J. Heat-induced changes in the whey proteins and caseins. *Milchwissenschaft*, Cork, v.49, n.3, p.125-129, Marz. 1994.
- 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, Sept. 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, Juin. 1991.
- LINDQUIST, B.; STORGARDS, T. Changes in casein during cheese ripening. *International Dairy Congress*, 15, Londres: Richard Clay Co, v.2, n.3, p.679, Mar. 1959.
- MARCOS, A.; ESTEBAN, M.A.; LÉON, F.; FERNANDEZ-SALGUEIRO, J. Electrophoretic patterns of european cheeses: comparison and quantitation. *Journal Dairy Science*, Champaign, v.62, n.6, p.892-900, June. 1979.
- MARZIALI, A.S.; NG-KWA-HANG, K.F. Effects of milk composition and genetic polymorphism on cheese composition. *Journal Dairy Science*, Champaign, v.69, n.10, p.2533-2542, Oct. 1986.
- 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, J.M.; FREITAS, L.C.G.de Adaptação da tecnologia de fabricação de queijos de origem italiana - queijo Gorgonzola. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, Juiz de Fora, v.38, n.227, p33-39, maio/jun. 1983.
- MORRIS, H. A.; JEZESKI, J.J.; COMBS, W.B.; KURAMOTA, S. Free fatty acid, tyrosine, and pH changes during ripening of blue cheese made form variously treated milks. *Journal Dairy Science*, Champaing v.46, n.1, p.1-7, Jan. 1963.

- MPAGANA, M.; HARDY, J. Propriétés de la compression et de relaxation des fromages à pâte molle. Influence de L'affinage. *Science Aliments*. London, v.5, n.5, p.91, May. 1985.
- PHELAN, J.A. Proteolysis of β -casein in Cheddar cheese. *Journal of Dairy Research*, London, v.40, n.1, p.105-112, Jan. 1973.
- RABIE, A.M. Acceleration of blue cheese ripening by cheese slurry and extracellular enzymes of *Penicillium roqueforti*. *Lait*, Paris, v.69, n.4, p.305-314, Apr. 1989.
- RETTL, C.; SGHEDONI, A. Considerações sobre a pasteurização de 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.
- RIBEIRO, J.A. Pasteurização a jato direto. *Boletim do leite*, Rio de Janeiro, v.20, p.140, 1947.
- SAN JOSÉ, C. Efectos de la temperatura sobre la leche y sus componentes. *Revista Española de Lechería*, Madrid, v. 34, n.114, p.193-211, set/oct. 1979.
- SANTOS, M. T. M. Efeito térmico do tratamento térmico do leite na qualidade do queijo Minas. Viçosa: UFV, 1990. 53p. (Tese -Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos).
- SATO, M.; HONDA, T.; YAMADA, Y. TANAKA, A.; KAWANAMI, T. A study of free acids, volatile carbonyl compounds and tyrosine in blue cheese. In: INTERNATIONAL DAIRY CONGRESS, 17, 1966, International Milchwiertshfeskongress, Munchen, 1966, 539p.
- 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.
- SCHMIDT, R.H.; PACKARD, V.S.; MORRIS, A.H. Effect of processing on whey protein functionality. *Journal Dairy Science*, Champaign, v.67, n.11, p.2723-2733, Nov. 1984.
- SCOTT, R. *Fabricación de queso*. 2 ed. Zaragoza: Ed. Acribia, 1991, 518p.
- SECRETARIA DA AGRICULTURA E ABASTECIMENTO DO PARANÁ. Origem e informação sobre queijos. *Leite e Derivados*, v.4, n.6, p80-88, jun. 1992.

