

**EFEITOS DO TRATAMENTO TERMICO UHT
EM UM LEITE MODIFICADO**

18/92

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS

EFEITOS DO TRATAMENTO TÉRMICO UHT EM UM LEITE MODIFICADO

Parer

Este exemplar corresponde a redação final da
tese defendida por Juan Manuel Valdivia Ve-
lasquez e aprovada pela Comissão Julgadora
em 12.06.92

Salvador Masaguer

JUAN MANUEL, VALDIVIA VELASQUEZ ²³

Orientador: Prof. Dr. SALVADOR MASAGUER, ROIG

Tese apresentada à Faculdade
de Engenharia de Alimentos da
Universidade Estadual de
Campinas para obtenção do grau
de Mestre em Tecnologia de
Alimentos.

BANCA EXAMINADORA

Salvador Massaguier

Prof. Dr. SALVADOR MASSAGUER ROIG
(orientador)

Enny Terezinha Hartucci

Prof. Dra. ENNY TEREZINHA HARTUCCI
(membro)

Jose Satiro de Oliveira

Prof. Dr. JOSE SATIRO DE OLIVEIRA
(membro)

Olavo Rusig

Prof. Dr. OLAVO RUSIG
(membro)

Campinas, 12 de Junho de 1992

A mi querida esposa, Elsa, madre
ejemplar e esposa abnegada quien
siempre me apoya. A mis adorados
hijos: Evelyn, Albano e Alan.

A mis padres Rosa y Lino que siempre me acompañaron en todas las etapas de mi vida, siendo un espejo de caracter y amor. A mis hermanos Rosita, Florencio y Daniel.

AGRADECIMENTOS

- Ao Prof. Dr. Salvador Massaguer Roig, pela amizade, compreensão, orientação e por sua imensa contribuição na culminação da presente tese.
- À Faculdade de Engenharia de Alimentos - UNICAMP, por possibilitar o desenvolvimento deste trabalho.
- A Productos Roche Quim. e Farm. S.A., pelo fornecimento de minerais e vitaminas.
- Ao Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL), Por ter permitido usar o equipamento de Tratamento Térmico UHT, a Envasadora Asséptica e todos os aparelhos necessários.
- A Tetra Pak, pelo suporte técnico.
- À Universidade Nacional Agraria. La Molina, Lima Perú, pelo apoio e afastamentos concedidos.
- À Secretaria Geral da DEA no Brasil (Programa PMBT), e ao Banco Mundial, pelo suporte financeiro.
- À Associação Brasileira das Industrias da Alimentação (ABIA), pela gentileza das cópias deste trabalho.
- Ao amigos, professores e funcionarios da Faculdade de Engenharia de Alimentos.
- Aos membros da banca examinadora, professores Dra. Enny Terezinha Martucci, Dr. José Sátiro de Oliveira, e Dr. Olavo Rusig, pela compreensão e pelas sugestões na conclusão deste trabalho.
- A todos meus amigos da pós graduação pela compreensão e pelo incentivo. A Marcos Jorge, grande amigo, pelo apoio.
- À todas as pessoas que direta ou indiretamente colaboraram para a realização desta tese.

meu muito obrigado

2.3.3. Lactose.....	30
2.3.4. Minerais.....	31
2.3.5. Vitaminas.....	32
2.3.5.1. Vitaminas Lipossolúveis.....	33
2.3.5.2. Vitaminas Hidrossolúveis.....	34
3. MATERIAL E MÉTODOS	39
3.1. EQUIPAMENTO E MATERIAL.....	39
3.1.1. Materia Prima.....	39
3.1.2. Equipamentos.....	40
3.2. MÉTODOS ANALÍTICOS.....	41
3.3. METODOLOGIA EXPERIMENTAL.....	44
3.3.1. Provas Preliminares.....	44
3.3.1.1. Metodologia de Cálculo Adotada para as Formulações...	44
3.3.1.2. Ensaio Preliminar de Emulsificação de Oleo.....	47
3.3.1.3. Elaboração do Leite Modificado a Nível de Laboratório.	49
3.3.2. Processamento N ^o 1.....	49
3.3.2.1. Recepção.....	49
3.3.2.2. Cálculo da Formulação.....	51
3.3.2.3. Formulação.....	51
3.3.2.4. Homogeneização.....	53
3.3.2.5. Tratamento UHT.....	53
3.3.2.6. Resfriamento.....	53
3.3.2.7. Embalagem Asséptica.....	53
3.3.3. Processamento N ^o 2.....	53
3.3.3.1. Recepção e Amostragem.....	53
3.3.3.2. Cálculo da Formulação.....	58
3.3.3.3. Pre-homogeneização.....	58

3.3.3.4. Formulação.....	58
3.3.3.5. Etapas Restantes do Processamento.....	59
3.3.4. Processamento N ^o 3.....	59
3.3.4.1. Recepção, Amostragem e Análises.....	59
3.3.4.2. Cálculo da Formulação.....	59
3.3.4.3. Pre-homogeneização.....	61
3.3.4.4. Formulação.....	61
3.3.4.5. Etapas Restantes do Processamento.....	63
3.3.5. Armazenagem do Leite Modificado (UHT).....	63
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	64
4.1. PROVAS PRELIMINARES.....	64
4.1.1. Metodologia de Cálculo Adotada para as Formulações... ..	64
4.1.2. Ensaio Preliminar de Emulsificação de óleo.....	64
4.1.3. Elaboração do Leite Modificado a Nível de Laboratório..	66
4.2. PROCESSAMENTO N ^o 1.....	66
4.2.1. Recepção e Amostragem das Análises.....	66
4.2.2. Cálculo da Formulação.....	66
4.2.3. Formulação.....	75
4.3. PROCESSAMENTO N ^o 2.....	76
4.3.1. Recepção e Amostragem das Análises.....	76
4.3.2. Cálculo da Formulação.....	76
4.3.3. Etapas Restantes do Processamento	86
4.4. PROCESSAMENTO N ^o 3.....	86
4.4.1. Recepção e Amostragem das Análises.....	86
4.4.2. Cálculo da Formulação.....	86
4.4.3. Etapas Restantes do Processamento.....	95
4.5. ARMAZENAGEM DO LEITE MODIFICADO (UHT).....	95

5. CONCLUSÕES.....	103
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	105

ÍNDICE DE TABELAS

TABELA N ^o	PAG
1. Definição dos Processos Térmicos.....	5
2. Referência de Valores de "Z" para os Constituintes de Leite.	12
3. Composição Média de Leite de Diferentes Mamíferos.....	13
4. Composição do Leite Humano e de Vaca.....	14
5. Composição Protéica do Leite Humano e de Vaca.....	17
6. Conteúdo Médio dos Principais Minerais no Leite Humano e de Vaca.....	19
7. Necessidades Diárias de Algumas Vitaminas e a Porcentagem Fornecida por um Litro de Leite.....	21
8. Efeitos do Tratamento UHT, na Distribuição do Nitrogênio nas Frações Protéicas.....	26
9. Influência do Tratamento UHT na Distribuição do Nitrogênio, num Leite Cru.....	27
10. Variação de Composição do Leite de Vaca, ao Formular o Leite Modificado a Nível de Laboratório	65
11. Resultados das Análises de Amostras de Leite Cru de Vaca na Recepção do Processamento N ^o 1.....	67
12. Adição dos Componentes Principais, Resultados Esperados e Obtidos em Amostras do Processamento N ^o 1.....	68
13. Análises Complementares Realizadas em Amostras do Leite de Vaca e Modificado no Processamento N ^o 1.....	71
14. Adição de Vitaminas na Formulação do Leite Modificado, Resultados Esperados e Obtidos em Amostras do Processamento N ^o 1.....	74

15. Resultados das Análises de Amostras de Leite Cru de Vaca na Recepção do Processamento N ^o 2.....	77
16. Adição dos Componentes Principais, Resultados Esperados e Obtidos em Amostras do Processamento N ^o 2.....	78
17. Análises Complementares Realizadas em Amostras de Leite de Vaca e Modificado no Processamento N ^o 2.....	80
18. Adição de Vitaminas na Formulação do Leite Modificado, Resultados Esperados e Obtidos em Amostras do Processamento N ^o 2.....	82
19. Adição de Minerais na Formulação do Leite Modificado, Resultados Esperados e Obtidos em Amostras do Processamento N ^o 2.....	84
20. Resultados das Análises de Amostras de Leite Cru de Vaca na Recepção no Processamento N ^o 3.....	87
21. Adição dos Componentes Principais, Resultados Esperados e Obtidos em Amostras do Processamento N ^o 3.....	88
22. Análises Complementares Realizadas em Amostras de Leite de Vaca e Modificado no Processamento N ^o 3.....	90
23. Adição de Vitaminas na Formulação do Leite Modificado, Resultados Esperados e Obtidos em Amostras do Processamento N ^o 2.....	92
24. Adição de Minerais na Formulação do Leite Modificado, Resultados Esperados e Obtidos em Amostras do Processamento N ^o 3.....	94
25. Variações nas Análises Complementares em Amostras do Leite Modificado na Armazenagem a 37 °C do Processamento N ^o 2.....	96

26. Variações nas Análises Complementares em Amostras do Leite Modificado na Armazenagem a 37 °C do Processamento N° 3.....	97
27. Variação do Conteúdo Vitamínico do Leite Modificado na Armazenagem a 37 °C do Processamento N° 2.....	100
28. Variação do Conteúdo Vitamínico do Leite Modificado na Armazenagem a 37 °C do Procassamento N° 3.....	101

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA Nº	PAG
1. Relação entre o Efeito Bactericida e o Escurecimento, versus a Temperatura.....	9
2. Comparação do Efeito Térmico de Esterilização com as Alterações Químicas no Produto	10
3. Homogeneizador de Laboratorio (Homogeneizador Nº 1).....	48
4. Fluxograma do Processamento Nº 1, do Leite Modificado.....	50
5. Tanques de Mistura do Leite Modificado no Processamento Nº 1.....	52
6. Homogeneizador Incorporado à Unidade de Esterilização (Homogeneizador Nº 3).....	54
7. Unidade de Esterilização STORK - STERIDEAL I.....	55
8. Unidade de Empacotamento Asséptico.....	56
9. Fluxograma do Processamento Nº 2, do Leite Modificado.....	57
10. Fluxograma do Processamento Nº 3, do Leite Modificado.....	60
11. Tanques de Mistura do Leite Modificado no Processamento Nº 3.....	62

R E S U M O

Fizeram-se formulações de leite modificado, a partir de leite integral de vaca, com a diluição do mesmo com água potável. Tentou-se aproximar a composição do leite modificado ao do um leite humano, principalmente no que refere aos componentes principais: (proteína, gordura e lactose), algumas vitaminas (A, B₁, B₂ e C) e alguns minerais (ferro, zinco e potássio).

O uso de fórmulas sugeridas na presente pesquisa, utilizando os dados das análises rápidas rotineiras de planta de laticínios (proteína formol, gordura Gerber e lactose), permitiu obter um leite modificado de acordo com os componentes principais previstos.

Após utilizar os valores de destruição térmica e de "D", da bibliografia, para o cálculo das adições das vitaminas, os conteúdos obtidos destas no Leite Modificado após o processamento final, mostraram valores diferentes aos conteúdos esperados. No caso dos minerais, mantiveram-se os resultados de acordo com o comportamento dos mesmos apresentados da revisão bibliográfica.

Os componentes principais utilizados na formulação do leite modificado foram: óleo de milho, lactose cristalizada, água da rede pública de Campinas, vitaminas: A palmitato, tiamina e ácido ascórbico, e os minerais: sulfato de potássio, sulfato de zinco e citrato de ferro amoniacal.

Três processamentos UHT (Processamento N^o 1, N^o 2 e N^o 3) a 140 °C x 4 s foram feitos ao leite modificado, em uma unidade de esterilização STORK STERIDEAL I e empacotados em uma unidade de embalagem asséptico TETRA BRIK. As amostras do Processamento N^o

2 e N^o 3 foram armazenadas e avaliadas durante 60 dias a 37 °C. As amostras do Leite Formulado do Processamento N^o 3, obtidas após o tratamento UHT deram valor alto de reação de Maillard: 65,19 µmol HMF/l, a leitura da Densidade Óptica (D.O.), a 535 nm, para a degradação de gordura foi de 0,07, de Nitrogênio total (NT) foi de 157,7 mg/100g, de Nitrogênio não caséico (NNC) de 24,6 mg/100g e Nitrogênio não protéico (NNP) de 13,6 mg/100g. Não houve separação de gordura nas amostras.

As perdas das vitaminas A e B₁ no Processamento N^o 3, foram maiores do que os citados na bibliografia, de 48% e 25% respectivamente; a vitamina C apresentou perda da ordem de 19% e não ocorreram perdas para a vitamina B₂.

Aos 15 dias de armazenagem do produto, observou-se que a degradação de gordura teve diminuição de 0,07 para 0,0365 da leitura de D.O., para depois aumentar gradualmente aos 45 dias, voltando a diminuir aos 60 dias e atingir valores de 0,1600 da leitura de D.O. A reação de Maillard teve um comportamento relativamente estável na armazenagem, atingindo valores de 71,71 µmol HMF/l aos 60 dias.

O NT, NNC e NNP comportaram-se de acordo como esperado pela bibliografia consultada, como valores de 154,5 mg/100g 35,9 mg/100g 17,7 mg/100g respectivamente.

Os minerais adicionados, mantiveram-se sem alterações durante o tempo de armazenagem estudado.

S U M M A R Y

A formulated milk was made from whole cow's milk by dilution with water and addition of selected ingredients in order to have the same composition as human milk with respect to protein, fat, lactose, some vitamins (A, B₁, B₂ and C), and some minerals (iron, zinc and potassium).

The use of the formulas suggested in this research using data from rapid analyses carried out in the dairy plant, allowed for the preparation of a modified milk similar to human milk.

After use of the values for thermal degradation and "D" values found in the literature for the additions, the vitamin contents evaluated in the modified milk for the process number 3, gave different values. The values found for the mineral additions however, showed no change.

The main components used in the formulation of the Modified Milk, were: corn oil, crystallized lactose, drinking water, vitamin A palmitate, thiamine, ascorbic acid, potassium sulfate, zinc sulfate and ferric ammonium citrate.

The Formulated Milk was sterilized in a STORK STERIDEAL I and packaged in an aseptic TETRA BRICK package. Three UHT processes (Ultra High Temperature) were carried out at 140 °C for 4s. All samples were stored and evaluated for 60 days at 37 °C. The samples of the final process (Process N° 3) obtained after UHT sterilization, showed high values for the Maillard reaction: 65.1 µMol/l, the optical density at 535 nm (fat degradation) was

0.07, Total nitrogen (TN) was 157.7 mg/100 mg, Non casein nitrogen (NCN) was 24.6 mg/100g and Non protein nitrogen (NPN) was 13.6 mg/100g.

Higher losses of vitamin A (25%) and B₁ (48%) were observed in the final process as compared to the literature. Losses of vitamin C were recorder (19%) and no losses of vitamin B₂ were encountered.

After 15 days of storage at 37 °C the test for fat degradation showed a fall in O.D. from 0.07 to 0,0365, but these readings subsequently increased to 0,16 after 60 days of storage.

The behavior to TN, NCN anf NPN was according to that expected from the literature consulted, giving values of 154.5 , 35.9 and 17.7 mg/100 g respectively.

All added minerals maintained constant values up to the final storage date.

1- INTRODUCAO

É bem conhecido que o leite materno é o melhor alimento para o lactente, mesmo assim, existe a possibilidade de não se contar com este leite o que leva a necessidade de se utilizar um substituto que geralmente é o leite de vaca. Em virtude do leite de vaca integral conter mais proteína e minerais, e menos açúcar que o leite humano, ele é usualmente modificado para o recém-nascido, por diluição com água e adição de alguns açúcares (MITCHELL et alii, 1978). Existem indústrias dedicadas a preparar fórmulas comerciais de leite modificado, baseados em leite de vaca (OWEN, 1969) e/ou outras formas de nutrientes, que no Brasil normalmente são oferecidas aos consumidores como produto em pó. Esta forma de processamento, se por um lado adequada, pode apresentar o inconveniente da possibilidade do emprego de água higiênicamente inadequada no momento do seu preparo, além da possibilidade de diluição excessiva, por erro de cálculo ou por razões econômicas.

Uma alternativa para evitar tais inconvenientes, consiste em preservar um produto assim formulado, já na diluição de consumo, através de um eficiente processamento térmico que assegure ao consumidor este leite com as suas características físico-químicas, organolépticas e nutricionais adequadas.

A esterilização de leite fluido pelo método UHT (Ultra High Temperature) e uma eficiente embalagem asséptica, permite preservar o leite fluido sem necessidade de refrigeração por períodos consideravelmente longos, maximizando ao mesmo tempo a retenção das propriedades nutricionais do produto (KOSARIC et

alii, 1981).

A presente pesquisa consistiu em primeiro lugar em tentar reproduzir um leite modificado que se assemelhe a ao leite humano, no que se refere ao conteúdo de proteína total, gordura e lactose, algumas vitaminas e minerais, a partir da diluição com água do leite integral de vaca. Posteriormente realizou-se processamento térmico de tratamento UHT ao leite modificado, e as respectivas avaliações após o processamento e armazenagem.

Os objetivos da pesquisa foram as seguintes:

- A partir de leite integral bovino, preparar formulações com adição de nutrientes, visando obter um leite modificado que se assemelhe a um leite humano, principalmente no que se refere aos conteúdos de proteína, gordura e lactose.
- Estudar o comportamento desse leite modificado quando submetido a um tratamento UHT (indireto).
- Observar algumas transformações físico-químicas e bioquímicas que possam ocorrer durante a armazenagem desse produto.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. ASPECTOS GERAIS.

2.1.1. Processo UHT (Ultra High Temperature). Histórico.

O propósito da esterilização do leite por aquecimento é o de inativar os enzimas e destruir os microorganismos nele presentes. Se o leite for armazenado por períodos longos, a inativação e destruição devem ser virtualmente completas. Infelizmente o aquecimento também produz mudanças nos componentes do leite, as quais têm efeito desfavorável nas propriedades físicas e organolépticas do mesmo. Mudanças estas como sabor indesejável, perda do valor nutritivo, alteração na cor e formação de sedimentos. Embora, na faixa das temperaturas altas, a destruição dos microorganismos aumente mais rapidamente do que as mudanças químicas indesejáveis. Consequentemente o uso de temperaturas altas de esterilização aplicadas por curtos tempos, poderia reduzir significativamente as mudanças químicas indesejáveis, conseguindo a destruição desejada dos microorganismos. Este princípio de esterilização é a base do processo conhecido como Ultra-High-Temperature (ZADOW, 1975).

A produção de leite Esterilizado de longa vida (UHT), através de um processo de fluxo contínuo a altas temperaturas por um tempo curto, seguido de uma embalagem asséptica, tem sido amplamente estudado nos últimos vinte anos, e nos últimos quinze anos tem sido cada vez mais aceito como método apropriado para o tratamento do leite de consumo, porém o conceito não é novo e o

problema tem sido pesquisado há mais de cem anos (HOSTETTLER, 1981 e DEGNER, 1979).

2.1.2. Tipos de processamento térmico no leite.

Existem diferentes combinações de tempo-temperatura que se aplicam ao leite, para garantir suas características de qualidade para o consumo humano. DEGNER (1979), apresenta as diferentes definições dos processamentos térmicos do leite (Tabela Nº 1).

2.1.3. Sistemas de Processamento UHT para o Leite

O processo UHT, pode ser classificado como de aquecimento direto ou indireto, segundo o tipo de trocador de calor utilizado. De acordo com BURTON (1969) citado por MEHTA (1980), no processo de aquecimento indireto, o leite é aquecido através de paredes condutoras de calor, geralmente aço inoxidável, o qual separa o meio aquecedor do leite; a superfície de aquecimento pode ser de placas corrugadas (como no caso dos pasteurizadores HTST), ou tubulares de diâmetros relativamente pequenos. Já nos processos de aquecimento direto, o leite é misturado com vapor saturado sob pressão e aquecido rapidamente com a posterior condensação de vapor separado.

Nos processos de aquecimento direto, é possível a injeção do vapor dentro do fluxo de produto, para atingir a temperatura de esterilização requerida, ou o leite pode ser disperso dentro de uma câmara que contém vapor à temperatura de esterilização (BURTON, 1972; LOO, s/d), e segundo este último autor, o sistema pelo método de aquecimento direto, é conhecido como uperização.

TABELA N^o 1. Definição dos Processos Térmicos

Temperatura	Tempo	Denominação	Refrigeração
68 °C (145,4 °F)	30,0 min.	"Low temperature longer time. LTLT".	Sim
71.5 °C (160,7 °F)	15,0 s.	"High Temperature Shorter Time. HTST".	Sim
88.5 °C (191,3 °F)	1,0 s.	"Higher Heat Shorter Time (HHST)"	Sim
95.5 °C (203,9 °F)	0,05 s.	"Higher Heat Shorter Time (HHST)"	Sim
100 °C (212 °F)	0,01 s.	"Higher Heat Shorter Time (HHST)"	Sim
138 °C (280 °F)	2,0 s. ou mais	"Ultrapasteurization"	Sim (*)
145 - 150 °C (293 - 302 °F)	2.0-6.0 s.	"Sterilization"	Não (**)

* = Mas o produto tem uma longa vida de prateleira.

** = Até aberto se o produto foi empacotado assepticamente.

Fonte: DEGNER (1979)

2.1.4. Embalagem Asséptica.

O desenvolvimento das metodologias do processamento UHT para o leite em fluxo contínuo, tem trazido a necessidade de uma embalagem asséptica do produto, e é só através desta que os benefícios do tratamento UHT podem ser completamente conseguidos (KOSARIC et alii 1981).