- SOHAL, T.S.; ROEHL, D.; JESEN, P. Rennet as a cause of bitterness development in Quark. *Journal Dairy Science, Champaign*, v.71, n.12, p.3188-3196, Dec. 1988.
- STOBBERUP, J. *Elaboracion de quesos: módulo III-B* Santiago: FAO, 1985. 310p.
- STONE, J.R.; SIDEL, J.; OLIVER, S.; WOOSLEY, A.; SINGLETON, R.C. Sensory evaluation by quantitative descriptive analysis. *Food Technology, Champaign*, v.28, n.11, p.24-34, Nov. 1974.
- SURAZINSKI, A.; PETERSEN, E.L. Fenômenos fundamentais durante la maduracion de la quesos. In: CURSO NACIONAL DE LEITE E DERIVADOS, 1, Belo Horizonte, 1973. Resumos... Belo Horizonte: FAO / UFMG, 1973.
- 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.
- VAKALERIS, D.G.; PRICE, W.V. A rapid spectrophotometric method for measuring cheese ripening. *Journal Dairy Science, Champaign*, v.42, n.2, p.264-276, Feb. 1959.
- VENTURA, R.F. Ejetor de vapor: pasteurizador para pequenas indústrias de queijo. *Informe Agropecuário, Belo Horizonte*: v.10, n.115, p.16-21. jul. 1984.
- VENTURA, R.F.; FURTADO, M.M.; WOLFSCHOON-POMBO, A.F.; LOURENÇO-NETO, J.P.M.; LIMA, A. Queijo Prato: comparação de fabricação usando leite pasteurizado por sistema de placas e ejetor de vapor (Nota prévia). *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes, Juiz de Fora*, v.39, n.235, p.59-70, set./ out. 1984.
- VENTURA, R.F.; RUSIG, O. Ejetor de vapor: sistema de pasteurização de leite destinado à fabricação de queijos (7ª parte). *Revista de Laticínios Cândido Tostes, Juiz de Fora*, v.39, n.234, p.31-35, Jul./Ago. 1984.
- VENTURA, R.F.; RUSIG, O. Ejetor de vapor: sistema de pasteurização de leite destinado à fabricação de queijos (2ª parte). *Revista de Laticínios Cândido Tostes, Juiz de Fora*, v.38, n.227, p.3-16, Jul./Ago. 1983.

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.

WALSTRA, P.; JENNESS, R. *Dairy chemistry and physics*. New York: John Wiley, 1984. 310p.

WANDECK, F.A. Aspectos bioquímicos da maturação de queijos. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, Juiz de fora, n.164, set./out. 1972.

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

WOLFSCHOON-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.

WOLFSCHOON-POMBO, A.F.; FERNANDEZ, R.M.; GRANZINOLLI, G.G.M. Efeitos da pasteurização HTST e da fervura doméstica sobre a proteína do leite. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, Juiz de Fora, v.37, n.233, p.3-7, set./out. 1982.

WOLFSCHOON-POMBO, A.F.; FURTADO, M.M. Uma tecnologia a ser preservada: o queijo prato da região sul de Minas Gerais. *Revista brasileira de tecnologia*, São Paulo, v.14, n.5/6, p.50-54, set./dez. 1983.

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

ANEXOS

TABELA 1A. Resumo da análise de variância para os teores de sal/umidade para os queijos fabricados pelos leites pasteurizados pelos sistemas Ejetor de Vapor e HTST para todos períodos analisados (5, 25, 45, 65 e 85 dias).

Fontes de variação	GL	Quadrados médios
Pasteurização	1	0,2354
Período de maturação	4	11,3384**
Past. * Período de Mat.	4	0,1341
Bloco	3	2,5259
Resíduo	27	0,2948
CV		10,88

** significativo ao nível de 1% de significância

TABELA 2A. Resumo da análise de variância para a A_w dos queijos fabricados pelos leites pasteurizados pelos sistemas Ejetor de Vapor e HTST para todos períodos analisados.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios
Pasteurização	1	0,0000356
Período de maturação	4	0,0005057**
Past. * Período de Mat.	4	0,0000203
Bloco	3	0,0003822**
Resíduo	27	0,0000446
CV		14,289

** significativo ao nível de 1% de significância

TABELA 3A. Resumo da análise de variância para pH dos queijos fabricados pelos leites pasteurizados pelos sistemas Ejetor de Vapor e HTST para o período de 65 dias.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios
Pasteurização	1	0,1040
Período de maturação	4	2,3239**
Pasteurização*Período de Mat.	4	0,0263
Bloco	3	0,0554
Resíduo	27	0,0174
CV		2,268

** significativo ao nível de 1% de significância

TABELA 4A. Resumo da análise de variância para o índice de extensão de maturação (NS/NT) dos queijos fabricados pelos leites pasteurizados pelos sistemas Ejetor de Vapor e HTST para todos períodos analisados.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios
Pasteurização	1	9,2122
Período de maturação	4	1246,5866**
Past. * Período de Mat.	4	14,5017
Bloco	3	70,6958
Resíduo	27	19,2998
CV		14,289

** significativo ao nível de 1% de significância

TABELA 5A. Resumo da análise de variância para os teores de profundidade (NNP/NT) para os queijos fabricados pelos leites pasteurizados pelos sistemas Ejetor de Vapor e HTST para todos períodos analisados.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios
Pasteurização	1	21,1005
Período de maturação	4	1126,3124**
Past. * Período de Mat.	4	15,5419
Bloco	3	138,0045**
Resíduo	27	14,5035
CV		12,423

** significativo ao nível de 1% de significância

TABELA 6A. Resumo da análise de variância para a análise sensorial para crescimento de mofo dos queijos fabricados pelos leites pasteurizados pelos sistemas Ejetor de Vapor e HTST para o período de 65 dias.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios
Fabricação	3	1,9953
Pasteurização	1	23,2903**
Fabricação * Pasteurização	3	3,5145
Bloco	3	4,4703
Resíduo	21	1,2215
CV		10,819