A Tetra Pak após ter desenvolvido a embalagem tetraédrica, desenvolveu a embalagem Tetra Brik, para facilitar o seu empilhamento e o manuseio de bandejas maiores.

O material normalmente usado para embalagem aséptico é composto das seguintes camadas (de fora para dentro):

- Laminados de alumínio duplex, consistindo de polietileno, papel composto Kraft, polietileno, lâmina de alumínio e polietileno. Esse laminado permite o armazenamento de 4 a 5 meses (KOSARIC et alii 1981).

2.1.5. Teoria Básica do Processamento UHT.

Os microrganismos são destruídos pelo calor quando as suas proteínas são coaguladas e as enzimas requeridas para seu metabolismo são inativadas. O tratamento térmico para destruir os microrganismos e seus esporos, varia de acordo com a classe de organismo, o seu estado e o seu ambiente durante o aquecimento. Um termo usado para expressar a resistência térmica dos microrganismos é o Tempo de Morte Térmica ou TDT (Thermal Death Time), definido como o tempo a uma certa temperatura necessário para destruir todos os microorganismos (ou esporos) sob condições específicas (STUMBO, 1973). Os tempos e temperaturas do

processamento são baseados em uma curva de TDT para qualquer microrganismo cujo processamento foi projetado para destruí-lo. A curva TDT é obtida plotando o log. do TDT contra a temperatura.

Segundo Hsu, citado por MEHTA (1980), em operações de processamento a equação normalmente usada para determinar o tempo de processamento é chamada F_0 , ou equação de esterilização:

$$\log \frac{F_0}{t} = \frac{T - 250}{z}$$

onde:

T = Temperatura do Processo ($^{\circ}\text{F}$)

t = Tempo de Aquecimento (minutos)

z = Inclinação da curva TDT ou $^{\circ}\text{F}$ requeridos para a curva TDT atravessar um ciclo logarítmico

F_0 = valor de esterilização ou minutos requeridos para destruir todos os microrganismos a 250°F .

Na faixa de 110 a 125°C , a taxa de destruição dos esporos de Bacillus stearothermophilus, aumenta quase 11 vezes para cada 10°C de aumento de temperatura (FRANKLIN, citado por MEHTA, 1980). No caso dos esporos mais sensíveis como do Bacillus subtilis, a sua taxa de destruição para cada 10°C de aumento, é de 30 vezes (HSU, citado por MEHTA, 1980). O escurecimento de Maillard, é uma reação importante que ocorre quando reagem as proteínas com os açúcares redutores, ocasionando sabor e mudanças de cor indesejáveis para o leite fluido, segundo BURTON, 1954 (citado por MEHTA, 1980); na faixa de 95 a 120°C a taxa de aumento de escurecimento é de 3 vezes para cada 10°C de aumento

de temperatura. Este autor apresenta uma curva para a relação entre o efeito bactericida e o escurecimento, versus a temperatura, mostrada na Figura Nº 1. O quociente da temperatura (Q_{10}), isto é, a variação da taxa de destruição de esporos para cada aumento de 10°C , é assumido como 20 (a média entre B. subtilis = 30 e B. stearothermophilus = 11) e para o escurecimento é 3. A relação entre estes efeitos não muda muito até a temperatura atingir perto de 135°C ; no entanto, acima desta temperatura, esta relação pode atingir valores da ordem de 5.000 (MEHTA, 1980).

Portanto, segundo BURTON (1984), o leite é tratado na faixa de temperatura de UHT, 135 a 150°C por poucos segundos, sendo possível obter um produto virtualmente livre de esporos e com menor escurecimento do que leites esterilizados em latas. A cor deste produto é similar a aqueles submetidos a procesos HTST

Por outro lado, segundo NAHRA & WESTHOFF (1980), o processo mais usado de esterilização dos fluidos sensíveis ao calor, como o leite, é o do processamento UHT, devido ao fato de que este tipo de processamento faz o melhor uso de um princípio bioquímico básico: o efeito bactericida aumenta a uma taxa muito maior do que as mudanças químicas pelo efeito do aumento da temperatura, como pode ser visto na Figura Nº 2, mostrando os parâmetros de tempo e temperatura onde as reações químicas mantem-se relativamente constantes e a destruição microbiana aumenta drasticamente. Estes mesmos autores indicam que o efeito bactericida num leite processado a $137,8^{\circ}\text{C}$ por 0,8 segundos é 15.625 vezes maior do que um leite processado a $77,8^{\circ}\text{C}$ por 50 segundos, embora a alteração

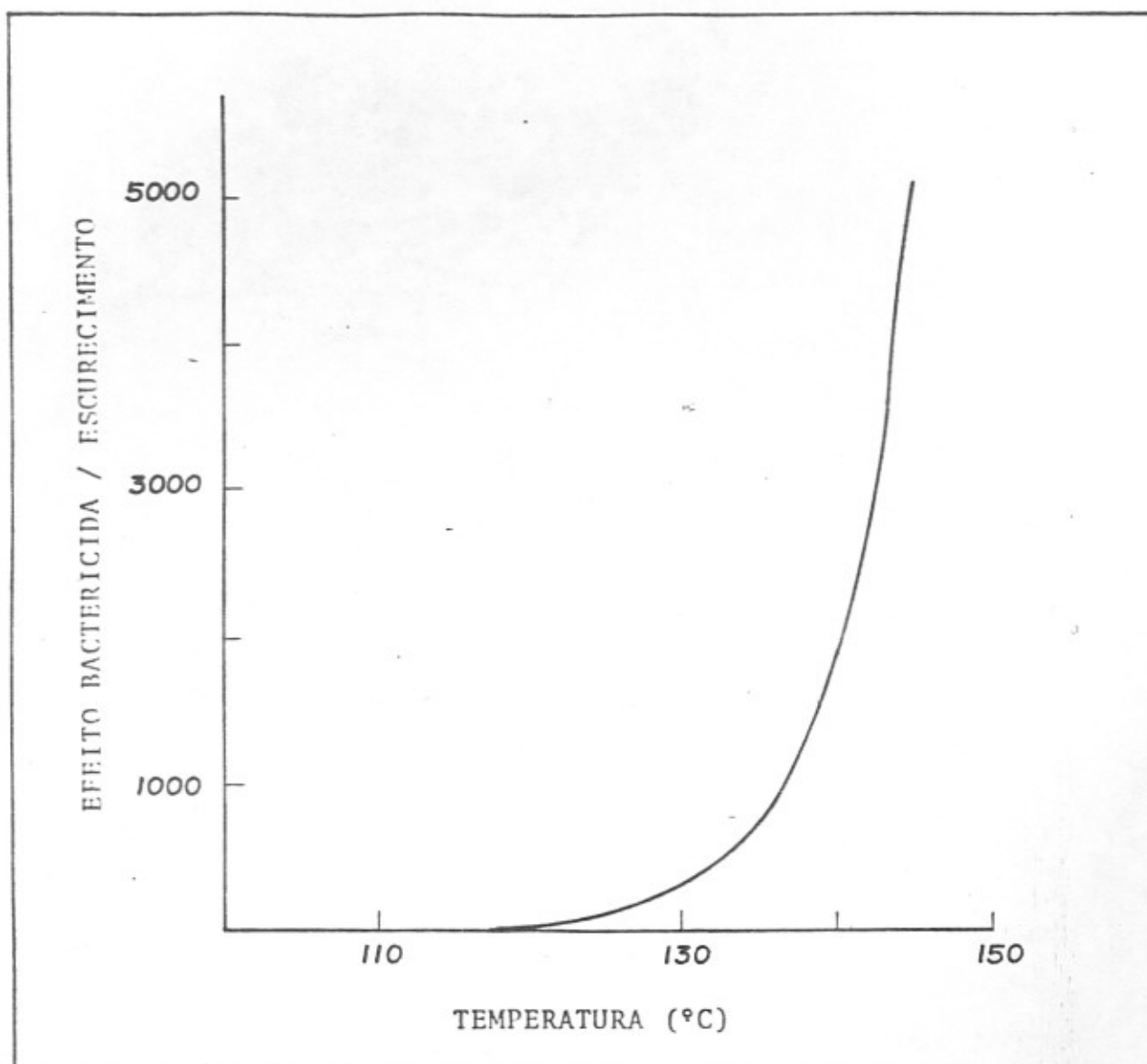


FIGURA Nº 1. Relação entre o efeito bactericida e o escurecimento, versus a temperatura

Fonte: MEHTA, 1980

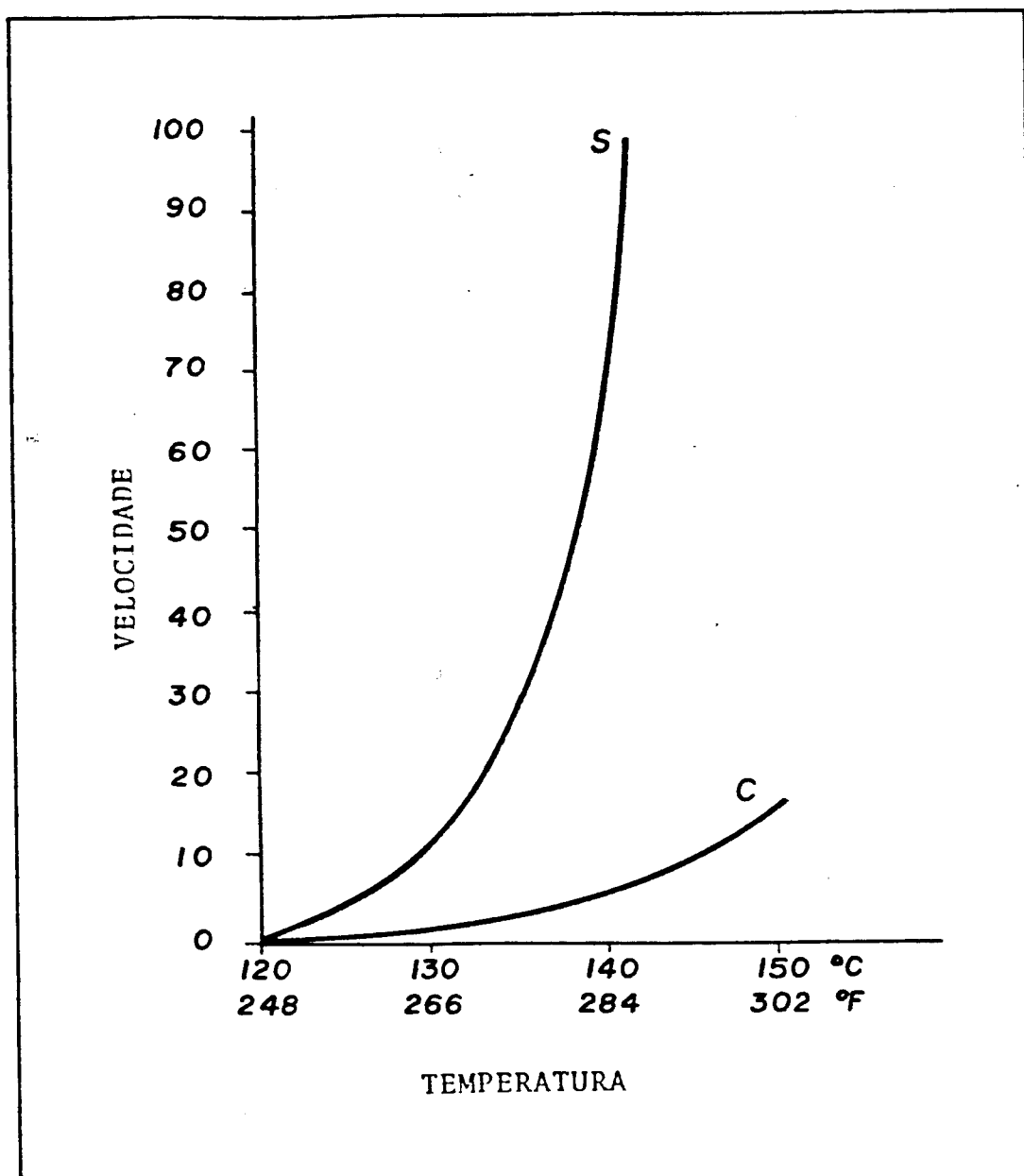


FIGURA N^o 2. Comparação do efeito térmico de esterilização (S) com as alterações químicas no produto

Fonte: NAHRA & WESTHOF, 1980

química relativa seja a mesma.

JELEN (1982), argumenta que as principais características do tratamento UHT incluem: a) sua natureza continua e b) sua ocorrência independente da embalagem. Portanto o produto precisa de armazenagem e manuseio assépticos nas condições de esterilização e temperatura mais alta, na faixa de 140 a 150 °C por poucos segundos, para atingir uma esterilização comercial aceitável.

O autor comenta no seu artigo que a sensibilidade a temperatura da constante de velocidade de reação com relação à destruição térmica de esporos e microrganismos, geralmente expressa como o valor "z", é bem maior do que a sensibilidade de várias reações químicas que influem na qualidade dos alimentos, para indicadores como mudança da cor, destruição de vitaminas ou mudanças protéicas (Tabela N^o 2).

2.2. ASPECTOS DE COMPOSIÇÃO DO LEITE.

O leite é um dos melhores alimentos e é considerado a principal fonte de nutrientes para a maioria dos lactentes e crianças, inclusive adolescentes e adultos podem consumir quantidades consideráveis de leite.

A Tabela N^o 3, apresenta a composição de leite, de diferentes espécies de mamíferos.

A composição do leite é muito variada, dependendo da raça, região e período de lactação. Na Tabela N^o 4, apresenta-se a composição de leite humano e de vaca, segundo dados diversos (FOMON, 1976; MITCHEL et alii 1978; PELETH & DONATH, 1974; GUTHRIE,

TABELA N^o 2. Referencia de valores "z" (*) para os constituintes de leite

CONSTITUINTE	Valor "z" (°C)
VITAMINAS	25 - 45
ENZIMOS	6 - 40
ESPOROS MICROBIANOS	6 - 12
REAÇÃO DE MAILLARD	21 - 25
DESNATURAÇÃO DAS PROTEINAS DE SORO	10 - 15

(*) = Intervalo de temperatura necessário para uma mudança de dez vezes na velocidade de reação.

Fonte: JELEN, 1982

TABELA N^o 3. Composição media do leite de diferentes mamíferos

ESPECIE	Sólidos %	Proteína %	Gordura %	Lactose %	Cinzas %
HUMANO (1)	12,1	1,1	4,0	6,8	0,2
VACA (2)	12,6	3,5	3,5	4,9	0,7
PORCO	20,0	6,0	8,0	5,0	1,0
OVELHA	18,4	6,0	7,0	4,5	0,9
CABRA	12,8	3,0	4,5	4,5	0,8
EGUA	9,9	2,0	1,5	6,0	0,4

FONTE: JAKOBSEN. 1978; exclusive (1) e (2)

(1) MITCHEL et alii, 1978;

(2) FOMON, 1976; MITCHEL et alii, 1978.

TABELA Nº 4. COMPOSIÇÃO DO LEITE HUMANO E DE VACA (POR 100 ml)

COMPONENTES	LEITE DE VACA (2)	LEITE HUMANO
Proteína (g)	3,5	1,1 (1)(2)(3)
Lípideo (g)	3,5	4,0 (2)
Lactose (g)	4,9	6,8 (1)
Água (g)	87,4	87,1 (1)
Cinzas Totais	0,7	0,2 (1)
Cálcio (mg)	118,0	34,0 (1)(3)
Fósforo (mg)	93,0	14,0 (1)(2)
Sódio (mg)	50,0	16,1 (1)
Potássio (mg)	114,0	50,7 (1)
Iodo (ug)	4,7	3,0 (1)(2)
Ferro (mg)	0,5	0,1 (2)
Zinco (mg)	0,4	0,3 (1)
Vitamina A (UI)	140,0	240,0 (2)
Vitamina E (mg)	0,14	0,16 (1)
Vitamina D (UI)	1,3	2,2 (1)
Vitamina K (ug)	6,0	1,5 (1)
Vitamina C (mg)	1,1	4,3 (1)(2)(4)
Tiamina (mg)	0,03	0,016 (1)(4)
Riboflavina (mg)	0,17	0,036 (1)
Folacina (ug)	5,5	5,2 (1)
Piridoxina (mg)	0,064	0,01 (1)(5)
Cobalamina (ug)	0,4	0,03

Fontes: (1) FOMON, 1976.

(4) GUTHRIE, 1979.

(2) MITCHELL, 1978.

(5) ALAIS, 1971.

(3) PELET & DONATH, 1973.

1979; ALAIS, 1971). No que se refere à nutrição humana, o leite de vaca pode ser considerado como um alimento muito bem balanceado de proteína, no entanto, pode-se dizer que a proporção de proteína e energia do leite de vaca é muito alto para uma criança recém nascida, assim como o seu conteúdo de sódio é também muito alto, enquanto que o conteúdo de ferro é muito baixo (JAKOBSEN, 1978).

2.2.1. Gordura.

Da Tabela N^o 3, pode-se verificar que a variação do conteúdo de gordura do leite humano e de vaca não são muito diferentes. O conteúdo de gordura total de leite de vaca varia numa faixa muito ampla (2,3 a 7,8%), sendo sua percentagem média aceitável de 3,8%. Além do seu comprovado valor energético, a gordura do leite serve como veículo das vitaminas lipossolúveis A, D, E, K e contém quantidades apreciáveis dos ácidos graxos essenciais, linoléico e araquidônico (GURR, 1981).

Do ponto de vista nutricional, os ácidos graxos poliinsaturados são de grande importância. Segundo JAKOBSEN (1978), uma ingestão diária de 10 a 12 g de ácido linoléico é necessário. No caso do leite humano, a quantidade ingerida seria menor, já que o conteúdo de ácido linoléico no leite humano é bem maior do que no leite de vaca.

2.2.2. Proteínas

As proteínas do leite são de grande valor nutricional, facilmente digeríveis e de alto valor biológico. Recomenda-se que 10 a 15% da ingestão calórica total do ser humano, poderia ser

abastecida pela proteína do leite de vaca (RENER, 1974; citado por BOCKELMANN s/d).

Na Tabela N^o 5, mostram-se as diferentes frações das proteínas do leite humano e do leite de vaca. Existe uma grande diferença entre os dois leites, nas quantidades e tipos de proteínas apresentadas. O leite de vaca contém 3,4 vezes mais proteína do que o leite humano. Segundo HAMBREAU et alii (1977 e 1978), citados por GURR (1981), o fator convencional do total de nitrogênio x 6,38, não é o adequado para a grande quantidade de nitrogênio não protéico (NNF) no leite humano, presente principalmente como úrea, peptídeos e aminoácidos livres.

Existe uma diferença físico-química entre a caseína do leite humano e a de vaca no sentido de que formam diferentes coágulos no estômago, com implicações para a utilização da proteína pelas crianças (FOMON, 1976).

As proteínas não caseícas ou proteínas do soro, diferem quantitativa e qualitativamente entre os dois leites como pode-se observar na Tabela N^o 5. A proteína de soro predominante no leite de vaca é a beta-lactoglobulina, a qual está ausente no leite humano, no entanto há relativamente mais alfa-lactalbumina no leite humano. As demais proteínas do soro, são consideradas menos importantes nutricionalmente, mas elas tem um papel importante na proteção contra as doenças no indivíduo novo (GURR, 1981).

2.2.3. Lactose.

A lactose é o principal açúcar do leite, o seu conteúdo médio no leite de vaca é de 4,9 % (MITCHEL et alii 1978, no

TABELA N^o 5. Composição protéica do leite humano e de vaca

Proteína	Humano (1)		Vaca (2)	
	g/100ml	Total(%)	g/100ml	Total(%)
Total	0,88	100	3,30	100
Caseína	0,31	35	2,60	79
Total de soro	0,57	65	0,70	21
a-lactalbúmina	0,15	17	0,12	3,5
B-lactoglobulina	--	--	0,30	9,0
lactoferrina	0,15	17	tr	---
albúmina	0,05	6	0,03	1,0
lisozima	0,05	6	tr	---
imunoglobulina	0,10	11	0,10	3,0
outros	0,07	8	0,15	4,5

(1) HAMBREAU et alii 1978

(2) HAMBREAU et alii 1977

citados por GURR, 1981.

tr = traços

entanto no leite humano é de 6,8 % (FOMON, 1976). A lactose é um dissacarídeo formado por galactose e glicose.

A enzima lactase, presente geralmente na parede do intestino delgado, quebra a lactose em glicose e galactose; a intolerância à lactose é um problema comum, especialmente em alguns grupos étnicos, e é causado principalmente pela deficiência de lactase. A lactose não hidrolizada no intestino delgado, faz com que a pressão osmótica do fluido intraluminal seja maior do que do plasma, provocando fluxo de água extracelular ao interior do duodeno e jejuno, inclusive no estômago, estimulando os movimentos peristálticos e aumentando a velocidade do trânsito intestinal (FOMON, 1976).

2.2.4. Minerais.

O leite de vaca contendo 7,3 g/l de minerais tem conteúdo relativamente maior do que o de leite humano. Na Tabela Nº 6, apresentam-se os conteúdos médios dos principais minerais no leite humano e de vaca.

Segundo RENNERT (1974) citado por BOCKELMANN s/d, mais ou menos 20% de cálcio e de fósforo estão ligados à proteína, o que promove a estabilidade da caseína formando o complexo de fosfocaseinato de cálcio.

O leite é uma fonte essencial de minerais na dieta humana, especialmente na necessidade de cálcio e fósforo. Segundo MITCHELL et alii (1978), para prevenir a tetania hipocalcêmica durante a primeira semana de vida, é sugerida uma relação de cálcio e fósforo do leite de humano (2:1) como mais conveniente para o

TABELA N^o 6. Conteúdo medio dos principais minerais no leite humano e de vaca

MINERAL	Leite Humano (1) g/l		Leite de vaca (2) g/l	
	Media	Variação	Media	Variação
Cálcio	0,34	0,17 - 0,61	1,20	0,6 - 2,0
Potássio	0,51	0,37 - 0,64	1,50	1,0 - 2,0
Fosforo	0,14	0,07 - 0,27	0,94	0,5 - 1,5
Sódio	0,17	0,06 - 0,44	0,45	0,2 - 0,9
Cloro	0,36	0,09 - 0,73	1,06	0,6 - 1,8
Magnésio	0,04	0,02 - 0,06	0,12	0,05 - 0,24
Enxofre	0,14	0,05 - 0,30	0,33	0,2 - 0,5

Fontes: (1) CIBA - GEIGY, 1975

(2) RENNER, 1974 (citado por BOCKELMANN, s/d)

recém nascido que uma razão de Ca:P (1,2:1) encontrada no leite de vaca, embora para a segunda infância, é sugerida a taxa Ca:P do leite de vaca (MITCHEL et alii 1978).

É de particular importância, a alta concentração de sódio e fósforo no leite e é a bem baixa taxa de cálcio e fosforo no leite de vaca, quando comparado com o leite humano (GURR, 1981).

Tanto o leite humano como o de vaca são fontes pobres de ferro (MITCHELL, et alii 1978) e segundo GURR (1981), quase todos os tipos de leite dos mamíferos possuem baixo conteúdo de ferro.

2.2.5. Vitaminas.

O leite é também uma boa fonte de vitaminas as quais são encontradas em quantidades variáveis. Na Tabela Nº 4, apresenta-se os dados do conteúdo de varias vitaminas.

Existem diferentes opiniões, com relação às necessidades das vitaminas para o ser humano (adulto). Na Tabela Nº 7, mostram-se as necessidades diárias estimadas de algumas vitaminas e a percentagem fornecida por um litro de leite de vaca.

Comparando a Tabela Nº 4 e a Tabela Nº 7, o leite pode ser considerado como uma fonte importante de algumas vitaminas, especialmente B₂ e B₁₂, assim como as vitaminas A, B₁ e ácido Fólico.

2.3. MUDANÇAS NO LEITE, INDUZIDAS PELO TRATAMENTO TÉRMICO UHT.

O leite cru é um substrato altamente perecível por sua composição ser um substrato ideal para o desenvolvimento dos microrganismos. Para se ter um produto seguro bacteriológicamente,

TABELA Nº 7. Necessidades diárias de algumas vitaminas e a percentagem fornecida por um litro de leite

Vitamina	Necessidade diária (mg)	Percentagem fornecida por um litro de leite
A	1,5	37
B ₁ (Tiamina)	1,3	33
B ₂ (Riboflavina)	1,6	106
B ₆ (Piridoxina)	3,0	16
B ₁₂ (Cobalamina)	0,0035	129
Niacina	15,0	6
Ac. Fólico	0,15	37
Ac. Pantoténico	8,0	45
C (Ac Ascórbico)	70	26
D (Calciferol)	0,01	8
E (Tocoferol)	20,0	7
H (Biotina)	0,2	1
K	4,0	nrd

nrd = não reporta dados.

Fonte: RENNER, 1974 (citado por BOCKELMANN, s/d).

e com boa qualidade de armazenamento até chegar ao consumidor é necessário aplicar ao leite um tratamento térmico apropriado, que evite a destruição de nutrientes termossensíveis, resultando perdas que podem significar a redução do valor nutritivo do leite, particularmente quando este é utilizado como única fonte alimentícia. É importante conhecer os efeitos do calor sobre os nutrientes do leite e selecionar formas de aquecimento que combine um controle satisfatório de contaminação microbiológica com a menor perda possível dos seus nutrientes (PORTER & THOMPSON, 1971; citado por BOCKELMANN, s/d).

2.3.1. Gordura.

As mudanças causadas na gordura do leite pelos diferentes processamentos térmicos, isto é, tratamento UHT, esterilização em latas e pasteurização, tem sido estudados de forma limitada. Também comparativamente pouca informação é oferecida em relação às mudanças na fração gordurosa do leite durante a estocagem dos produtos finais. A gordura do leite é relativamente pouco sensível ao aquecimento. Mesmo assim, existem evidências de pequenas perdas no conteúdo dos ácidos graxos insaturados como consequência do aquecimento UHT segundo RENNERT, 1977 (citado por BOCKELMANN s/d). Parece que o ácido oléico (C-18:2) e o ácido gadoléico (C-20:1) são principalmente afetados (SOKOLOVA, 1972), no entanto, perdas totais são pouco comentadas. O conteúdo de ácido linoléico mantém-se inalterado segundo PORTER, 1971 (citado por BOCKELMANN s/d). Outros autores citam que a gordura mantém-se inalterada por aquecimentos de 3 s a 125, 135 e 145 °C respectivamente

(ROSSIKHIRA et alii , citado por BOCKELMANN s/d).

Há ocorrência da redução do tamanho do glóbulo de gordura, tanto na pasteurização como no tratamento UHT; procedimentos de aquecimento direto parecem ter efeito mais pronunciado neste caso, embora estes autores comentem que a turbulência no equipamento de aquecimento parece ser a razão mais provável para este fenômeno (ZADOW, 1975).

Em leite armazenado, tem-se registrado um aumento no conteúdo de ácidos graxos livres, o qual depende da temperatura e do tempo da armazenagem. A explicação mais provável do aumento do conteúdo de ácidos graxos livres, parece que se deve às lipases termorresistentes, principalmente originadas por diferentes espécies de Pseudomonas (BURTON, 1984). Este autor relata que as lipases da P. fluorescens e P. putrefaciens permanecem parcialmente ativas, após um aquecimento de 120 °C por 2 minutos ou 140 °C por 3 s no método de injeção direta de vapor. Segundo GURR (1981), leite processado pelo método de aquecimento direto tem um menor aumento no conteúdo de ácidos graxos livres do que os métodos indiretos de aquecimento. Em estudos posteriores, nenhuma diferença foi encontrada a este respeito.

Embora o aumento registrado no conteúdo de ácidos graxos livres, do ponto de vista nutricional, não tenha significância, este aumento poderia afetar ao sabor do leite após estocagem, especialmente a temperaturas elevadas (RENNER & SCHMIDT, 1974; citados por BOCKELMANN, s/d). As mudanças oxidativas nos ácidos graxos saturados poderiam causar mudanças no sabor do leite (RENNER, 1977; citado por RENNER & SCHMIDT, 1981). Por outro lado

a atividade residual das lipases são atribuídas a aquelas provenientes de fontes bacterianas.

Ocasionalmente amostras de leite submetidas a tratamento UHT e armazenadas, podem apresentar formação de sedimentos as vezes acompanhados de sabor que confere na degustação a sensação de giz. Este sedimento é considerado um aglomerado de gordura e proteína, o qual pode ser evitado por uma homogeneização complementar (PERKIN et alii 1973).

2.3.2. Proteínas.

A estabilidade das proteínas frente ao calor é função da sua estrutura. Em geral, a ação do calor que em princípio é benéfica, melhorando a digestibilidade protéica, conduz mais tarde à sua desnaturação. Esta desnaturação, mais ou menos intensa, das estruturas secundárias das proteínas, dá lugar a formações irregulares, resistentes ao ataque das enzimas proteolíticas e, consequentemente, diminui o valor biológico das proteínas afetadas (RODRIGO et alii 1981).

2.3.2.1. Caseína.

As diferentes frações da caseína são notavelmente resistentes à desnaturação irreversível pelo calor, devido provavelmente a sua pequena quantidade de estrutura secundária e terciária. A sua estrutura quaternária é a que constitui a micela ou forma "nativa" desta proteína, sendo mais sensível ao calor e outros agentes, que suas frações em separado (ANDERSON & ANDREWS, 1977, citado por SAN JOSE, 1979).

Alguns pesquisadores tem relatado a suscetibilidade das frações da caseína com relação à proteólise pelas proteinases do leite, sendo que a fração beta é mais sensível do que a fração alfa s_1 e estas duas últimas mais do que a fração kappa caseína (CHEN, 1971; citado por SUHREN, 1983), em contraste com SNOEREN, et alii (1980; citado por SUHREN, 1983) que encontrou que a fração beta e a fração alfa s_1 caseína foram degradadas ao mesmo tempo pelas proteinases do leite.

2.3.2.2. Frações proteicas.

Existe abundante informação bibliográfica sobre os efeitos do tratamento térmico, nas diferentes frações de proteínas do leite.

Dados do conteúdo de Nitrogênio das diferentes frações de leite quando submetidas aos tratamentos UHT direto e indireto, são apresentados na Tabela N° 8, segundo SNOEREN & BOTH (1981).

Pode-se observar na Tabela N° 8, que a quantidade de NNC é bem menor no aquecimento indireto do que no aquecimento direto, devido a um aumento de desnaturação das proteínas do soro pelo método indireto.

Igualmente, são apresentados na Tabela N° 9, os resultados obtidos por MOTTAR, et alii (1980), para leite de vaca submetida a tratamento UHT direto (Alfa Laval VTIS) e indireto (Stork Sterideal).

A desnaturação das proteínas do soro do leite é proporcional à intensidade de calor aplicado ao leite. Consequentemente, a pasteurização lenta produz mudanças menores,

TABELA N^o 8. Efeitos do tratamento UHT (142 °C x 4s) na distribuição do nitrogênio nas frações protéicas

	TRATAMENTO TÉRMICO		
	SEM	INDIRETO	DIRETO
N. Total (mg/100 g)	611	611	611
N. não caséico (mg/100 g)	161	60	90
N. caséico (mg/100 g)	450	551	521
N. não protéico (mg/100 g)	37	39	37
N. prot. de soro (mg/100 g)	124	21	53
N. prot. desnaturado de soro (mg/100 g)		103	71
Proteína desnaturada de soro (%)		83	57

Fonte: SNOEREN & BOTH, 1981.

TABELA N^o 9. Influência do tratamento UHT na distribuição do Nitrogênio num leite cru (Dados em % do Nitrogênio Total)

Prova UHT		Nitrogênio não Caséico (NNC)		Nitrogênio não Protéico (NNP)		Proteína de soro não desnaturada (NNC - NNP)		Proteína de soro desnaturada (%)
		C	U	C	U	C	U	
1	IND	17,1	8,5	4,6	5,4	14,2	4,2	70
	DIR	17,5	12,7	5,1	5,7	12,4	6,5	48
2	IND	21,5	9,3	6,4	5,9	15,1	4,1	73
	DIR	23,4	13,2	6,2	6,3	17,1	6,9	60

NNC = Nitrogênio não Caséico

NNP = Nitrogênio não Protéico

C = Leite cru

U = Leite UHT

Fonte: MOTTAR et alii 1980.

no entanto, o leite esterilizado em autoclave destrói quase toda a proteína de soro (BROWN, et alii 1961, O' SULLIVAN, 1970; ambos citados por BOCKELMANN, s/d).

Utilizando tratamento UHT, pelo método de aquecimento de injeção direta, tem-se relatado uma menor percentagem de desnaturação das proteínas do soro, quando comparada com a dos métodos de aquecimento indireto; neste último caso, a desnaturação foi quase o dobro (LYSTER, et alii 1971).

2.3.2.3. Proteínas na estocagem.

Normalmente o leite antes do processamento de aquecimento está resfriado, e nesta condição podem-se desenvolver organismos psicrótróficos, particularmente pseudomonas spp, as mesmas que podem produzir lipases e proteases (BURTON, 1984). Estas lipases podem sobreviver aos tratamentos térmicos utilizados nos processamentos UHT do leite (135 - 150 °C por 3 - 10 s), trazendo problemas de qualidade do leite UHT na armazenagem (RICHARDSON & NEWSTEAD, 1979).

Quando o leite UHT é armazenado a temperaturas entre 20 a 30 °C ou mais, por mais que um mes, ele apresenta sintomas de mudanças. Estas mudanças podem variar de ligeiras floculações ate floculações completas com separação de soro (PERKIN, et alii 1973), mesmo que as amostras fiquem livres da bactérias aeróbicas e anaeróbicas. Algumas pesquisas tem concluido que a sedimentação ou gelificação não é uma consequência direta do tratamento térmico, pois parece ser resultado de processos bioquímicos, nos quais as proteinases selvagens do leite tem um papel muito

importante, como produto de atividade residual após o tratamento térmico ou como uma reativação durante a armazenagem.

ZADOW (1975), afirma que o problema limitante de maior importância na vida de armazenagem do leite UHT, é a formação do gel ("Age gelation"), que ocorre após curto período de tempo, dependendo das condições de armazenagem, das mudanças climáticas, e outras causas. Este período pode variar de 15 semanas a 30 °C ou 18 meses ou mais a 2 °C.

2.3.2.4. Na proteína com relação ao sabor.

Muitas amostras de leite ou de produtos de leite desenvolvem um sabor a cozido pelo aquecimento, particularmente notado quando este defeito de Sabor é produzido pelo sulfeto de hidrogênio ou um incremento de grupos sulfidrilos livres (-SH) (BURTON, 1972).

Segundo Lyster, 1964 (citado por Zadow, 1975), o desenvolvimento do sabor a cozido é provavelmente produzido por grupos sulfidrilos liberados na desnaturação da B-lactoglobulina. Estas mudanças no sabor, ocorrem no leite UHT durante a estocagem, e estão relacionadas com a temperatura de armazenagem, assim como o conteúdo de oxigênio. Embora Mottar, et alii (1980), não encontrassem relação entre o conteúdo de oxigênio e o sabor anormal do leite UHT.

A desnaturação das proteínas das membranas dos glóbulos da gordura do leite acredita-se também que contribuam ao sabor cozido (Morr, 1969).

2.3.3. Lactose.

Os produtos de leite expostos a altas temperaturas tem mudança potencial de escurecimento ou "Browning". Felizmente a taxa do escurecimento induzido pelo calor como consequência do aumento de temperatura, não coincide com a taxa do aumento do efeito bactericida, na faixa de temperaturas de processamento UHT (BURTON, 1984).

Considera-se que o escurecimento se deve a duas mudanças no leite:

a) Caramelização da lactose

b) Reação de alguns aminoácidos, particularmente lisina, com produtos de decomposição da lactose pelo calor (Reação de Maillard).

A principal substância formada da lactose durante o aquecimento, parece ser a dehidroxiacetona. As melanoidinas são formadas pela reação dos aminoácidos e dehidroxiacetona, as quais são responsáveis pela formação da cor a café no leite esterilizado (DAVIS & STUBBS, 1958).

Um método proposto por KEENEY & BASSETTE (1959), para a detecção do escurecimento ou reação de Maillard, é baseado na análise do 5-Hidroximetil-furfural (HMF), pela medida espectrofotométrica do produto da reação deste com o 2-ácido tiobarbitúrico (TBA). Este mesmo pesquisador, apresenta na sua pesquisa dados de número de micromoles/l de HMF para o leite integral pasteurizado (1,4), leite desnatado pasteurizado (0,9), leite desnatado cru (0,5), leite evaporado (13,3) e leite desnatado evaporado (35,8).

Com relação ao tratamento UHT, nenhuma caramelização de

lactose foi relatada. Os carboidratos do leite (especialmente lactose), não são essencialmente afetadas pelo tratamento UHT (PORTER, 1971; citado por BOCKELMANN, s/d), embora, leves perdas no conteúdo de lactose pelo tratamento UHT sejam relatados, em processos de aquecimento direto.

É bem conhecido que o aquecimento de leite causa uma interação das proteínas resultando a formação de compostos complexos e finalmente em escurecimento. O aparecimento da cor caramelo nesta reação tipo Maillard é precedida pela formação de compostos furanoídeos, isto é, hidroximetil furfural (HMF) (FINOT, et alii 1980).

Aquecimentos mais drásticos do que o processamento UHT, poderiam causar caramelização do leite, devido à ocorrência da reação de Maillard entre a lactose e moléculas de lisina das proteínas do leite, acompanhado por uma mensurável perda de qualidade dessas proteínas (POTER, 1971; citado por BOCKELMANN s/d).

2.3.4. Minerais.

O conteúdo dos elementos minerais do leite tem sido objeto de numerosas publicações, cujos resultados mostram valores bastante diferentes, dada a complexidade e variedade dos métodos utilizados. Desde a aplicação da espectrofotometria de absorção atômica à análise do leite, os resultados são mais concordantes. Experiências em diferentes laboratórios (REIGO, 1970; citado por JUAREZ & MARTINEZ, 1979) com espectrofotometria de absorção atômica, tem mostrado as dificuldades de se determinar de forma direta alguns dos microelementos do leite, tal como o ferro,

devido a pequena quantidade presente, assim como à interferência causada pela presença de partículas salinas não dissociadas na chama.

MURTHY, et alii (1972), pesquisou amostras de mercado, encontrando valores na faixa de 2,3 - 5,1 mg/l para o zinco, DEQUID, et alii (citado por JUAREZ & MARTINEZ, 1979) trabalhou com leite cru encontrando valores de zinco na faixa de 0,2 - 5,2 mg/l, e para o mesmo metal, MAHIEU, et alii (1977), analisando amostras de leite cru de vários produtores encontrou valores na faixa de 1,163 - 4,362 mg/l.

Para o ferro, MURTHY, et alii (1972), encontraram valores na faixa de 0,20 - 1,51 mg/l para o leite de mercado, DEQUID, et alii (citado por JUAREZ & MARTINEZ, 1979), obtiveram valores na faixa de 0,125 - 2,250 mg/l trabalhando com amostras de leite cru, e MAHIEU, et alii (1977), usando as mesmas amostras apresentou dados do mesmo metal na faixa de 0,584 - 1,732 mg/l.

2.3.5. Vitaminas.

O leite contém muitas vitaminas, algumas em quantidades que o tornam uma fonte excelente do ponto de vista de nutrição humana. Tanto as vitaminas lipossolúveis como as hidrossolúveis, encontram-se no leite, e algumas delas poderiam ser afetadas pelo tratamento térmico, e mesmo terem seu teor reduzido durante a armazenagem (BURTON, 1984).

A estabilidade das vitaminas tem sido estudada em 1) soluções puras preparadas em laboratório, 2) em misturas complexas nos alimentos, quando examinados sob condições controladas de

laboratório, 3) com diferentes graus de controle e 4) as vezes em condições não controláveis tal como existe na preparação dos alimentos domésticos. Consequentemente, a literatura contém aparentemente muitos resultados contraditórios, que não o são necessariamente devido às diferenças de metodologia (BENDER, 1978).

2.3.5.1. Vitaminas lipossolúveis.

- Vitamina A.

Analizando o conteúdo de caroteno e de vitamina A, não foi encontrada nenhuma perda após o tratamento UHT (PACKARD, 1982). SEGUNDO FORD, et alii (citado por BOCKELMANN s/d), leite processado pelo sistema UHT e armazenado por 180 dias a temperatura ambiente não teve mudanças no conteúdo de caroteno nem de vitamina A, tanto para o tratamento direto assim como no indireto.

FORD, et alii 1960 (citado por WILKINSON et alii 1981), encontrou ligeiras perdas de vitamina A em esterilização do leite, com dados concordantes com BURTON (1984).

WILKINSON, et alii (1981), trabalhando com puré de fígado de vaca, pesquisou o efeito do tratamento térmico com cinco temperaturas na faixa de 103 - 127 °C em tubos capilares, encontrando que a degradação da vitamina A segue uma cinética de primeira ordem, e apresentando um valor Z e D (145 °C) de 25.67 °C e 288.81 s, respectivamente.

BENDER, 1978; DE RITTER, 1976, sugeririam que a vitamina A no seu estado puro é altamente oxidável dependendo do

grau de oxidação das gorduras desde que sejam atacadas por peróxidos e radicais livres formados das gorduras. Portanto, a destruição da vitamina A depende da temperatura e do ar, e é catalizado pela luz, traços de ferro e especialmente cobre.

Outros pesquisadores porém, encontraram perdas consideráveis de vitamina A, como LEMBKE, 1968 (citado por BOCKELMANN, s/d), que em um equipamento stork-sterideal após tratamento UHT, encontrou perdas de vitamina A de mais de 25% e na armazenagem após quatro semanas, perdas de 15% considerando como 100 % o conteúdo de vitamina A imediatamente após o tratamento UHT.

FERRETTI, et alii (1972), trabalhando com amostras de leite sob tratamento UHT, mostrou perdas de 11 % de vitamina A aos 3 meses de armazenagem a 37 °C.

2.3.5.2. Vitaminas Hidrossolúveis.

As vitaminas hidrossolúveis apresentam comportamento variado frente a processos térmicos, sendo que estas tem sido mais amplamente estudadas.

- Vitamina C.

A vitamina C nos alimentos pode desaparecer por oxidação (ácido ascórbico oxidase), por solubilização no cozimento, durante o processamento, e por oxidação catalizada por metais, especialmente cobre e ferro. É oxidada fácil e irreversivelmente a ácido dehidroascórbico, tendo uma vida média a pH = 6 menor do que um minuto a 100 °C ou dois minutos a 70 °C, independentemente da presença do oxigênio (BENDER, 1978).

No entanto GREGORY (1975), no seu artigo, diz que estudos feitos por RENNER & BAIER (1971), confirmaram a estabilidade do ácido ascórbico em amostras leite aquecido a 85 °C por 10 s, 74 °C por 40 s ou 65 °C por 30 minutos, em ausência do ar. Mas em presença do ar, o conteúdo desta vitamina foi reduzido de 4% a 21%, sendo sua destruição relacionada mais ao tempo de aquecimento que ao valor da mesma temperatura.

BURTON, 1972 (citado por GREGORY, 1975), encontrou perda de ácido ascórbico na ordem de 8% e grande perda de ácido dehidroascórbico, quando trabalhou com sistemas UHT direto e indireto.

BOCKELMANN (s/d), cita diferentes pesquisadores com dados de perdas de vitamina C, quando utilizaram aquecimento indireto, as quais foram de 25% , 27% e 27,3% .