** significativo ao nível de 1% de significância

TABELA 7A. Resumo da análise de variância para os teores de tirosina (mg/100 gramas de queijo) para os queijos fabricados pelos leites pasteurizados pelos sistemas Ejetor de Vapor e HTST para todos períodos analisados.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios
Pasteurização	1	2719,2
Período de maturação	4	102094,5572**
Past. * Período de Mat.	4	996,6781
Bloco	3	7858,827**
Resíduo	27	792,1476
CV		8,585

** significativo ao nível de 1% de significância

TABELA 8A. Resumo da análise de variância para os teores de triptofano (mg/100 gramas de queijo) para os queijos fabricados pelos leites pasteurizados pelos sistemas Ejetor de Vapor e HTST para todos períodos analisados.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios
Pasteurização	1	42,8489
Período de maturação	4	8092,4393**
Past. * Período de Mat.	4	117,3146
Bloco	3	934,6277
Resíduo	27	176,8478
CV		13,233

** significativo ao nível de 1% de significância

TABELA 9A. Resumo da análise de variância para a análise sensorial para aspecto exterior dos queijos fabricados pelos leites pasteurizados sistemas pelos Ejetor de Vapor e HTST para o período de 65 dias.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios
Fabricação	3	0,3891
Pasteurização	1	1,2799
Fabricação * Pasteurização	3	1,6608
Bloco	3	7,1758
Resíduo	21	2,4153
CV		14,944

** significativo ao nível de 1% de significância

TABELA 10A. Resumo da análise de variância para a análise sensorial para cor dos queijos fabricados pelos leites pasteurizados pelos sistemas Ejetor de Vapor e HTST para o período de 65 dias.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios
Fabricação	3	0,0036
Pasteurização	1	0,0703
Fabricação * Pasteurização	3	0,1153
Bloco	3	0,2786
Resíduo	21	0,1219
CV		3,167

** significativo ao nível de 1% de significância

TABELA 11A. Resumo da análise de variância para a análise sensorial para textura dos queijos fabricados pelos leites pasteurizados sistemas pelos Ejetor de Vapor e HTST para o período de 65 dias.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios
Fabricação	3	1,6419
Pasteurização	1	1,9503
Fabricação * Pasteurização	3	1,2653
Bloco	3	2,7561
Resíduo	21	0,7966
CV		8,423

** significativo ao nível de 1% de significância

TABELA 12A. Resumo da análise de variância para a análise sensorial para consistência dos queijos fabricados pelos leites pasteurizados pelos sistemas Ejetor de Vapor e HTST para o período de 65 dias.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios
Fabricação	3	1,4870
Pasteurização	1	2,4199
Fabricação * Pasteurização	3	1,7041
Bloco	3	3,3271
Resíduo	21	18,9337
CV		9,027

** significativo ao nível de 1% de significância

TABELA 13A. Resumo da análise de variância para a análise sensorial para aroma dos queijos fabricados pelos leites pasteurizados pelos sistemas Ejetor de Vapor e HTST para o período de 65 dias.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios
Fabricação	3	0,2071
Pasteurização	1	2,000 **
Fabricação * Pasteurização	3	0,1858
Bloco	3	1,3121
Resíduo	21	6,3637
CV		5,03

** significativo ao nível de 1% de significância

TABELA 14A. Resumo da análise de variância para a análise sensorial para sabor dos queijos fabricados pelos leites pasteurizados pelos sistemas Ejetor de Vapor e HTST para o período de 65 dias.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios
Fabricação	3	0,7442
Pasteurização	1	0,1012
Fabricação * Pasteurização	3	0,6838
Bloco	3	1,2975
Resíduo	21	0,7039
CV		7,86

** significativo ao nível de 1% de significância



ABEL A. DA SILVA
 Relatório das atividades de ensino e pesquisa
 realizadas por este docente durante o período de 01/01/2017 a 31/12/2017

Quantidade de horas	QI	Fonte de verificação
0,2071	3	Resumo de
2,000	1	Resumo de
0,1828	3	Resumo de
1,3121	3	Resumo de
0,3887	21	Resumo de
2,00		

Quantidade de horas de 15% de significância

ABEL A. DA SILVA
 Relatório das atividades de ensino e pesquisa
 realizadas por este docente durante o período de 01/01/2017 a 31/12/2017

Quantidade de horas	QI	Fonte de verificação
0,7411	3	Resumo de
0,1012	1	Resumo de
0,0834	3	Resumo de
1,3074	3	Resumo de
0,3079	21	Resumo de
2,84		

Quantidade de horas de 15% de significância