BURTON (1984), comenta que o ácido ascórbico na sua forma original é estável. Porém em presença do oxigênio muda a ácido dehidroascórbico, da sua forma reduzida a qual é destruída até pela pasteurização. O ácido ascórbico na sua forma reduzida que pode não ser destruído pelo tratamento térmico , é rapidamente perdido durante a armazenagem se o oxigênio estiver presente.

Num leite tratado pelo processo UHT, BURTON e PERKIN, (1970) (citado por LÓO s/d) , em processos direto e indireto, encontraram perda de vitamina C na ordem de 25 e 28% respectivamente; no entanto, SAN JOSE (1979), encontrou perda de 10 a 30% num processo UHT indireto e de 10% num UHT direto, concordando com METHA (1980) que também encontrou perda de até 30% em amostras de leites UHT.

Segundo SAN JOSE (1979), as perdas de vitamina C na

armazenagem depende da quantidade de oxigênio em contato com o leite, e também da presença de traços de alguns metais, tais como cobre, cobalto, ferro, manganês e outros. Igualmente DE RITTER (1976), comenta que o ácido ascórbico e seus sais de sódio são mais estáveis em ausência de umidade, porém na presença de umidade, ar ou outros agentes oxidantes, a vitamina pode ser muito labil. A faixa de destruição é influenciada pela temperatura, pH e a presença de ions metálicos, especialmente ferro e cobre.

Por outro lado, LAING, et alii (1978), estudou a cinética de degradação do ácido ascórbico num modelo alimentício em função da atividade de água (0,69 - 0,9) e a temperatura (61 - 105 °C). A destruição do ácido ascórbico em cada caso seguiu um modelo cinético de ordem zero, mostrando que, a degradação registrada foi de 1,5 - 10,5 mg/100 g de sólidos/minuto e que a mesma depende do oxigênio e por sua vez dependente da temperatura e o conteúdo de oxigênio, no entanto, LEE & LABUZA (1975) trabalhando também num modelo alimentício, para determinar a destruição do ácido ascórbico como função da atividade de água (0,32 - 0,84), com temperaturas de 23 a 45 °C, encontrou que a degradação do ácido ascórbico comporta-se com uma cinética de reação de primeiro ordem, concordando com LAING, et alii (1978) no que se refere à interação do oxigênio.

- Vitamina B₁ (Tiamina).

A tiamina, é considerada como uma das vitaminas mais termosensíveis e é considerado como indicativo da intensidade do tratamento térmico nos alimentos (BENDER, 1978; RODRIGO, et alii

1981).

Segundo BOCKELMANN (s/d), pesquisadores tem encontrado perdas de vitamina B₁, da ordem de 5 - 15% (RENNER, 1974), 10% (PORTER, 1971) e 16% (BERNHARD, 1953), quando trabalharam em processos UHT.

PACKARD (1982), relata perdas de tiamina na ordem de 10% numa amostra de leite UHT, no entanto, METHA (1980), apresenta perda maior do que 20% observada durante um processamento UHT.

BURTON (1984), segundo BAUYOMI & REUTER (1980), comenta perda de tiamina numa amostra de leite após processo UHT de 15% e ZADOW (1975), cita a PORTER & THOMPSON, relatando perda de tiamina num leite UHT de 10%. SAN JOSE (1979), encontrou perda desta vitamina em amostras de leite UHT da ordem de 20%.

Segundo LOO (s/d), perda de tiamina na faixa de 6,88% at 17% após o processo UHT num leite, e após quatro semanas de armazenagem de 5,63 at 10,45%, considerando 100% o conteúdo de vitamina do leite após processo UHT. LIN (1979), acusa perdas de tiamina em diferentes tratamentos UHT, mais do que 20%.

SKOJOLDEBRAND (1983), pesquisou a cinética da degradação de tiamina em carne moída a diferentes temperaturas (70,5, 85,5 e 98 °C) verificando que a destruição da tiamina obedece a uma cinética de primeira ordem, e de acordo com seus dados, obteve os valores de "Z" e "D (145°C) que foram respectivamente de 21,6 °C e 4,9 minutos; não concordando, no que se refere à cinética de destruição da tiamina, com os trabalhos feitos por PETER & GERHARD (1981), que trabalharam em temperaturas

de 120, 130, 140 e 150°C por tempos de aquecimento na faixa de 20 a 5.000 s, encontrando a destruição da tiamina uma cinética de segunda ordem, embora os mesmos pesquisadores concluíssem que para perdas de tiamina menores do que 10%, pode-se supor uma cinética de primeira ordem, mas para perdas maiores desta vitamina, deve ser considerada uma cinética de destruição de segunda ordem.

- Vitamina B₂ (Riboflavina).

A vitamina B₂ é considerada termooestável, e praticamente nenhuma perda desta vitamina tem sido encontrado em amostras de leite após processo UHT (BOCKELMANN s/d). Igualmente FORD & THOMPSON (1981); ROSSIKINA, et alii 1961 (citado por GREGORY, 1975), não encontraram nenhuma perda após tratamento UHT direto e indireto.

Segundo BENDER (1978), a riboflavina é relativamente estável ao calor, ao oxigênio e pH ácido, mas é destruída pela luz e condições alcalinas. METHA (1980), com amostras de leite após processo UHT, encontrou perdas de riboflavina menores do que 10 %, concordando com PACKARD (1982).

Leite tratado numa planta Sterideal I, apresentou na armazenagem perda desta vitamina da ordem de 3% após 4 semanas a temperatura ambiente, no entanto, FORD, et alii 1969 (citado por GREGORY, 1975), não encontrou perdas em amostras de leite UHT (direto ou indireto), quando armazenadas por 90 dias a temperatura ambiente.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. EQUIPAMENTOS E MATERIAL

3.1.1. Matéria Prima.

3.1.1.1. Leite.

Proveniente da Companhia Leco de Produtos Alimentícios, tipo B, cru, com as seguintes características:

Densidade : 1,029 - 1,034 Kg/l.

Gordura : 3,3 - 3,4%

Proteína Total : 2,78 - 2,84%

3.1.1.2. Óleo.

Óleo de Milho refinado comercial, marca Mazola.

3.1.1.3. Lactose.

Foi obtida da Companhia ADA, Produtos Químicos e Farmacéuticos Ltda. Malha 200, cristalizada.

3.1.1.4. Água.

Potável da rede pública de Campinas.

3.1.1.5. Vitaminas.

Foram utilizadas as seguintes:

Vitamina A (Vitamina A Palmitato 250 CWS); ROCHE.

Vitamina B₁ (Tiamina Mono); ROCHE.

Vitamina C (Ácido Ascórbico); MERCK.

3.1.1.6. Minerais.

Foram utilizados os seguintes:

Potássio (Sulfato de Potássio); ROCHE.

Zinco (Sulfato de Zinco); ROCHE.

Ferro (Citrato de Ferro Amoniacal); ROCHE.

3.1.2. Equipamento

3.1.2.1. Tanque de aço inox. capacidade 100 l. (Tanque N^o 1, Fig. N^o 5, pag. N^o 52 e Fig. N^o 11, pag. N^o 62).

3.1.2.2. Tanque de aço inox. com agitador incorporado, capacidade 600 l. (Tanque N^o 2, Fig. N^o 5, pag. N^o 52 e Fig. N^o 11, pag. N^o 62).

3.1.2.3. Bombas Positivas de 1.000 l/h, (N^o 3 e N^o 6, Fig. N^o 5, pag. N^o 52 e Fig. N^o 11, pag. N^o 62).

3.1.2.4. Homogeneizador centrífugo de Laboratório: Marca Ultra-Turrex, Mod. T45 N, com controle de velocidade até 10.000 rpm (Homogeneizador N^o 1, Fig. N^o 3, pag. N^o 48).

3.1.2.5. Agitador de Planta; Marca Lightnin Mixer, HP 1/4, 1725 rpm (N^o 4, Fig. N^o 5, pag. N^o 52).

3.1.2.6. Homogeneizador centrífugo de Planta, com resfriamento por água, Marca e Mod. não especificado (Homogeneizador N^o 2, Fig. N^o 11, pag. N^o 62).

3.1.2.7. Homogeneizador de pistom incorporado á unidade de esterilização, Marca Stork-Sterideal, Mod. RHO-40.

Pressão 250 Kg/cm², Capacidade 950 - 4.000 l/h.
(Homogeneizador N° 3, Fig. N° 6, pag. N° 53).

3.1.2.8. Unidade de Esterilização: Marca Stork - Sterideal I, Patente 71441. De aquecimento indireto (Fig. N° 7, pag. N° 54).

3.1.2.9. Unidade de Empacotamento Asséptico: Marca Tetra Brik Aseptic AB-3, Draw Spec 640016, Tipo AB3-200, Capacidade 900 l/h (Fig. N° 8, pag. N° 55).

3.2. MÉTODOS ANALÍTICOS

3.2.1. Densidade.

Foi medida utilizando-se um Lactodensímetro Quevenne, segundo a metodologia das normas analíticas do INSTITUTO ADOLFO LUTZ (1976).

3.2.2. pH.

A leitura dos valores de pH das amostras, foi realizada em um aparelho pH-meter Micronal, modelo B 221.

3.2.3. Acidez titulável.

A verificação de acidez das amostras testadas foi levada a efeito através da titulação de 10,0 ml de leite com NaOH N/9 (Soda Dornic), usando como indicador fenolftaleína. Os resultados foram expressos como graus Dornic (°D), segundo a metodologia das normas analíticas do INSTITUTO ADOLFO LUTZ (1976).

3.2.4. Percentagem de Gordura.

As determinações de percentagem de gordura no leite, foram efetuadas, utilizando-se o método butirométrico de Gerber, segundo as normas analíticas do INSTITUTO ADOLFO LUTZ (1976).

3.2.5. Nitrogênio Total.

O nitrogênio total, foi determinado segundo o método N^o 46 - 12 do AACC, 1976.

3.2.6. Proteína Total.

A proteína total foi calculada multiplicando-se o teor de nitrogênio total pelo fator 6,38.

3.2.7. Nitrogênio não caséico.

Utilizou-se a metodologia descrita por ASCHAFFENBURG & DREWRY (1958), tratandose o leite com Ácido Acético 10% (p/v) e Acetato de Sódio N, e determinação de Nitrogênio Total.

3.2.8. Nitrogênio não protéico.

A amostra foi tratada com solução de Ácido Tricloroacético 12% (TCA), filtrada e determinado o nitrogênio total no filtrado, de acordo com a metodologia descrita por ROWLAND (1938).

3.2.9. Degradação das Gorduras.

A determinação foi realizada segundo a metodologia feita por DUNKLEY & JENNINGS (1951).

3.2.10. Prova de Esterilidade.

Foi levada a efeito em meio sólido, utilizando "Plate Count Agar" (Merck), enriquecido com 0,1 % de leite desnatado em pó (Molico).

Após incubação das amostras, (leite modificado empacotado assépticamente) por 8 dias a 32 °C, foram inoculadas no meio sólido por esgotamento, e incubadas a 32 °C por 3 dias, segundo a metodologia descrita por LANGEVELD & BOLLE (1979).

3.2.11. Separação de Gordura.

Consistiu na medida butirométrica Gerber de gordura, da camada superior (equivalente a 20 % de 1,0 l) e da medida da gordura no restante (80 %) do leite após 48 h de repouso. Não se considerando uma boa homogeneização (separação de gordura) se houvesse diferença superior a 10 % (Modificação do Método utilizado pela "The United States Public Health Service", citado por TROUT, 1950).

3.2.12. Reação de Maillard.

Pela determinação do 5-hidroximetilfurfural e medida espectrofotométrica do produto de reação com o ácido 2-tiobarbitúrico (Merck), baseado na técnica recomendada por KEENEY & BASSETTE (1959).

3.2.13. Vitaminas A e B₁.

As análises das vitaminas A e B₁ durante a presente pesquisa, foram feitas no Instituto Adolfo Lutz.

3.2.14. Vitamina B₂.

Pela medida da diferença de fluorescência de riboflavina em um comprimento de onda de 440 a 500 nm, antes e depois de ser reduzida quimicamente, segundo o Método Fluorométrico recomendado pela "THE ASSOCIATION OF VITAMIN CHEMISTS U.S.A. (1969).

3.2.15. Vitamina C.

Utilizou-se o método de Determinação de Ácido Ascórbico por Redução de Ions Cúpricos segundo a metodologia de CONTRERAS (citado por ITAL, 1983).

3.2.16. Determinação de Ferro, Zinco e Potássio.

As determinações do teor de Fe, Zn e K, foram feitas por Espectrofotometria de Absorção Atômica, segundo o método recomendado pelo Manual de Operação de PYE-UNICAM, 1967.

3.3. METODOLOGIA EXPERIMENTAL

3.3.1. Provas Preliminares

3.3.1.1. Metodologia de Cálculo adotada para as Formulações.

A metodologia de cálculo para obter as diferentes formulações da presente pesquisa, consistiu no uso de fórmulas matemáticas elaboradas para tal fim.

As fórmulas foram baseadas na composição do leite humano, obtido da literatura especializada (FOMON, 1976; PELETH & DONATH, 1974; GUTTHRIE, 1979; ALAIS, 1971) e do leite de vaca (MITCHEL et

alii, 1978), consignados na Tabela Nº 4 da seção de Revisão

No caso das fórmulas para as vitaminas termossensíveis, o cálculo foi baseado nas equações de destruição térmica e do valor "D" para cada vitamina, consignado na bibliografia respectiva.

Para o caso das vitaminas termoestáveis e minerais, o cálculo foi feito considerando-se a quantidade que restava no leite de vaca após a diluição com os componentes principais, adicionando-se o nutriente até a quantidade desejada.

As fórmulas elaboradas, foram as seguintes:

A) Quantidade de óleo a adicionar:

$$\text{Kg de óleo} = \frac{\text{Li} [(4 \times \% \text{Pi}) - (1,1 \times \% \text{Oli})]}{110}$$

Onde:

Li = Quantidade de leite inicial (Kg).

% Pi = Percentagem de proteína inicial do leite.

% Oli = Percentagem de gordura inicial do leite.

B) Quantidade de lactose a adicionar:

$$\text{Kg de lactose} = \frac{\text{Li} [(6,8 \times \% \text{Pi}) - (1,1 \times \% \text{Lai})]}{110}$$

Onde:

Li = Quantidade de leite inicial (Kg).

% Pi = Percentagem de Proteína inicial do leite.

% Lai = Percentagem de lactose inicial do leite de vaca.

C) Quantidade de Água a adicionar:

$$\text{Kg de água} = \frac{(\text{Li} \times \% \text{Pi})}{1,1} - \text{Li} - \text{Olc} - \text{Lac}$$

Onde:

Li = Quantidade de leite inicial (Kg).

% Pi = Percentagem de Proteína inicial analisado no leite.

Olc = Kg de óleo calculado em (A).

Lac = Kg de lactose calculado em (B).

D) Quantidade de vitamina A a adicionar:

$$\text{UI de vitamina A} = \text{Qe} \times 10^{t/D} - \text{Qld}$$

Onde:

Qe = Quantidade de vitamina A (UI) esperada.

Qld = Quantidade de vitamina A (UI) que fica no leite, quando diluído pela adição dos componentes principais.

t = Tempo do tratamento térmico à temperatura constante de 140 °C.

D = Tempo de redução decimal para T = 140 °C da vitamina A (Obtido dos valores apresentados por WILKINSON, et alii, 1981).

E) Quantidade de vitamina B₁ a adicionar:

$$\text{mg de vitamina B}_1 = \text{Qe} \times 10^{t/D} - \text{Qld}$$

Onde:

Qe = Quantidade de vitamina B₁ (mg).

Qld = Quantidade de vitamina B₁ (mg) que fica no leite, quando diluído pela adição dos componentes principais.

t = tempo do tratamento térmico à temperatura constante de 140 °C.

D = Tempo de redução decimal para T = 140 °C da vitamina B₁ (Obtido dos valores apresentados por SKJOLDEBRAND et alii 1983).

F) Quantidade de vitamina C a adicionar:

Não se utilizou a formula de destruição térmica, por não ter-se encontrado na bibliografia consultada, o valor de "D" para a vitamina C na faixa de temperatura de 140 - 145 °C. Tentativamente adicionou-se inicialmente 77,38 g no Processamento N° 1.

H) Quantidades de potássio, zinco e ferro a adicionar:

$$\text{mg de mineral} = Q_{me} - Q_{mld}.$$

Onde:

Q_{me} = Quantidade de mineral (mg) esperado.

Q_{mld} = Quantidade de mineral (mg) que fica no leite, quando diluido pela adição dos componentes principais.

3.3.1.2. Ensaio Preliminar de Emulsificação de Oleo.

Para a prova de emulsificação de óleo, 25 l, de leite cru colocado em um latão de aço inox, foram homogeneizados utilizando o Homogeneizador N° 1 (Fig. 3), por 35 minutos. A partir do tempo zero, retiraram-se sucessivamente amostras a cada cinco minutos até o tempo total de homogeneização. As amostras retiradas foram colocadas em repouso por três horas para observar



FIGURA N° 3. HOMOGENEIZADOR N° 1

a separação da gordura.

3.3.1.3. Elaboração do Leite Modificado a Nível de Laboratório.

Elaborou-se um leite modificado, a partir de 1,0 l (1,029 Kg) de leite (1,029 de densidade, 2,8% de proteína, 3,2% de gordura e 4,9% de lactose). Os componentes principais (óleo, lactose e água) a adicionar, foram calculados de acordo com a metodologia de cálculo descrita. 0,072 Kg de óleo foi misturado diretamente com o total de leite de vaca, homogeneizado com o Homogeneizador N^o 1 de laboratório por 10 minutos a 10.000 rpm, e misturado com a mistura previa de 0,128 Kg de lactose em 1,39 Kg de água potável. A diluição da lactose na água foi feita por agitação manual. Finalmente a mistura total (2,619 Kg) foi submetida a uma última homogeneização (com o mesmo homogenizador) por 5 minutos a 10.000 rpm. O leite modificado fresco assim obtido, foi submetido posteriormente às análises percentuais (proteína, gordura, cinzas e umidade).

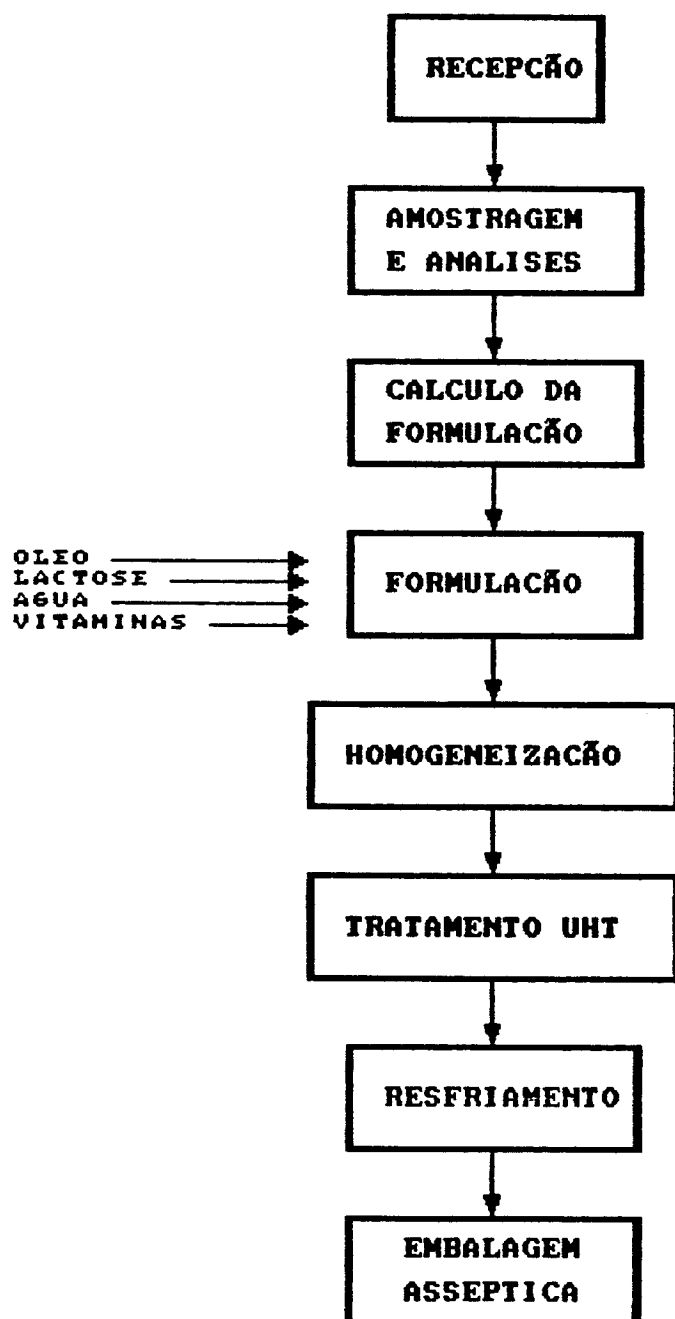
3.3.2. Processamento N^o 1

O primeiro processamento em planta (Processamento N^o 1) foi realizado de acordo com o fluxograma apresentado na Fig. N^o 4, no qual foi usado com 150 l (154.4 Kg) de leite de vaca.

3.3.2.1. Recepção

O leite (5 a 7 °C) foi recebido em latões de plástico de 50 l de capacidade, e colocados na sala de recepção da Planta de Laticínios do Instituto de Tecnologia de Alimentos de Campinas.

**FIGURA Nº 4 : FLUXOGRAMA DO PROCESSAMENTO Nº 1 DO LEITE
MODIFICADO**



3.3.2.2. Cálculo da Formulação

De acordo com a metodologia de cálculo da formulação descrita, foram utilizados para este processamento:

Componentes principais:

Leite : 154,40 Kg

Oleo : 10,63 Kg

Lactose : 19,16 Kg

Água : 208,81 Kg

Vitaminas (por 1.000 g de Leite Modificado):

Vitamina A : 143,25 UI

Vitamina B₁ : 0,05 mg

Vitamina C : 77,38 mg

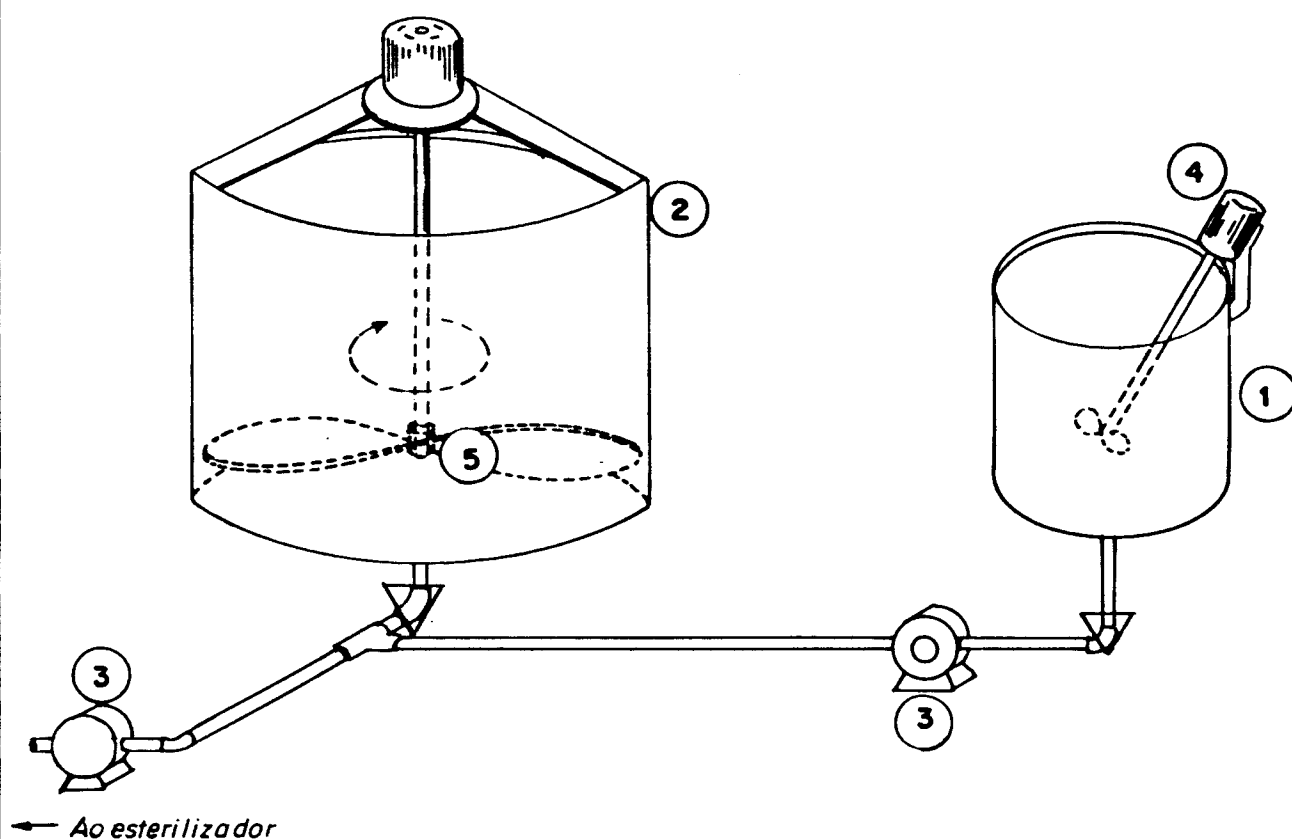
Minerais:

Não foram adicionados.

3.3.2.3. Formulação (Para a Fig. N° 5)

A formulação dos componentes realizou-se nos tanques de aço inox. N° 1 e N° 2. No tanque N° 2, diluiu-se a lactose em 208,81 Kg de água e posteriormente adicionou-se 10,63 Kg de óleo, deixando ligado o agitador do Tanque N° 2.

Paralelamente pelo Tanque N° 1, adicionou-se 154,4 Kg de leite de vaca conjuntamente com a solução aquosa das vitaminas calculadas. Bombas positivas (N° 3 e N° 6), conduziam a mistura total dos dois tanques à etapa seguinte.



**Fig N° 5 TANQUES DE MISTURA DO LEITE MODIFICADO NO
PROCESSAMENTO N°.**

- 1 Tanque de mistura N° 1
- 2 Tanque de mistura N° 2
- 3 Bombas positivas
- 4 Agitador de planta : "LIGHTNIN MIXER"
- 5 Agitador do Tanque de mistura N° 2

3.3.2.4. Homogeneização

A homogeneização foi feita no homogeneizador N^o 3 (Fig. N^o 6) anexo à unidade de esterilização a uma pressão de 200 Kg/cm² à temperatura de 65,5 °C.

3.3.2.5. Tratamento UHT

O tratamento UHT, foi feito na unidade de esterilização STORK-STERIDEAL (Fig. N^o 7), à temperatura de 140 °C por 6 s.

3.3.2.6. Resfriamento

No mesmo aparelho, o leite já esterilizado (comercialmente) foi resfriado a 25 °C e por circuito fechado estéril foi conduzido à unidade de empacotamento asséptico.

3.3.2.7. Embalagem Asséptica

A embalagem asséptica foi realizada na Unidade de Empacotamento Asséptico: TETRA BRIK ASEPTIC (Fig. N^o 8), em pacotes retangulares de 200 ml de capacidade, utilizando-se papel tipo polilaminado, com laminado de alumínio.

3.3.3. Processamento N^o 2

O segundo processamento em planta (Processamento N^o 2), foi realizado de acordo ao fluxograma apresentado na Fig. N^o 9, no qual foi usado com 150 l (154,5 Kg) de leite de vaca.

3.3.3.1. Recepção e Amostragem das Análises

A recepção e amostragem para análises foi similar ao processamento N^o 1.

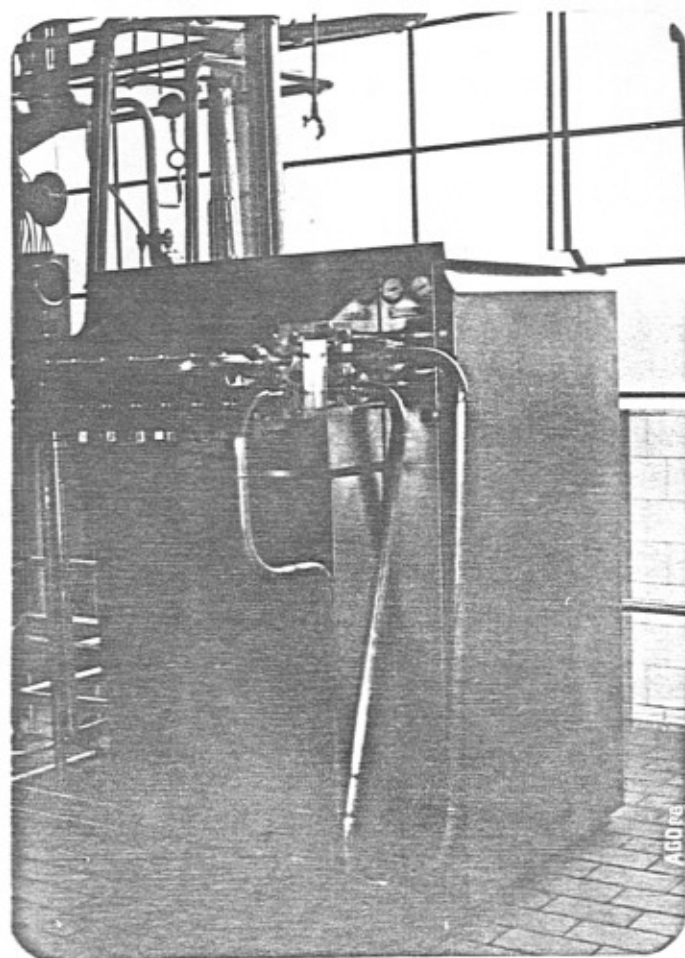


FIGURA N^o 6. HOMOGENEIZADOR N^o 3

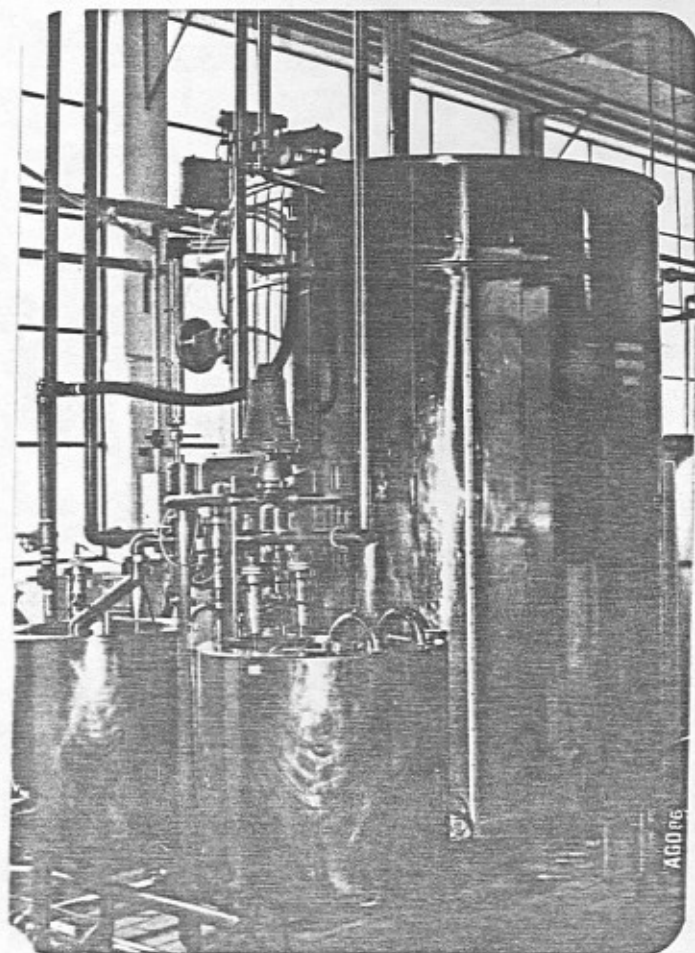


FIGURA Nº 7. UNIDADE DE ESTERILIZAÇÃO STORK STERIDEAL

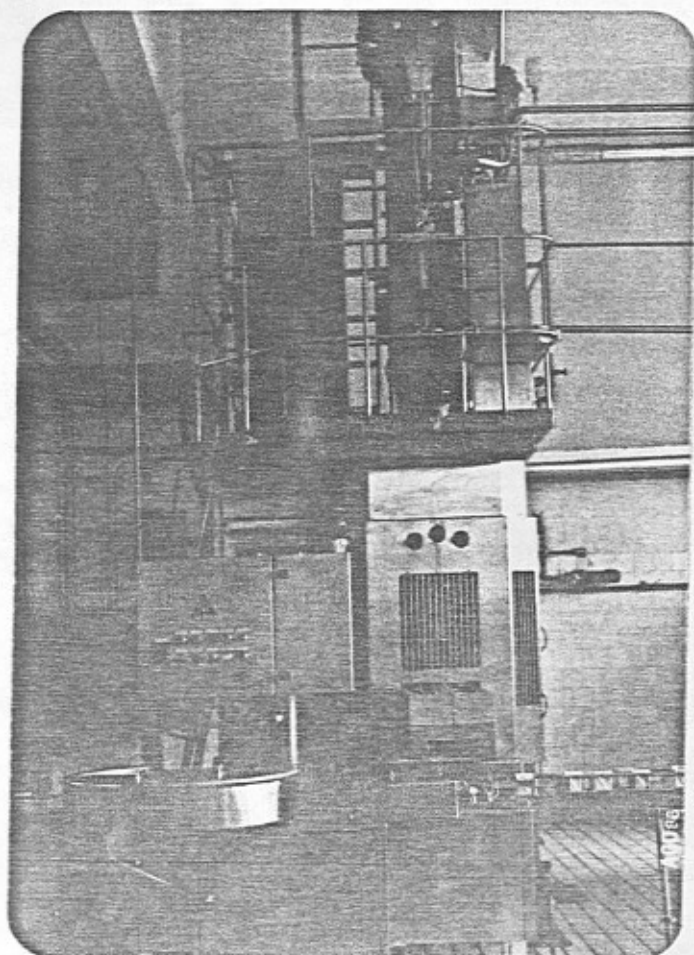
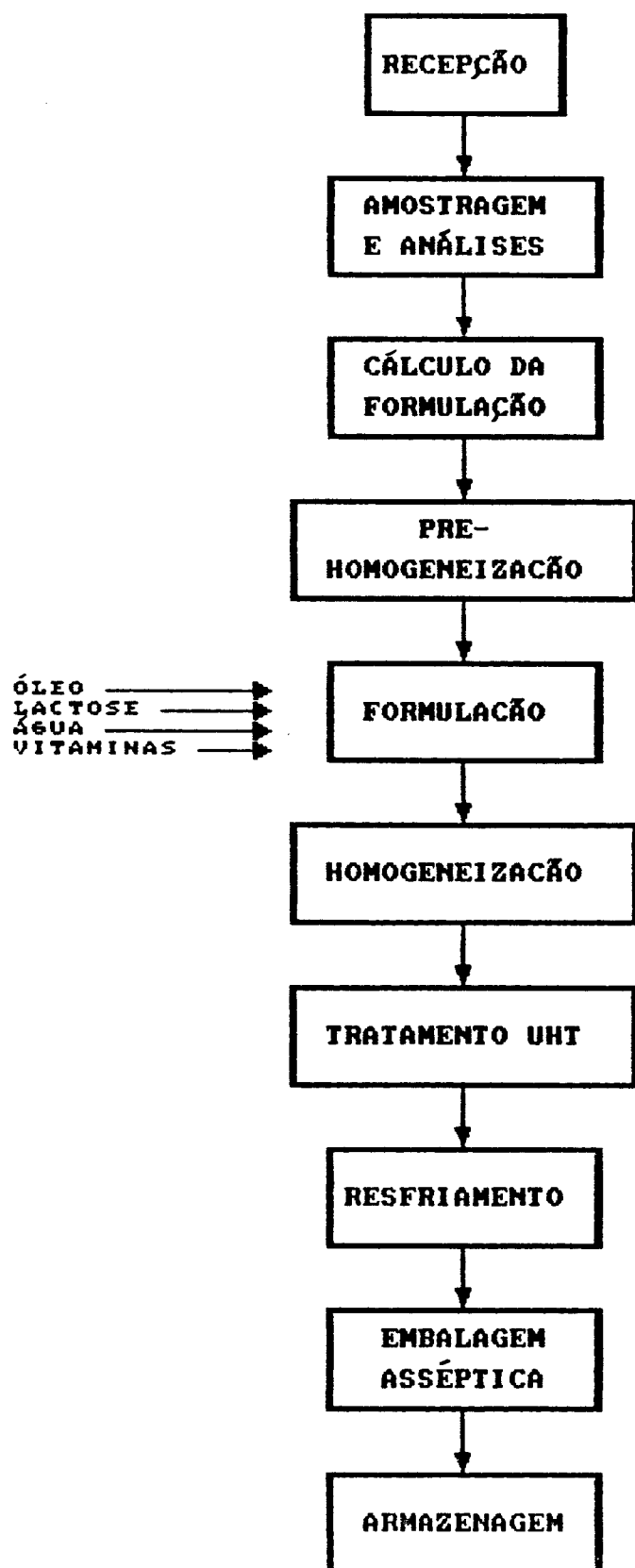


FIGURA Nº 8. UNIDADE DE EMPACOTAMENTO ASÉPTICO

**FIGURA Nº 9: FLUXOGRAMA DO PROCESSAMENTO Nº 2 DO LEITE
MODIFICADO**



3.3.3.2. Cálculo da Formulação

As quantidades dos componentes foram calculados com a metodologia de cálculo já descrita, e foram as seguintes:

Componentes principais:

Leite : 150 l (154,5 Kg)

Óleo : 11,17 Kg

Lactose : 19,55 Kg

Água : 213,67 Kg

Total leite
modificado : 398,89 Kg

Vitaminas

Vitamina A : 1.982,31 UI

Vitamina B₁ : 0,06 mg

Minerais (por 1,000 g de leite modificado)

Potássio : 72,7 mg

Zinco : 1,46 mg

Ferro : 0,61 mg

3.3.3.3. Pre-homogeneização

Os 154,5 Kg de leite foram distribuídos em latões, com 11,17 Kg de óleo e pre-homogeneizado nos mesmos latões com o Homogeneizador N^o 1 (Fig. N^o 3, pag. 48), a 10.000 rpm por 10 minutos.

3.3.3.4. Formulação

O modo operacional foi similar ao do processamento No 1 e

refere-se à mesma Fig. 5, (pag. 51) com a variante de que no Tanque N^o 2 só se misturou 19,55 Kg de lactose em 213,67 Kg de água; e através do Tanque N^o 1, foi adicionado os 154,5 Kg de leite (pre-homogeneizado com óleo). A solução aquosa de vitaminas e minerais calculados, foi adicionado diretamente ao Tanque N^o 2. O agitador do Tanque N^o 2, esteve permanentemente ligado até a mistura total ser completada e ser levada ao processamento térmico UHT.

3.3.3.5. Etapas Restantes do Processamento

As operações de homogeneização, tratamento UHT, resfriamento e embalagem asséptica, foram similares às etapas do Processamento N^o 1.

3.3.4. Processamento N^o 3.

O terceiro processamento em Planta (Processamento N^o 3), realizou-se de acordo ao fluxograma mostrado na Fig. N^o 10, no qual foram usados 150 l (154,56 Kg) de leite.

3.3.4.1. Recepção e Amostragem e Análises.

Similar aos processamentos N^o 1 e N^o 2.

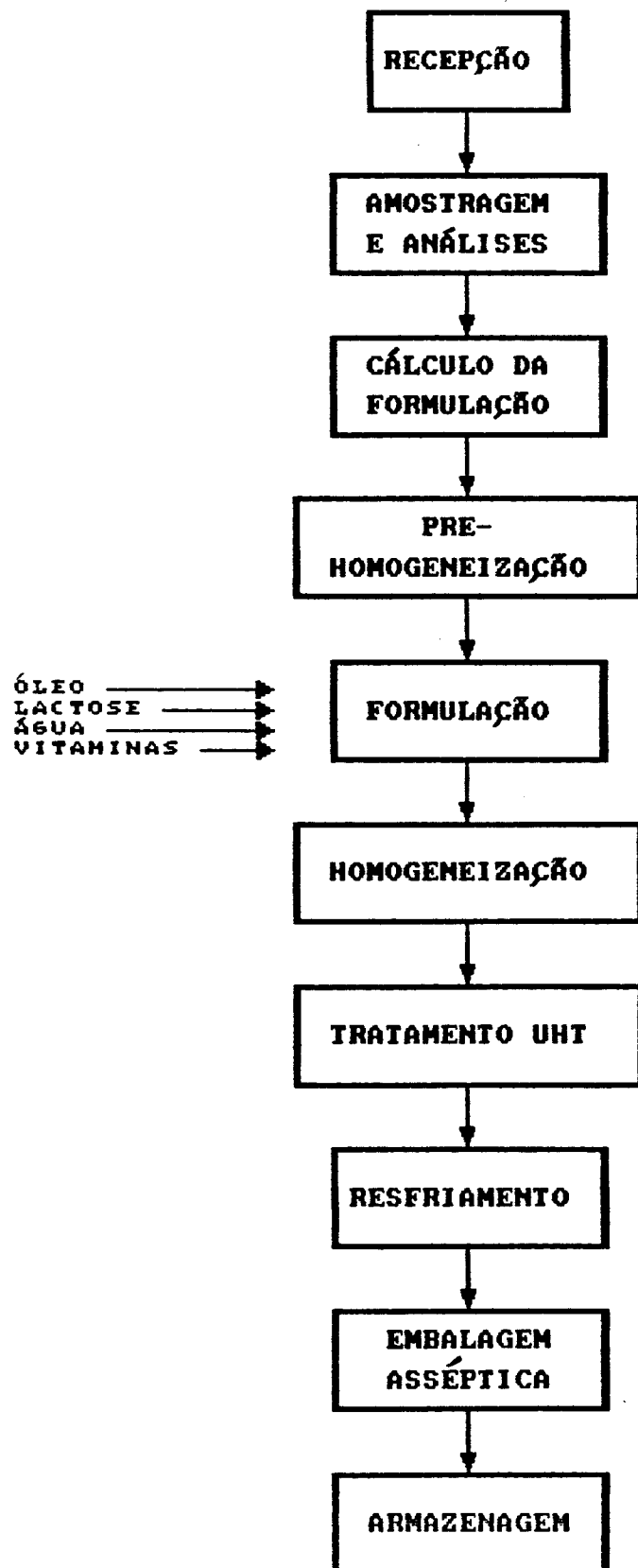
3.3.4.2. Cálculo da Formulação.

As quantidades dos componentes principais a adicionar foram calculadas de igual forma que nos processamentos anteriores, e foram:

Componentes principais

Leite : 154,56 Kg

**FIGURA Nº 10: FLUXOGRAMA DO PROCESSAMENTO Nº 3 DO LEITE
MODIFICADO**



Óleo : 10,37 Kg

Lactose : 18,99 Kg

Água : 206,70 Kg

Vitaminas (por 1.000 g de leite modificado).

Vitamina A : 1.984,44 UI

Vitamina B₁ : 0,05 mg

Vitamina C : 102,40 mg

Minerais

Potássio : 56,41 mg

Zinco : 1,42 mg

Ferro : 0,6 mg

3.3.4.3. Pré-homogeneização.

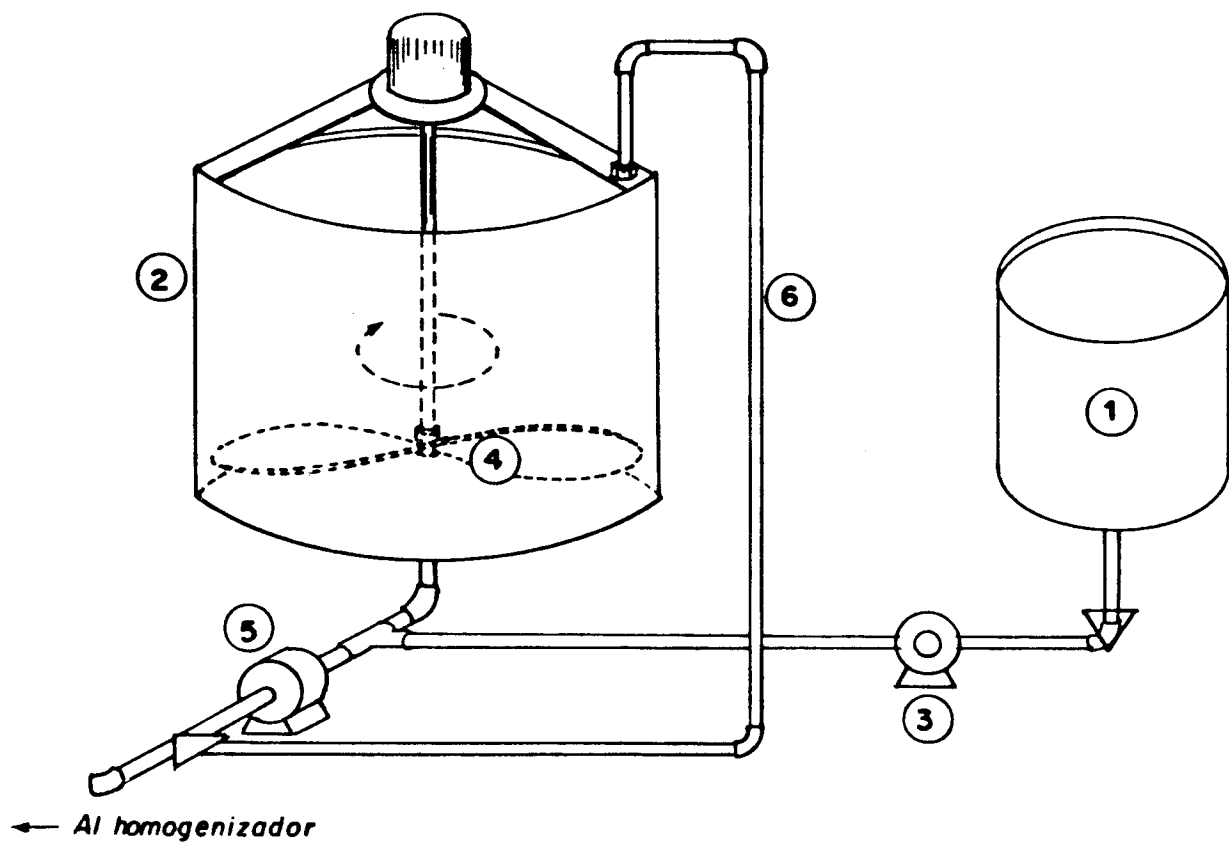
Similar ao processamento N^o 2.

3.3.4.4. Formulação.

Realizou-se uma mudança na disposição dos tanques de mistura (Fig. N^o 11) neste processamento, com relação ao processamento anterior.

No Tanque N^o 2, diluiu-se 18,99 Kg de lactose em 206,7 Kg de água. No tanque N^o 1, o leite (154.56 Kg) pré-homogeneizado com óleo (10,37Kg) e a solução de vitaminas e minerais calculados, passaram através do Homogeneizador N^o 2 com a mistura lactose-água.

Através do circuito fechado (6), manteve-se em circulação a mistura total até a mesma ser aspirada e transportada à etapa seguinte.



**Fig. TANQUES DE MISTURA DO LEITE MODIFICADO NO
PROCESSAMENTO N° 3**

- 1 Tanque de mistura N° 1
- 2 Tanque de mistura N° 2
- 3 Homogenizador
- 4 Agitador incorporado ao Tanque N° 2
- 5 Bombas positivas
- 6 Circuito de retorno

3.3.4.5. Etapas Restantes do Processamento

As operações de homogeneização, tratamento UHT, resfriamento e embalagem asséptica, foram similares às etapas dos Processamentos N^o 1 e N^o 2.

3.3.5. Armazenagem do Leite Modificado (UHT).

Os pacotes de leite modificado, esterilizados e embalados assépticamente dos Processamentos N^o 2 e N^o 3, foram armazenados em câmaras de temperatura controlada (37 °C), nos quais permaneceram por 60 dias, para as avaliações físico-químicas e bioquímicas.

As avaliações foram feitas a partir do dia 0 até o dia 60, com intervalos de 15 dias, e foram: pH, acides titulável, gordura, proteína, nitrogênio não caséico, nitrogênio não protéico, prova de esterilidade, separação de gordura, degradação de gordura, reação de Maillard e conteúdo de vitaminas A, B₁, B₂, e C.

Todas as avaliações na presente pesquisa, foram realizadas em duplicata.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. PROVAS PRELIMINARES.

4.1.1. Metodologia de Cálculo adotada para as Formulações.

As fórmulas utilizadas para o desenvolvimento das formulações, deram os resultados esperados, quando aplicados a um leite de vaca.

O uso destas fórmulas foi de rápida aplicação, já que os dados iniciais de percentagem de proteína, percentagem de gordura e percentagem de lactose, permitiram obter resultados satisfatórios como pode ser observado na Tabela Nº 10.

4.1.2. Ensaio Preliminar de Emulsificação de Óleo.

A primeira amostra tomada com 5 minutos de homogeneização (10.000 rpm) após 5 minutos de repouso, mostrou o aparecimento visível de óleo na superfície do leite.

A segunda amostra, tomada com 10 minutos de homogeneização e 25 minutos de repouso, apresentou também visivelmente óleo na superfície.

A partir de terceira amostra, isto é, com 15 minutos ou mais de homogeneização e mais de 4 horas de repouso, não se verificou separação visível de óleo na superfície.

O tempo de homogeneização escolhido foi de 15 minutos (caso da terceira amostra), porque este tratamento permitiu pelo menos 240 minutos em repouso sem separação visível de óleo.

TABELA N^o 10. Variação da composição do leite de vaca ao formular o leite modificado a nível de laboratório.

Componente	Leite de Vaca (%)	Leite Modificado	
		Conteúdos Esperados	Conteúdos Obtidos
		(%)	(%)
Proteína	2,8	1,1	1,0
Gordura	3,2	4,0	3,9
Lactose	4,9	6,8	6,6

4.1.3. Elaboração do Leite Modificado a Nível de Laboratório.

Os resultados das variações da composição do leite de vaca, pela adição dos nutrientes principais (óleo, lactose e água), são apresentadas na Tabela N^o 10.

A análise desses dados revela que a metodologia da formulação é adequada para o produto em questão, pois os resultados encontrados estão muito próximos dos esperados (Tabela N^o 10).

4.2. PROCESSAMENTO N^o 1.

O processamento N^o 1, foi efetuado basicamente para testar o fluxograma de processamento (Fig. N^o 4, de Material e Metodos), e com o objetivo de familiarizar-se com os equipamentos e a metodologia de trabalho.

4.2.1. Recepção e Amostragem das Análises.

Os resultados das análises do leite cru, feitas na Usina de Laticínios do Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL), são apresentados na Tabela N^o 11.

4.2.2. Cálculo da Formulação.

Os resultados esperados e obtidos do leite modificado são apresentados na Tabela N^o 12. O mesmo refere-se aos resultados avaliados quando na formulação são consideradas as análises feitas do leite cru na planta de laticínios e do valor assumido da bibliografia para a lactose (4,9%).

TABELA N^o 11. Resultados das análises de amostras de leite cru de vaca na recepção do Processamento N^o 1

ANÁLISE	Leite cru de vaca
Densidade (Kg/l)	1,029
pH	6,75
Acidez (°D)	14,0
Gordura (%)	3,3
Proteína (método formol)	2,8
Prova de Alcool (72%)	satisfatório

TABELA N^o 12. Adição dos componentes principais, resultados esperados e obtidos em amostras do Processamento N^o 1

COMPONENTE (g/100g)	Leite Vaca	Nutriente Adicionado	Conteúdo Esperado (A)	Conteúdo Obtido (B)	(A)-(B) ----- (A)x 100
Proteína	2,80 (1) 2,63 (2)	(*)	1,10 (3) 1,03 (4)	0,82	-25 -20
Gordura	3,30 (1) 3,20 (2)	6,88	4,00 (3) 3,96 (4)	3,10	-23 -22
Lactose	4,90 (1) 5,10 (2)	12,41	6,80 (3) 6,88 (4)	7,21	+6 +5

(1) Análises feitas na planta: proteína (formol), gordura (Gerber) e lactose (assumida da bibliografia).

(2) Análises feitas no laboratório: proteína (Kjeldahl), gordura (Gerber) e lactose (por diferença)

(*) não adicionado

(3) Valores calculados com as fórmulas propostas em Material e Métodos (pag. 45), a partir dos resultados das análises feitas em planta.

(4) Valores calculados com as fórmulas propostas em Material e Métodos (pag. 45), a partir dos resultados das análises feitas no laboratório.

Pode-se apreciar da Tabela N^o 12, que os resultados analisados na planta, pelos métodos rápidos (proteína: Formol e gordura: Gerber), são ligeiramente maiores do que os analisados no laboratório.

Como a quantidade de nutrientes adicionados foi calculada com base nos métodos rápidos de planta, observa-se que se utilizou uma quantidade menor que a necessária, tendo em vista que os métodos de análises de laboratório são mais precisos que os utilizados em planta.

No caso dos valores obtidos em planta para a proteína no leite cru (método Formol), no qual se utilizou um fator de correção (1,747 recomendado por WOLFSCHOON & VARGAS, 1977), foram diferentes aos obtidos no laboratório, devido possivelmente a que aquele fator não é aplicável para o leite utilizado na presente pesquisa.

Na mesma Tabela (N^o 12), apresentam-se também os dados de Conteúdo Esperado, quando são consideradas as análises feitas no laboratório, isto é, 1,03, 3,96 e 6,88 g/100g para a proteína, gordura e lactose respectivamente, no qual pode-se apreciar que aquelas diferenças (comentadas no parágrafo anterior) com relação aos Conteúdos Obtidos, são menores.

O resultado obtido da lactose no leite modificado foi de 7,21 g/100g (Tabela N^o 12), pouco maior do que o esperado (6,80 g/100g), devido possivelmente ao fato de que o dado assumido da bibliografia (4,9 g/100g) utilizado na formulação em planta, é menor do obtido no laboratório, que foi de 5,10 g/100g. Essa diferença do valor assumido da bibliografia (4,9 g/100g) para a

lactose com relação ao real analisado, poder-se-ia dever a que os dados da bibliografia referem-se a leite de vaca com outras características genéticas e de manejo.

As análises complementares do leite cru de vaca e do leite modificado desta primeira prova em planta (Processamento N^o 1) são apresentadas na Tabela N^o 13.

A prova de esterilidade realizada no leite modificado foi satisfatória, pois nas amostras testadas após incubação recomendada pela metodologia de LANGEVELD & BOLLE (1979), não se detectou nenhum crescimento de microorganismos.

A análise de degradação de gordura do leite cru, mostrou um valor de absorbância de 0,024. Sabendo-se que o valor de absorbância para o leite cru esta na faixa de 0.022 a 0.024, segundo DUNCKLEY & JENNINGS (1951), considera-se que o valor obtido é concordante com os resultados desses pesquisadores. No caso do leite modificado (UHT), o valor da absorbância foi 0,058 o qual estaria acima (23%) do valor encontrado pelo mesmo autor, quando o leite apresenta sabor ligeiramente oxidado.

No caso dos valores obtidos com relação à reação de Maillard (Tabela N^o 13), o leite cru apresentou 0,656 $\mu\text{mol/l}$, o qual foi praticamente concordante com os valores determinados por KEENEY & BASSETTE (1959), para o leite cru desengordurado (0,5 $\mu\text{mol/l}$). Mas no caso do leite modificado (UHT), o valor foi de 61,32 $\mu\text{mol/l}$, valor considerado alto, se o relacionarmos com o valor que o mesmo autor fornece para o leite desengordurado evaporado (35,8 $\mu\text{mol/l}$). O alto valor obtido para o leite modificado pode ser devido ao alto conteúdo de lactose no leite

TABELA N^o 13. Análises complementares realizadas em amostras de leite de vaca e modificado do Processamento N^o 1

ANÁLISE	Produto	Leite Cru	Leite Modificado UHT
Prova de Esterilidade		n.r.	(*)
Degradação de Gordura (Densidade Óptica)		0,024	0,058
Reação de Maillard ($\mu\text{mol/l}$)		0,656	61,32
Nitrogênio Total (mg/100g)		412	129
Nitrogênio não Caséico (NNC) (mg/100g)		116 28% (a)	21 16% (a)
Nitrogênio não Protéico (NNP) (mg/100g)		28 7% (a)	13 10% (a)
Separação de Gordura		n.r.	(b)

n.r. = não realizada

(*) = não foi detectado crescimento de microorganismos

(a) = valores em percentagem, com relação ao Nitrogênio Total respectivamente

(b) = Separação de gordura não detectada

modificado que favorece a reação de Maillard mais intensamente, SEGUNDO HODGE (1953) e ADRIAN (1974), citados por BURTON, 1984).

O nitrogênio total para o leite cru e para o leite modificado foi de 412 mg/100g e 129 mg/100g respectivamente; o menor conteúdo de nitrogênio total deste último, deve-se ao fato de que o leite modificado foi diluído pelos componentes adicionados na sua formulação.

O nitrogênio não caséico (NNC) para o leite cru, foi de 116 mg/100g (Tabela N^o 13) que corresponde a 28% do nitrogênio total. Da mesma forma, o nitrogênio não proteico (NNP), foi de 28 mg/100 g (Tabela N^o 13) que representa 7% do nitrogênio total. Estes valores de NNC e NNP, para o leite cru, estão de acordo com os encontrados por SNOEREN & BOTH (1981), que foram 26 e 7% do nitrogênio total para NNC e NNP respectivamente.

No caso do leite modificado, os valores de NNC e NNP foram de 21 mg/100g e 13 mg/100g respectivamente, o que corresponde a 16% e 10% do nitrogênio total em cada caso, sendo que os valores encontrados por SNOEREN & BOTH (1981), para amostras de leite tratado pelo método UHT, foram de 10% e 6% de NNC e de NNP do total de nitrogênio, respectivamente. O menor valor de (%) NNC do leite modificado em relação ao leite cru, pode ser devido à desnaturação das proteínas do soro pelo tratamento UHT (SNOEREN & BOTH, 1981) o qual diminuiria o conteúdo de NNC; do mesmo modo o autor afirma que o aumento (%) de NNP, pode ser devido à separação da kappa caseína ao ser desintegrada a molécula macropeptídica.

Na prova de separação de gordura, não houve separação visível de gordura no leite modificado após o processo UHT.

Na Tabela N^o 14, são apresentadas as adições de vitaminas na formulação do leite modificado no Processamento N^o 1. Pode-se observar que o resultado obtido para a vitamina A (600 UI/1000 g), afastou-se ligeiramente do conteúdo teórico esperado (637 UI/1000 g) o que representa uma perda real de 11% , com relação ao conteúdo desta vitamina no leite formulado antes do tratamento térmico, o que indica que os valores de destruição térmica utilizados por WILKINSON et alii (1981), concordaram com o resultado obtido neste trabalho.

A perda de vitamina A, devida ao processamento térmico, pode ser considerada dentro dos valores habituais em relação aos apresentados por Lembke (1966), citado por LOO (s/d), que encontrou perda de vitamina A em amostras de leite UHT, da ordem de 26 % , em uma planta Sterideal.

Com relação à vitamina C, sem valores da literatura de "D" e "Z" para temperaturas acima de 100 °C, não foi calculada a quantidade esperada desta vitamina, mas pelo valor de vitamina C no produto final obtido (59,0 mg/1000g), e considerando-se o conteúdo inicial de vitamina C no leite modificado, antes do processamento UHT que foi de 83,62 mg/1000g, a perda desta vitamina foi da ordem de 29%, concordando com os valores encontrados por BURTON & PERKIN (1970) citados por BOCKELMANN (s/d) e que foi de 28% no aquecimento direto e de 25% no indireto. Igualmente SAN JOSE (1979) e FORD & THOMPSON (1981), concordam que o ácido ascórbico na sua forma reduzida em conjunto com a forma oxidada (ácido dehidro ascórbico), sofrem perdas de 10 a 30% nos processamentos UHT. PORTER & THOMPSON (1972) citado por

TABELA N^o 14. Adição de vitaminas na formulação do leite modificado. Resultados esperados e obtidos em amostras do Processamento N^o 1

COMPONENTE	Conteúdo no leite cru	Conteúdo no leite formulado após dil- uição	Vitamina adicionada	Conteúdo no leite formulado antes do processo UHT	Conteúdo teórico esperado após pro- cesso UHT	Conteúdo obtido após pro- cesso UHT	Perda (%)
Vitamina A (UI/1000g)	1.359,22 (1)	533,39	143,25	676,64	637	600	11
Vitamina C (mg/1000g)	15,89 (2)	6,24	77,38	83,62	n.r.	59	29
Vitamina B ₁ (mg/1000g)	0,39 (1)	0,15	0,07	0,22	0,19	0,20	9
Vitamina B ₂ (mg/1000g)	1,84 (2)	0,72	n.a.	0,72	0,72	0,72	0

(1) = Dados obtidos do Laboratorio Adolfo Lutz.

(2) = Dados analisados no Laboratorio Geral do Dpto. de Tecnologia de Alimentos.

n.r = não realizado.

n.a = não adicionado.

ZADOW (1975) encontraram nos sistemas de esterilização UHT direto ou indireto, perdas de vitamina C em torno de 10%. ROSSIKHIRA et alii (1969) citado por GREGORY (1975), relataram perda de ácido ascórbico de 27% para o método de aquecimento indireto.

Para a vitamina B₁, registraram-se perdas da ordem de 9%, tal como se pode apreciar na Tabela N^o 14, concordando com os valores obtidos por outros pesquisadores, tais como ROSSIKHIRA (1969) citada por GREGORY, 1975), que encontrou perda de vitamina B₁, da ordem de 8% em um sistema UHT.

Segundo ZADOW (1975), e FORD et alii (1968) citado por BOCKELMANN (s/d), a perda de vitamina B₁ atingiu 10% e segundo LOO (s/d) atingiu 17% . Ainda são citadas perdas de vitamina B₁ de até 29% segundo UHEROVA (1980) citado por BURTON (1984).

Não se encontrou perda de vitamina B₂ (Riboflavina) no processamento N^o 1, o que coincide com a pesquisa de FORD & THOMPSON (1981), de que a riboflavina é estável ao calor e não é afetada pelos processos de esterilização. Porém LOO (s/d) acusa perdas de 3% de vitamina B₂, da mesma forma que ZADOW (1975) mas atingindo valor maior do que 19% para os processos UHT; no entanto RENNER (1974), PORTER (1971); FORD et alii (1968) e BLANC (1978), citados por BOCKELMANN (s/d), não encontraram nenhuma perda de vitamina B₂ quando o leite foi submetido a processamento UHT e segundo FORD et alii (1968) , citado por BOCKELMANN (s/d), isto ocorreu nos dois sistemas (direto e indireto).

4.2.3. Formulação

(Referido à Fig. 5 da seção de Material e Metodos).

A adição do óleo ao leite no Tanque N^o 2 mais a água que continha a lactose diluída, não foi perfeita, ficando uma camada de óleo na superfície. Por outro lado, o agitador (4) incorporado ao Tanque N^o 1 era de alta potência, tendo que ligar e desligar intermitentemente o agitador, até que as bombas aspirassem a mistura de leite com as vitaminas, causando inicialmente falta de homogeneização.

As operações seguintes, isto é, homogeneização, tratamento térmico UHT, resfriamento e embalagem asséptica, foram normais, pois tudo foi feito em circuito fechado e automaticamente.

4.3 Processamento N^o 2.

4.3.1. Recepção e Amostragem das Análises.

Os resultados das análises do leite cru em planta, durante a recepção, se apresentam na Tabela No 15.

4.3.2. Cálculo da Formulação.

Os resultados esperados e obtidos dos componentes principais adicionados são apresentados na Tabela N^o 16, e referem-se aos resultados avaliados na formulação; são consideradas as análises feitas no leite cru na planta e a lactose assumida da bibliografia (4,9%). Apresentam-se também, na mesma Tabela, os dados dos componentes analisados no laboratório.

Observa-se na Tabela N^o 16, que em todos os casos (proteína, gordura e lactose), os valores dos conteúdos obtidos (0,95, 3,90 e 6,59 g/100 g, respectivamente), apresentam

TABELA N^o 15. Resultados das análises de amostras de leite cru de vaca na recepção do Processamento N^o 2

ANÁLISE	Leite cru de vaca
Densidade (Kg/l)	1,030
pH	6,70
Acidez (°D)	15,0
Gordura (%)	3,3
Proteína (método formol)	2,84
Prova de Alcool (72%)	satisfatório

TABELA N^o 16. Adição dos componentes principais, resultados esperados e obtidos em amostras do Processamento N^o 2

COMPONENTE (g/100g)	Leite Vaca	Nutriente Adicionado	Conteúdo Esperado (A)	Conteúdo Obtido (B)	(A)-(B) ----- (A)x 100
Proteína	2,84 (1) 2,63 (2)	(*)	1,10 (3) 1,02 (4)	0,95	-14 - 7
Gordura	3,10 (1) 3,10 (2)	2,88	4,00 (3) 4,00 (4)	3,90	- 3 - 3
Lactose	4,90 (1) 5,71 (2)	4,90	6,80 (3) 6,73 (4)	6,59	+3 +2

(1) Análises feitas na planta: proteína (formol), gordura (Gerber) e lactose (assumida da bibliografia).

(2) Análises feitas no laboratório: proteína (Kjeldahl), gordura (Gerber) e lactose (por diferença)

(*) não adicionado

(3) Valores calculados com as fórmulas propostas em Material e Métodos (pag. 45), a partir dos resultados das análises feitas em planta.

(4) Valores calculados com as fórmulas propostas em Material e Métodos (pag. 45), a partir dos resultados das análises feitas no laboratório.

diferenças percentuais de 14% para proteína, 3% para a gordura e 3% para a lactose, quando comparados com os valores respectivos do conteúdo esperado (1,10, 4,00 e 6,80 g/100g, respectivamente), provenientes das análises feitas na planta. No entanto quando são considerados os valores de conteúdo esperado (1,02, 4,00 e 6,73 g/100g, respectivamente) provenientes das análises feitas no laboratório, aquelas diferenças percentuais são 7% e 2% para a proteína e lactose respectivamente. No caso da gordura, mantém-se a diferença porcentual inicial (3%).

Na Tabela N^o 17, apresentam-se os resultados das análises complementares realizadas no leite cru de vaca e no leite modificado, na segunda prova na planta (Processamento N^o 2).

A prova de esterilidade não detectou contaminação de acordo com a metodologia recomendada por LANGEVELD & BOLLE (1979).

Com relação à degradação de gordura para esta segunda prova, no caso de leite cru obteve-se um valor de absorbância de 0,026 que está ligeiramente acima do valor dado por DUNKLEY & JENNINGS (1951) que é de 0,025 quando o leite não apresenta nenhum sabor oxidado. No caso do valor de absorbância para o leite modificado foi de 0,3185, que é bem maior do que o valor determinado pelos mesmos pesquisadores quando o leite tem sabor oxidado pronunciado.

Os valores obtidos de reação de Maillard para o leite cru (Tabela N^o 17), foi de 0,7 $\mu\text{mol/l}$ o qual segundo KEENEY & BASSETTE (1959) pode ser considerado normal. Mas no caso do leite modificado, o valor experimental foi de 205,19 $\mu\text{mol/l}$ valor que Está muito acima dos dados máximos encontrados pelos mesmos Autores.

TABELA N^o 17. Análises complementares realizadas em amostras de leite de vaca e modificado do Processamento N^o 2

ANÁLISE	Produto	Leite Cru	Leite Modificado UHT
Prova de Esterilidade		n.r.	(*)
Degradação de Gordura (Densidade Optica)		0,026	0,3185
Reação de Maillard ($\mu\text{Mol/l}$)		0,7	205,19
Nitrogênio Total (mg/100g)		411,6	147,7
Nitrogênio não Caséico (NNC) (mg/100g)		105,7 26% (a)	20,3 14% (a)
Nitrogênio não Protéico (NNP) (mg/100g)		29,6 7% (a)	18 12% (a)
Separação de Gordura		n.r.	(b)

n.r. = não realizada

(*) = não foi detectado crescimento de microorganismos

(a) = valores em percentagem, com relação ao Nitrogênio Total respectivamente

(b) = Separação de gordura não detectada

O nitrogênio não proteico (NNP) e o nitrogênio não caseico (NNC), em ambos casos, comportam-se em forma similar aos obtidos no Processamento No 1, os quais concordam com os dados de SNOEREN & BOTH (1981). O leite modificado após processo UHT, não apresentou separação visível de gordura.

Na Tabela N^o 18, é apresentada os resultados da adição das vitaminas na formulação do Processamento No 2, e observa-se que o resultado obtido de vitamina A foi de 1.125 UI/1000g, menor do que o esperado (2.361,76 UI/1000g), representando uma perda percentual de 55 % (do conteúdo inicial do leite modificado antes do processamento UHT), contrário aos dados obtidos por BENDER, 1978; RENNEN (1974) e KIERMAYER (1972), estes dois últimos citados por BOCKELMANN (s/d); BURTON (1984) e outros autores, não encontraram perda de vitamina A ou esta foi muito pequena, no leite de vaca após tratamento UHT. Por outro lado aquela excessiva perda de vitamina A é menos crítica, quando comparada com o resultado obtido por LEMBKE 1968 (citado por LOO, s/d) que encontrou valores consideráveis quando o leite foi submetido ao tratamento UHT em uma planta sterideal, obtendo perda maior do que 25 % . A perda poderia ser devida ao fato da vitamina A ter sido oxidada e destruída pelo emprego de alta temperatura, reações estas, catalizadas pelo ferro adicionado na formulação do leite modificado (BENDER 1978; DE RITTER, 1976).

Para a vitamina C, a quantidade obtida foi de 32,46 mg/1000g representando uma perda percentual de 77 % valor bem maior do que os resultados obtidos por RENNEN, 1974 (citado por BOCKELMANN, s/d), de 10 - 20 % e SAN JOSE (1979) e METHA (1980)

TABELA N^o 18. Adição de vitaminas na formulação do leite modificado. Resultados esperados e obtidos em amostras do Processamento N^o 2

COMPONENTE	Conteúdo no leite cru	Conteúdo no leite formulado após diluição	Vitamina adicionada	Conteúdo no leite formulado antes do processo UHT	Conteúdo teórico esperado após processo UHT	Conteúdo obtido após processo UHT	Perda (%)
Vitamina A (UI/1000g)	1.359,22 (1)	526,46	1.982,3	2.508,76	2.361,76	1.125	55
Vitamina C (mg/1000g)	18,00 (2)	6,78	136	142,78	n.r.	32,46	77
Vitamina B ₁ (mg/1000g)	0,35 (1)	0,14	0,06	0,20	0,19	0,10	50
Vitamina B ₂ (mg/1000g)	1,46 (2)	0,75	n.a.	0,75	0,75	0,80	0

(1) = Dados obtidos do Laboratório Adolfo Lutz.

(2) = Dados analisados no Laboratório Geral do Dpto. de Tecnologia de Alimentos.

n.r. = não realizado.

n.a. = não adicionado.

de 10 - 30 %, quando o leite cru foi submetido a um processamento UHT indireto.

No caso da vitamina B₁, a perda mostrada na Tabela N^o 18, foi de 50 %, valor bem maior que os obtidos por RENNER 1974 (citado por BOCKELMANN, s/d); SAN JOSE (1979) e BAYOUMI & REUTER, 1968 (citados por BURTON, 1984) que são 5 - 15, 20 e 15%, respectivamente. No entanto, METHA (1980) no processamento do leite pelo sistema UHT, encontrou perda percentual maior do que 20 %.

A vitamina B₂, considerada como termoestável ou virtualmente termoestável, BOCKELMANN (s/d), apresenta perda percentual de 14 % após o tratamento UHT do leite modificado (Tabela N^o 18), que é bem maior do que os valores obtidos por LEMBKE et alii (1968), citado por BOCKELMANN (s/d), em uma planta Sterideal, e aos obtidos por Loo (s/d), os quais foram 5,1 e 6,0 a 7,0 % , respectivamente. As perdas comentadas de vitamina B₂, são menores ainda, se comparamos com os resultados obtidos por FERRETTI et alii (1972) que encontrou perda de 5 - 10% ; SAN JOSE (1979) obteve perdas de até 8%; METHA (1980) encontrou perda menor do que 10% e PACKARD, (1982) comenta perda de 10% de Vitamina B₂ nos processamentos UHT do leite de vaca.

Na Tabela N^o 19, são expresos os resultados esperados e obtidos da adição de minerais na formulação do leite modificado no Processamento No 2. Pode-se observar que os resultados obtidos para potássio, zinco e ferro, foram 460, 2,8 e 0,9 mg/1000 g, respectivamente. Apresentam-se também as diferenças percentuais dos valores de conteúdo esperado e obtido (11%, 7% e 0% para o potássio, zinco e ferro respectivamente), quando é considerado o

TABELA N^o 19. Adição de minerais na formulação do leite modificado. Resultados esperados e obtidos em amostras do Processamento N^o 2

COMPONENTE	Leite de vaca	Mineral adicionado	Mineral esperado	Mineral obtido	Diferença (%)
Potássio (mg/1000g)	1.140 (1) 1.040 (2)	72,7	506,16	460	-11 -3
Zinco (mg/1000g)	4,0 (1) 2,8 (2)	1,46	3,01 2,57	2,8	-7 +10
Ferro (mg/1000g)	0,5 (1) 0,66 (2)	0,61	1,00 0,87	0,9	+13 +4

(1) = Valores da Bibliografia.

(2) = Valores obtidos das análises no Laboratório.

conteúdo inicial do leite cru de vaca da bibliografia.

No entanto, aquelas diferenças percentuais são menores ainda, quando se consideram os valores iniciais de leite cru de vaca analisados no laboratório (1.040, 2,8 e 0,66 mg/1000 g para potássio, zinco e ferro, respectivamente), resultando neste caso, diferenças percentuais entre os valores de mineral esperado e obtido, de 3% a menos para potássio e 10 e 4% a mais para zinco e ferro respectivamente.

Por outro lado os resultados obtidos dos diferentes minerais do leite de vaca analisados no laboratório, (Tabela N^o 19), para potássio foi de 1.040 mg/1000 g, valor menor do que o apresentado na Tabela N^o 4 pela bibliografia consultada. Porém considerando os valores citados por CIBA GEYGI (1975) que está numa faixa de 1.000 - 2.000 mg/1000 g de potássio para o leite esterilizado, pode-se considerar o valor obtido de potássio (1.040 mg/1000 g) para o leite cru de vaca dentro do valor normal.

Igualmente para zinco e ferro, os resultados das análises de laboratório do leite cru foram de 2,8 e 0,66% respectivamente, as quais podem ser consideradas dentro do valor normal, quando comparados com os valores publicados por diferentes pesquisadores, isto é, para zinco MURTHY et alii (1972) apresenta uma faixa de 2,3 - 5,1 mg/l, DEQUID et alii 1974 (citado por JUAREZ & MARTINEZ, 1979), relatam 0,200 - 5,200 mg/1000g, MAHIEU et alii 1977 encontraram valores de 1,163 - 4,362 mg/l; e para ferro, 0,20 - 1,51 mg/l (MURTHY et alii 1972), 0,125 - 2,250 mg/l (DEQUID et alii 1974; citado por JUAREZ & MARTINEZ, 1979) e 0,584 - 1,732 mg/l (MAHIEU et alii 1977).

4.3.3. Etapas Restantes do Processamento.

Na formulação, o óleo pre-homogeneizado, sem separação visível no leite, foi adicionado à solução acuosa de lactose. A quantidade calculada das vitaminas e dos minerais, foi adicionada à mistura total. A recirculação constante do líquido, garantiu visível a mistura eficiente dos componentes.

A homogeneização, tratamento térmico UHT, resfriamento e embalagem asséptica, decorreram normalmente.

4.4 Processamento N^o 3

4.4.1. Recepção e Amostragem das Análises.

Na Tabela N^o 20 são expresos os resultados das análises do leite cru, feitas em planta no processamento N^o 3.

4.4.2. Cálculo da Formulação.

Os resultados esperados e obtidos dos componentes principais adicionados, são apresentados na Tabela N^o 21, e referem-se aos resultados obtidos quando na formulação são considerados as análises feitas no leite cru na planta, e para a lactose foram usados os valores da bibliografia (4,9%). Apresentam-se também, na mesma Tabela, os valores obtidos dos componentes respectivos analisados no laboratório.

Observa-se na Tabela N^o 21, que a diferença entre os resultados da quantidade de nutriente esperado apresentam pequena ou nenhuma diferença, sendo que as diferenças percentuais para a proteína é de 0%, para a gordura 2,5% e para a lactose 1,5 % .

TABELA N^o 20. Resultados das análises de amostras de leite cru de vaca na recepção do Processamento N^o 3

ANÁLISE	Leite cru de vaca
Densidade (Kg/l)	1,0304
pH	6,72
Acidez (°D)	14,5
Gordura (%)	3,4
Proteína (método formol)	2,78
Prova de Alcool (72%)	satisfatório

TABELA N^o 21. Adição dos componentes principais, resultados esperados e obtidos em amostras do Processamento N^o 3

COMPONENTE (g/100g)	Leite Vaca	Nutriente Adicionado	Conteúdo Esperado (A)	Conteúdo Obtido (B)	(A)-(B) ----- (A)x 100
Proteína	2,78 (1) 2,82 (2)	(*)	1,10 (3) 1,10 (4)	1,10	0 0
Gordura	3,40 (1) 3,20 (2)	2,65	4,00 (3) 4,00 (4)	3,90	-2,5 -2,5
Lactose	4,90 (1) 4,40 (2)	4,86	6,80 (3) 6,60 (4)	6,70	-1,5 +1,5

(1) Análises feitas na planta: proteína (formol), gordura (Gerber) e lactose (assumida da bibliografia).

(2) Análises feitas no laboratório: proteína (Kjeldalh), gordura (Gerber) e lactose (por diferença)

(*) não adicionado

(3) Valores calculados com as fórmulas propostas em Material e Métodos (pag. 45), a partir dos resultados das análises feitas em planta.

(4) Valores calculados com as fórmulas propostas em Material e Métodos (pag. 45), a partir dos resultados das análises feitas no laboratório.

Estas diferenças percentuais, mantêm-se as quando são consideradas as quantidades de nutriente esperado provenientes dos dados do leite cru analisados no laboratório.

Na Tabela N^o 22, apresentam-se os resultados das análises complementares do leite cru e modificado da terceira prova em planta (Processamento N^o 3).

Na prova de esterilidade realizada do leite modificado obtido (UHT), não foi detectada contaminação, segundo a metodologia recomendada por LANGEVELD & BOLLE (1979).

Para a degradação da gordura testada pela metodologia recomendada por DUNKLEY & JENNINGS (1951), obteve-se o valor de Absorbância para o leite cru de 0,022 menor do que o encontrado pelos mesmos autores (0,025), quando medido a um leite que não apresentou sabor oxidado. O valor da absorbância para o leite modificado, foi de 0,07, maior que o valor citado pelos mesmos pesquisadores quando o leite tem sabor oxidado pronunciado.

Os valores obtidos de reação de Maillard, (Tabela N^o 22) do leite cru, foi de 0,65 $\mu\text{mol/l}$, considerádo-se normal segundo KEENEY & BASSETTE (1959). Para o leite modificado UHT o valor foi de 65,19 $\mu\text{mol/l}$, valor considerado alto pelos mesmos autores, como já se comentou, o que poderia ser devido ao alto conteúdo de lactose na formulação do leite modificado (HODGE, 1953 e ADRIAN, 1974; citados por BURTON, 1984).

O resultado obtido para o nitrogênio não caséico (NNC) do leite cru foi de 101,2 mg/100 g (Tabela N^o 22), que corresponde a diferença percentual de 22,8% do nitrogênio total (NT), e para o nitrogênio não protéico (NNP), foi de 20,7 mg/100 g, que

TABELA Nº 22. Análises complementares realizadas em amostras de leite de vaca e modificado do Processamento Nº 3

ANÁLISE	Produto	Leite Cru	Leite Modificado UHT
Prova de Esterilidade		n.r.	(*)
Degradação de Gordura (Densidade Óptica)		0,022	0,070
Reação de Maillard ($\mu\text{Mol/l}$)		0,6513	65,1875
Nitrogênio Total (mg/100g)		442	157,7
Nitrogênio não Caséico (NNC) (mg/100g)		101,2 22,8% (a)	24,6 15,6% (a)
Nitrogênio não Protéico (NNP) (mg/100g)		20,7 4,67% (a)	13,6 8,62% (a)
Separação de Gordura		n.r.	(b)

n.r. = não realizada

(*) = não foi detectado crescimento de microorganismos

(a) = valores em percentagem, com relação ao Nitrogênio Total respectivamente

(b) = Separação de gordura não detectada

corresponde a 4,67% do NT. Estas diferenças percentuais são inferiores às encontradas por SNOEREN & BOTH (1981) de 26,35% para o NNC e 6,06% para o NNP, mas são superiores quando comparadas às encontradas por MOTTAR, et alii (1980) de 17,1% para o NNC e 4,6% para o NNP.

No caso de leite modificado UHT, os valores de obtidos NNC e NNP foram de 24,6 mg/100 g (15,6% do NT) e 13,6 mg/100 g (8,62% do NT) respectivamente, maiores que os encontrados por SNOEREN & BOTH (1981) que representam 9,82% do NT para o NNC e 6,38% do NT para o NNP, e igualmente também maiores quando comparados com os obtidos por MOTTAR, et alii (1980) que são 8,5% do NT para o NNC e 5,4% do NT para o NNP.

Na Tabela N^o 23, apresentam-se os resultados esperados e obtidos das vitaminas do leite cru e modificado, pela formulação.

Observa-se que a quantidade obtida de vitamina A (1.310 UI/1000 g) é bem menor do que a esperada (2.374 UI/1000 g), ocorrendo perda de 48% (do conteúdo do leite formulado antes do processo UHT) não concordando com o resultado de alguns pesquisadores, BURTON, 1983; RENNER, 1974 e KIERMAYER, 1972 (citados por BOCKELMANN s/d) e BENDER, 1978 que encontraram pouca ou nenhuma perda de vitamina A após tratamento UHT do leite de vaca.

Porém esta diferença é menos crítica quando comparada com os resultados obtidos por LEMBKE, 1968 (citado por LOO, s/d) que em uma planta sterideal encontrou perda considerável de Vitamina A no leite, após tratamento UHT, de mais do que 25%. Esta excessiva perda de Vitamina A, poder-se-ia dever ao fato de uma excessiva

TABELA N^o 23. Adição de vitaminas na formulação do leite modificado. Resultados esperados e obtidos em amostras do Processamento N^o 3

COMPONENTE	Conteúdo no leite cru	Conteúdo no leite formulado após diluição	Vitamina adicionada	Conteúdo no leite formulado antes do processo UHT	Conteúdo teórico esperado após processo UHT	Conteúdo obtido após processo UHT	Perda (%)
Vitamina A (UI/1000g)	1.358,70 (1)	537,61	1.984,44	2.522,05	2.374,28	1.310	48
Vitamina C (mg/1000g)	13,59 (2)	5,38	102,40	107,78	n.r.	87	19
Vitamina B ₁ (mg/1000g)	0,39 (1)	0,15	0,05	0,20	0,19	0,15	25
Vitamina B ₂ (mg/1000g)	2,14 (2)	0,84	n.a.	0,84	0,84	0,90	6

(1) = Dados obtidos do Laboratorio Adolfo Lutz.

(2) = Dados analisados no Laboratorio Geral do Dpto. de Tecnologia de Alimentos.

n.r = não realizado.

n.a = não adicionado.

oxidação desta vitamina, catalizada pelo ferro adicionado na formulação do leite modificado, com o consequente aumento da sua destruição (BENDER 1978; De Ritter, 1976).

Na vitamina C (Tabela N^o 23), o resultado obtido foi de 87 mg/1000 g, com perda de 19,0% a qual encontra-se dentro das perdas habituais segundo RENNER (1974) citado por BOCKELMANN (s/d) que encontrou valores na faixa de 10 - 20 % no processamento UHT, SAN JOSE (1979), e METHA (1980) para o processo UHT indireto cita 10 - 30% de perda de vitamina C.

No caso da vitamina B₁ a percentagem de perda após o tratamento UHT, no leite modificado foi de 25% o qual é maior do que a encontrada por Renner (1974) citado por BOCKELMANN (s/d); SAN JOSE (1979) e BAYOUMI & REUTER (1968) apresentam valores de 5 - 15 %, 20 % e 15 % ,respectivamente. Embora METHA (1980) observasse perda de vitamina B₁ maior do que 20% após tratamento UHT no leite de vaca.

Para vitamina B₂, considerada termoestável ou virtualmente termoestável (BOCKELMANN, s/d), observa-se na Tabela N^o 23, que o leite modificado não apresentou nenhuma perda desta vitamina em relação ao seu conteúdo inicial (0,5 mg/1000g), o que concorda com os resultados de FORD, et alii (1969), citado por BOCKELMANN (s/d), e ROSSIKHIRA et alii (1969), citado por GREGORY (1975), os quais não encontraram perdas de vitamina B₂, trabalhando com leite de vaca sob processo UHT.

Na Tabela N^o 24, apresentam-se os resultados esperados e obtidos dos minerais adicionados na formulação do leite modificado. Observa-se para o caso de Potássio, que o resultado

TABELA N^o 24. Adição de minerais na formulação do leite modificado. Resultados esperados e obtidos em amostras do Processamento N^o 3

COMPONENTE	Leite de vaca	Mineral adicionado	Mineral esperado	Mineral obtido	Diferença (%)
Potássio (mg/1000g)	1.140 (1) 1.200 (2)	56,41	550,51 530,72	480	-9
Zinco (mg/1000g)	4,0 (1) 2,8 (2)	1,42	3,00 2,53	2,75	+9
Ferro (mg/1000g)	0,5 (1) 0,68 (2)	0,60	0,80 0,87	0,882	+1

(1) = Valores da Bibliografia.

(2) = Valores obtidos das análises no Laboratório.

obtido no leite modificado após tratamento UHT, FOI 480 mg/1000 g, o qual representa uma diferença percentual de 9% a menos, quando comparado com a quantidade de nutriente esperado (529,72 mg/1000g), considerando-se o conteúdo de potássio no leite de vaca analisado no laboratório (1200 mg/1000 g).

De igual forma para zinco e ferro, os resultados obtidos foram de 2,75 mg/1000 g e de 0,882 mg/1000 g, respectivamente, os quais correspondem a diferenças percentuais de 9% a mais para zinco e 1% a mais para ferro, com relação às quantidade de mineral esperado obtidos dos dados de laboratório, ao analisar o leite de vaca (2,8 mg/1000g para zinco e 0,68 mg/1000 g para o ferro).

4.4.3. Etapas restantes do processamento.

As etapas restantes do processamento N^o 3, referentes a Pre-homogeneização, Formulação, Homogeneização, Tratamento UHT, Resfriamento e Embalagem Asséptica, o comportamento decorreu normalmente.

4.5. Armazenagem do Leite Modificado (UHT).

A armazenagem do leite modificado, como já foi comentado, foi feita com leite empacotado, estocado a 37 °C, com o objetivo de acelerar as mudanças que possam ocorrer.

As amostras do leite modificado UHT do Processamento N^o 1 não foram submetidas às avaliações de armazenagem.

Nas Tabelas N^o 25 e N^o 26, apresentam-se os resultados das análises complementares para as amostras dos processamentos N^o 2 e

TABELA N^o 25. Variações nas análises complementares em amostras do leite modificado na armazenagem a 37^o C (Processamento N^o 2)

<u>DIAS</u>	0	15	30	45	60
CONTROLES					
Degradação de gordura (Absorbância)	0,3185	0,0523	0,0720	0,0920	0,3500
Reação de Maillard (μ mol HMF/1000 ml)	205,19	89,090	84,35	86,70	63,20
Nitrogênio Total (mg/100g)	147,7	148,8	151,1	145,6	151,2
Nitrogênio não Caséico (mg/100g)	20,3	25,3	25,5	28,0	23,9
Nitrogênio não Protéico (mg/100g)	18,3	9,0	9,3	11,0	11,9
Nitrogênio Caséico (mg/100g)	127,4	123,5	125,6	122,8	127,3

TABELA Nº 26. Variações nas análises complementares em amostras do leite modificado na armazenagem a 37^o C (Processamento Nº 3)

DIAS	0	15	30	45	60
CONTROLES					
Degradação de gordura (Absorbância)	0,070	0,0365	0,0456	0,0593	0,1600
Reação de Maillard (μ mol HMF/1000 ml)	65,1875	71,00	55,92	66,94	71,71
Nitrogênio Total (mg/100g)	157,7	173,5	171,9	174,1	154,5
Nitrogênio não Caséico (mg/100g)	24,6	29,0	30,6	35,8	35,9
Nitrogênio não Protéico (mg/100g)	13,6	11,8	16,8	16,7	17,7
Nitrogênio Caséico (mg/100g)	151,1	144,5	141,3	138,3	118,6

Nº 3, respectivamente.

Com relação à degradação de gordura, pode ser observado, para os dois processamentos, que os valores obtidos no dia zero, apresentaram decréscimos aos 15 dias, sendo que o decréscimo observado no processamento Nº 2 foi significativamente maior. Após os 15 primeiros dias, houve uma tendência a aumentar até o final do período de armazenagem aos 60 dias.

No caso do Processamento Nº 2, o valor inicial foi muito alto, devido possivelmente a adição de ferro na formulação, segundo BENDER, (1978) e DE RITTER (1976), o qual atua como catalizador da oxidação das gorduras e também ao fato de uma possível falha no equipamento UHT, que após o término do processamento teve rompimento do diafragma do pressostato controlador da temperatura do processo. O valor inicial de degradação para o processamento Nº 3, foi de 0,072 de absorbância que é menor do que o valor de 0,110 que corresponde a um leite com sabor oxidado segundo DUNKLEY & JENNINGS (1951).

No caso da reação de Maillard, observa-se na tabela Nº 26 (Processamento Nº 2), que o alto valor encontrado inicialmente poder ser explicado como resultado da interferência dos radicais sulfidrila, decorrencia da alta temperatura accidental do processo, pois segundo BURTON (1984), estes radicais dão valores aparentes de HMF (hidroximetilfurfural), os quais desaparecem em poucos dias do tempo de armazenagem. Nos dias subsequentes os valores de reação de Maillard mantiveram-se quase estáveis durante os 60 dias de controle. No caso do processamento Nº 3, os valores obtidos mantiveram-se também praticamente estável.

Em geral, os valores elevados registrados da reação de Maillard para os dois processamentos (N^o 2 e N^o 3), devem-se a alta temperatura da armazenagem (37 °C), concordando com os dados de MOLLER (1981), citado por RENNER & SCHMIDT (1981), que encontrou maiores valores de HMF em amostras armazenadas a 37 °C do leite UHT.

Os valores de nitrogênio total para os dois processamentos (N^o 2 e N^o 3), permaneceram quase estáveis no tempo de armazenagem estudado, mas no caso do nitrogênio não caséico (NNC), houve um aumento gradual concordando com os valores obtidos por FARAH (1979) que trabalhou com amostras de leite UHT observando o mesmo comportamento. Aumentos do valor do NNC em pesquisas feitas em amostras de leite UHT armazenadas a temperaturas de 28 °C, foram também encontradas por SNOEREN & BOTH (1981). Segundo estes autores, a diminuição do nitrogênio caséico (ou incremento do NNC) é resultado da perda da estabilidade do complexo proteína/soro, formado pelo aquecimento, e que na armazenagem vai quebrando gradualmente.

Para o nitrogênio não protéico (NNP), observa-se nos dois processos ((N^o 2 e N^o 3), um aumento do seu conteúdo com o tempo de armazenagem, porém menor do que o NNC. Isto é devido possivelmente, a ocorrência de proteólise durante a armazenagem devida a atividades das proteasas termorresistentes que conseguem suportar o tratamento UHT (MOTTAR, et alii 1980).

Quanto a avaliação da variação de concentração das vitaminas ocorridas na estocagem, apresentam-se na Tabela N^o 27 e N^o 28, os dados para os processamentos N^o 2 e N^o 3, respectivamente.

TABELA N^o 27. Variação do conteúdo vitamínico do leite modificado, na armazenagem a 37 °C do Processamento No 2

DIAS	0	60	PERDAS
CONTROLES			
Vitamina A (UI/1000g)	1.125	1.012	10 %
Vitamina C (mg/1000g)	32,46	32,01	1,4%
Vitamina B ₁ (mg/1000g)	0,10	0,08	20 %
Vitamina B ₂ (mg/1000g)	0,80	0,62	23 %

TABELA N^o 28. Variação do conteúdo vitamínico do leite modificado, na armazenagem a 37 °C do Processamento No 3

DIAS	0	60	PERDAS
CONTROLES			
Vitamina A (UI/1000g)	1.310	1.205	8 %
Vitamina C (mg/1000g)	87,00	86,33	0,8%
Vitamina B ₁ (mg/1000g)	0,15	0,13	13 %
Vitamina B ₂ (mg/1000g)	0,90	0,75	17 %

A vitamina A em ambos os processamentos para os 60 dias de armazenagem, sofreu uma diminuição aproximada de 10 % para o processamento N^o 2 e de 8 % para o processamento N^o 3, considerando como 100 % o conteúdo da vitamina após tratamento UHT. Estes valores são concordantes com os resultados do trabalho de FERRETTI et alii (1972), que encontrou 11 % de perdas dessa vitamina na armazenagem do leite UHT por três meses a 37 °C.

Para vitamina C, em ambos os processamentos, no período de armazenagem, o conteúdo da vitamina apresentou ligeira perda, concordando com o autor acima citado, que considera a decomposição da vitamina C, durante a armazenagem, como diretamente relacionada com o conteúdo de oxigênio e que a perda independe da temperatura de armazenagem.

A vitamina B₁ apresentou ao dia 60 de armazenagem, perda de 20 e 13 % para os processamentos N^o 2 e N^o 3, respectivamente, valores estes ligeiramente maiores do que os encontrados por LEMBKE et alii e FRAMH (citados por BOCKELMANN, s/d), que encontraram perda dessa da ordem de 13,6 % quando armazenaram amostras de leite UHT a temperatura ambiente por 4 semanas.

A vitamina B₂ no mesmo tempo de armazenagem, teve perda de 23 e 17% nos processamentos N^o 2 e N^o 3, respectivamente. Tais resultados refletam perda ainda menores do que as observadas por FERRETTI et alii (1972), o qual obteve perda no nível de 27 % .

5- CONCLUSÕES

- As fórmulas propostas para os cálculos das adições dos componentes principais (água, óleo e lactose), permitiram obter leites modificados com composição semelhantes aos do leite humano.

- O homogeneizador utilizado (Homogeneizador N^o 1) deu bons resultados de homogeneização do óleo adicionado ao leite, quando foi utilizado por 15 minutos a 10,000 rpm.

- As adições de lactose e de ferro pareceram ser os causadores do alto valor obtido de reação de Maillard nas amostras do leite modificado, após o tratamento.

- A degradação de gordura nas amostras do leite modificado, após o tratamento UHT, resultou em valores intermediários entre os valores para um leite com sabor fortemente oxidado e um leite com sabor ligeiramente oxidado, apresentados na bibliografia.

- As vitaminas A e B₁ experimentaram perdas maiores do que a indicada na bibliografia, e no caso das vitaminas B₂ e C as perdas tiveram valores dentro dos citados.

- Na armazenagem, a degradação de gordura nas amostras de leite modificado forneceu valores elevados inicialmente, diminuindo aos 15 dias, e depois aumentou gradualmente até os 60 dias.

A reação de Maillard na armazenagem, mantém-se praticamente estável durante o tempo de armazenagem estudado.

As perdas das vitaminas A (8%) e C (0,8%) durante a armazenagem, comportaram-se dentro das citadas na bibliografia, mas para as vitaminas B₁ e B₂ as perdas foram maiores do que as esperadas (13 e 17 % , respectivamente).

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1- ALAIS, C. - Ciencia de la Leche. Principios de Tecnología Lechera. Continental S.A., 594p, 1971.
- 2- ASCHAFFENBURG, R.; DREWRY, J. - New Procedure For The Routine Determination of the Various Non-Casein Proteins of Milk. XV International Dairy Congress Vol. 3 Section 5 - Analytical Methods and Control, 1631 - 1637, 1958.
- 3- BENDER, A. E. - The Effects of Processing on the Stability of Vitamins in Food. IV Kellogg Nutrition Symposium held at the Royal College of Obstetricians Gynaecologists. London, on 14 -15 December, 111 - 125, 1978.
- 4- BOCKELMAN Von B. - Nutricional Aspects of Milk. Documentation Tetra Pack: s/a.
- 5- BURTON, H. - A Comparison Between Direct and Indirect UHT Processing Methods for Milk. Dairy Ind. 37: 197-201, 1972.
- 6- BURTON, H. - Reviews of the Progress of Dairy Science: The Bacteriological, Biochemical and Physical Changes that Occur in Milk at Temperatures of 100-150°C. Journal of Dairy Research 51: 341 - 363, 1984.
- 7- CIBA GEIGY. - Documenta GEIGY - Tablas Científicas, Ciba Geigy, 7^o ed., Basilea, SUIZA, 1975.
- 8- DAVIS, J.; STUBBS, P. - The Measurement of the Colour of Sterilized Milk. Dairy Engineering, September: 1958.

- 9- DEGNER R.L. - Considering UHT-What Keeps it Out of the U.S?
Dairy & Cream Field, February: 50, 52, 54, 73, 1979.
- 10- De RITTER, E. - Stability Characteristics of Vitamins in Processed Foods. Food Technology, January: 48 - 51, 54, 1976.
- 11- DUNKLEY, W.L.; JENNINGS, W.G. - A Procedure for Application of the Thiobarbituric Acid Test to Milk. J. of Dairy Sci. XXXV: (11) 1064 - 1069, 1951.
- 12- FARAH, Z. - Changes in Proteins in UHT Heated Milk. Milchwissenschaft 34 (8): 484 - 487, 1979.
- 13- FINOT, P.; DEUTSCH, R.; BUJARD, E. - The Extent of the Maillard Reaction During the Processing of Milk. Prog. Ed. Nutr. Sci. 5: 345 - 355, 1980.
- 14- FERRETTI, L.; LELLI, M.E.; MIUCCIO, C.; RAGNI, C. - Changes in some Vitamins During Storage of UHT MILK. Quad. Nutr. 30 (4/6): 124-133, 1972. Ref: Dairy Sci. Abs. 34, 2318, (1972).
- 15- FOMON, S.J. - Nutrición Infantil. 2^o Ed. Mexico, 1976.
- 16- FORD J.F.; THOMPSON, S.Y. - The Nutritive Value of UHT Milk. New Monograph on UHT. International Dairy Federation. Document 133. Chapter 4: 65 - 70, 1981.
- 17- GREGORY M. E. - Review of the Progress of Dairy Science. Water - Soluble Vitamins in Milk Products. Journal of Dairy Research (42): 197 - 216, 1975.
- 18- GURR, M.I. - Review of the Progress of Dairy: Human and Arti-

- ficial Milk for Infant Feeding. Journal of Dairy Research.
48: 519-554, 1981.
- 19- GUTHRIE, H.A. - Introductory Nutrition, C.V. Mosby Company,
4^o ed, St. Luis USA, 693p., 1979.
- 20- HOSTETTLER, H. - The Nutritive Value of UHT Milk. New Mono-
graph on UHT. International Dairy Federation, Document
133 Chapter 12: 1981.
- 21- INSTITUTO ADOLFO LUTZ, Normas Analíticas do Instituto Adolfo
Lutz, Métodos Químicos e Físicos para Análise de Alimentos,
2 ed. São Paulo, Instituto Adolfo Lutz, 1976. v.1, 371p.
- 22- I.T.A.L. (INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS), Análise
Química de Vitaminas em Alimentos. Campinas S.P. Brasil,
1983.
- 23- JAKOBSEN, P.E. - The Nutritive Value of Dairy Products. Dairy
Industries International, June: 7-16, 1978.
- 24- JELEN, P. - Experience with Direct and Indirect UHT Processing
of Milk. - A Canadian Viewpoint. Journal of Protection 45
(July): 878 - 882, 1982.
- 25- JUAREZ, M.; MARTINEZ, I. - Determinación de Sodio, Potasio,
Calcio, Magnesio. Hierro, Cobre, Zinc e Manganeseo en Leche
del Mercado, por Espectrofotometria de Absorción Atómica.
Revista de Agroquímica e Tecnología de Alimentos 19 (1):45-
54, 1979.

- 26- KEENEY, M; BASSETTE, R. - Detection of Intermediate Compounds in the Early Stages of Browning Reaction in Milk Products. J. Dairy Sci. 42: 945, 1959.
- 27- KOSARIC, N.; KITCHEN, B.; PANCHAL, CH.J.; SHEPPARD, J.D.; KENNEDY, K.; SARGANT, A. -UHT Milk: Production, Quality, and Economics. CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition. February Vol 14:(2), 1981.
- 28- LANGEVELD, L.P.M.; BOLLE, A.C. -Duration of the Pre-Incubation Period in the Sterility Control of UHT-Sterilized Milk. Neth. Milk Dairy J. 33: 172-180, 1979.
- 29- LAING, B.M.; SCHLUETER, D.L.; LABUZA, T.P. - Degradation Kinetics of Ascorbic Acid at High Temperature and Water Activity. Journal of Food Science. 43 (5): 1440-1443, 1978.
- 30- LEE, S.H.; LABUZA, T.P. - Destruction of Ascorbic Acid as a Function of Water Activity. Journal of Food Science. 40: 370 - 373, 1975.
- 31- LIN, S.H. - Residence Time Distribution of Flow in a Continuous Sterilization Process. Process Biochemistry. July: 23 - 24, 26 - 27, 1979.
- 32- LOO, L.G. Van Der - UHT Heating of Milk and Milk-Products According to the Indirect and Direct Heating Systems. 0272/05/34/401, Stork, Amsterdam, s/a.
- 33- LYSTER, R.; WYETH, T.; PERKIN, A.; BURTON, H. - Comparison of

Milk Processed by the Direct and Indirect Methods of Ultra-High-Temperature Sterilization. V. Denaturation of the Whey Proteins. J. Dairy Res. 38: 403, 1971.

- 34- MAHIEU, H.; LUQUET, F.; MOUILLET, L. - A Propos de la Teneur des Laites Individuels et de Mélange en Matières Minérales et Urée. Lait 52: 55-112, 1977.
- 35- METHA, R.S. - Milk Processed at Ultra-High-Temperatures - A Review. Journal of Food Protection 43, No 3: 212-225, 1980.
- 36- MITCHEL, H.S.; RINBERGEN, A.; ANDERSON, T.A.; DIBBLE, F. - Nutrição, 1^o Ed. Interamericana. Rio de Janeiro, 1978.
- 37- MORR, C.V. - Protein Aggregation in Conventional and Ultra - High - Temperature heated skimmilk. J. Dairy Sci. 52: 1969.
- 38- MOTTAR, J.; WAES, G.; MOERMANS, R.; NAUDTS, M. - Sensoric Changes in UHT Milk During Uncooled Storage. Milchwissenschaft 34 (5): 116, 1980.
- 39- MURTHY, G.K.; RHEA, U.S.; PEELER, J.T. - Cooper, Iron, Manganese, Strontium, and Zinc Content of Market Milk. Journal of Dairy Sci. 55 (12): 1666 - 1674, 1972.
- 40- NAHRA, J.E.; WESTHOFF, D.C. - Direct Sterilization of Heat Sensitive Fluids by a Free-Falling-Film Sterilizer. Food Technology 34 (9): 49 - 55, 1980.
- 41- OWEN, G.M. - Modification of Cow's Milk for Infant. Am. J. Nutr. (22) 1150 - 1155, 1969.

- 42- PACKARD, V.S. - Human Milk and Infant Formula. New York Academic Press. Vitamins, 29 - 49, 1982.
- 43- PELET, B.; DONATH, A. - Efect de L'Uperisation D'un Lait de Vache Humanise sur le Bilan Azote. Phosphocalcique et Potassique de Nouveau-ne. Helv. Phaediat. 29 (1): 35 - 41, 1974.
- 44- PERKIN, A.; HENSCHER, M.; BURTON, H. - Comparison of Milks Processed by the Direct and Indirect Methods of Ultra-High-Temperature Sterilization VI. Effects on Sediments Formation and Clotting with Enzymes. J. of Dairy Res. 40: 215-220, 1973.
- 45- PETER, E.; GERHARD, H. - Thermische Thiaminscha Digung - Eine Reaktion 2. Ordnung. Z Lebensm Unters Forsch 173: 1 6, 1981.
- 46- PYE - UNICAM. - Catálogo de funcionamiento, del Espectrofotómetro de Absorción Atómica, Laboratorio del Dpto. de C.A., FEA, 1967.
- 47- RENNER, E.; SCHMIDT, R. - Chemical and Physico -chemical Aspects. New Monograph on UHT. International Dairy Federation. Document 133. Chapter 3: 49 - 64, 1981.
- 48- RICHARDSON, B.; NEWSTEAD, D; - Effect of Heat-Stable Proteases on the Storage Life of UHT Milk. New Zealand J. of Dairy Sci. and Tech. 14: 273-279, 1979.

- 49- RODRIGO, M.; LORENZO, P.; JAFON, J. - Optimización de las Técnicas de Esterilización de Alimentos por Calor. Rev. de Agroquímica y Tec. de Alim. 20 (4): 425-434, 1981.
- 50- ROWLAND, S.J. - The Determination of the Nitrogen Distribution in Milk. J. of Dairy Research (9): 42 - 46, 1938.
- 51- SAN JOSE, C. - Efectos de la Temperatura Sobre la Leche y sus Componentes. Revista Española de Lechería. No 114: 193-211, 1979.
- 52- SKOJOLDEBRAND, C.; ANAS, A.; OSTE, R.; SJODIN, P. - Prediction of Thiamine Content in Convective Heated Meat Products. J. Food Technology 18: 61-73, 1983.
- 53- SNOEREN, T.H.M.; BOTH, P. - Proteolysis During the Storage of UHT-Sterilized Whole Milk. II. Experiments with Milk Heated by the Indirect System for 4 s at 142 °C. Neth. Milk Dairy J. 35: 113-119, 1981.
- 54- STUMBO, C.R. - Thermobacteriology in Food Processing, 2^o ed. New York and London, Ed. Academic Press, 1973.
- 55- SUHREN, G. - Occurrence and Levels of Heat-Resistant Proteinases and their Effects on UHT-Trated Dairy Products, Bulletin, International Dairy Federation N^o 157: 17 - 25, 1983.
- 56- SOKOLOVA T.V. - Changes in the Fatty Acid Composition of Milk Fat during UHT Sterilization and Storage of Sterilized. Moloch. Prom. (32): 9 - 12, 1971. Ref: Dairy Sci. Abs.

(34), 2317, 1972.

- 57- THE ASSOCIATION OF VITAMIN CHEMIST (USA). - Métodos de Análisis de Vitaminas. Ed. ACADEMIA, Leon. España, 1969.
- 58- TROUT, G.M. - Checking Efficiency of Homogenization. Homogenized Milk. Michigan State College Press. East Lansing. 152 - 160, 1950.
- 59- WILKINSON, S.; EARLE, M.D.; CLELAND, A.C. - Kinetics of Vitamina A, Degradation in Beef Puree on Heat Processing. J. of Food Sci. 46: 32-33, 40, 1981.
- 60- WOLFSCHOON, A.F.; VARGAS, O.L. - Aplicação do Metodo de Formol para Determinação do Conteudo de Proteina no Leite Cru e Pasteurizado. Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes. Julho - Agosto, 1977.
- 61- ZADOW, J.G. - Ultra-Heat Treatment of Dairy Products. CSIRO, Food Res. Q. 35: 41-47, 1975.