

DA. 1512/1988

CARMEN CECILIA TADINI

ESTUDO DE CONDIÇÕES DE
PROCESSAMENTO PARA AUMENTO DA
VIDA DE PRATELEIRA DO
LEITE TIPO B

Dissertação apresentada à
Escola Politécnica da USP
para obtenção do título de
Mestre em Engenharia.

São Paulo, 1988

FD-976

157/1080

CARMEN CECILIA TADINI

Eng^o de Alimentos, Fac. de Engenharia de Alimentos da UNICAMP, 1977

ESTUDO DE CONDIÇÕES DE
PROCESSAMENTO PARA AUMENTO DA
VIDA DE PRATELEIRA DO
LEITE TIPO B

Dissertação apresentada à
Escola Politécnica da USP
para obtenção do título de
Mestre em Engenharia.

Orientador: Dr. José Glauco Grandi, Depto Eng. Química

São Paulo, 1988

*"Nenhum homem poderá revelar-vos
nada senão o que já está meio
adormecido na aurora da vossa
entendimenta"*

Gibran Khalil Gibran

Ao meu marido *Tadini*,

pelo incentivo permanente

A minha querida filha *Bruna*,

com todo o carinho.

A memória de meu filho *Martino*

AGRADECIMENTOS

- Ao Dr. José Glauco Grandi, pela orientação e amizade,
- Ao Prof Dr. Miguel Falcone, pelo convite para o ingresso na carreira universitária,
- A Cooperativa Central de Laticínios do Estado de São Paulo - Leite Paulista, pelo fornecimento da matéria-prima para a realização deste trabalho,
- Ao amigo Eng. Luís Eduardo Maturano Cipola, pelas sugestões e colaboração com este trabalho,
- A APV do Brasil Ltda, pelo auxílio prestado nos cálculos teóricos,
- A Sra. Carmen Francelina Ferreira pelo trabalho de revisão de texto,
- Aos técnicos Oswaldo Costa Junior e Altair Wagner Vio pela valiosa contribuição na parte experimental do trabalho,
- Ao Eng. Lauro Blanco Junior pelo impecável trabalho de processamento no microcomputador,
- A Cooperativa Central de Laticínios do Estado de São Paulo - Leite Paulista, pelo apoio dado a impressão e montagem do trabalho,
- Ao pessoal do Departamento de Engenharia Química que, direta ou indiretamente, auxiliaram na realização do presente trabalho.

INDICE

	página
RESUMO.....	1
ABSTRACT.....	2
NOMENCLATURA.....	3
Lista de Unidades.....	4
LISTA DE TABELAS.....	6
LISTA DE FIGURAS.....	18
CAPITULO 1	
INTRODUÇÃO.....	21
CAPITULO 2	
REVISAO DA LITERATURA.....	24
CAPITULO 3	
MATERIAL E MÉTODOS	
3.01.-Matéria-Prima.....	34
3.02.-Equipamentos.....	35
3.03.-Reagentes.....	39
3.04.-Preparação dos meios de cultura.....	40
3.05.-Preparação da água de diluição.....	43
3.06.-Limpeza e Esterilização do Material.....	43
3.07.-Método de Contagem Padrão em Placas.....	44
3.08.-Método de Contagem de Bactérias do Grupo Coliforme..	47

3.09.-Determinação de Acidez em graus Dornic.....	49
3.10.-Determinação do pH.....	49
3.11.-Determinação da densidade.....	49
3.12.-Teste de Fosfatase Alcalina.....	49
3.13.-Teste de Peroxidase.....	49
3.14.-Parte Experimental	
3.14.1.-Montagem dos Arranjos do Trocador de Calor..	51
3.14.2.-Preparação do Trocador de Calor.....	56
3.14.3.-Tratamentos Térmicos.....	57
3.15.-Resumo dos tratamentos térmicos realizados.....	63
CAPITULO 4	
RESULTADOS	
4.01.-Tratamentos Térmicos.....	65
4.02.-Análises Físico-Químicas e Microbiológicas.....	67
4.03.-Apresentação dos Resultados Finais.....	68
CAPITULO 5	
DISCUSSAO DOS RESULTADOS.....	137
CAPITULO 6	
CONCLUSOES.....	143
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	145

RESUMO

Utilizando um trocador de calor de placas, capacidade máxima de 3200 l/h, procurou-se encontrar o par temperatura-tempo mais adequado de modo a permitir uma vida de prateleira de cinco dias do leite tipo B. As temperaturas de pasteurização foram fixadas em 75°C, 80°C e 85°C, superiores as atualmente utilizadas, e os tempos de retardamento utilizados foram cerca de 11, 14, 15 e 16 segundos.

Foram realizadas análises físico-químicas e microbiológicas em amostras do produto obtido nos ensaios, logo após o processamento e durante os dias de armazenamento sob refrigeração.

Os resultados obtidos das análises permitem afirmar que os processamentos utilizados podem produzir um leite com os mesmos padrões físico-químicos e bacteriológicos aos de hoje comercializado, por um período de cinco dias se, mantido em refrigerador doméstico.

É necessário, entretanto, uma adequação na legislação vigente que atualmente exige a presença da enzima peroxidase ativa no leite integral pasteurizado, que deve ser distribuído ao consumidor no prazo máximo de 24 (vinte e quatro) horas após a chegada do leite cru na indústria laticinista para processamento.

ABSTRACT

With the use of plate heat exchanger, maximum capacity 3200 l/hour, it was tried to find the most suitable pair of pasteurizing temperature-holding time that would permit to the whole milk gets a five-day period of shelf-life. The pasteurizing temperatures were fixed about 75 °C, 80 °C and 85 °C, superiores to that used nowadays, and the holding times were fixed about 11, 14, 15 and 16 seconds.

Physico-chemical and microbiological analyses were made in collecting samples of products obtained in trials, immediately after the processing and during the refrigerator-storage days.

The results obtained by analyses permit to assure that processes may get a whole milk with a five-days shelf-life, if maintained in domestic refrigerator and it conserves the same actual physico-chemical and bacteriological qualities stablished by marketing.

It is necessary, however, an adaptation at present brazilian legislation which has the active peroxidase enzyme as a requirement in the pasteurized whole milk, that must be distributed for the consumer in a maximum twenty-four hours period after that the raw milk has arrived at dairy industry for processing.

NOMENCLATURA

A.L.	:	Acidente de Laboratório
BSP	:	"British Standard Piping" - norma inglesa de tubulação
d	:	densidade do leite em g/cm^3
D_{int}	:	diâmetro interno em mm
inc.	:	incontáveis
M	:	Concentração Molar, 1M equivale a 1 mol do soluto por litro de solução
M_m	:	Concentração de microorganismos mesófilos em n°/ml de leite
M_p	:	Concentração de microorganismos psicotróficos em n°/ml de leite
M_c	:	Concentração de microorganismos do grupo coliforme em n°/ml de leite
N	:	Concentração Normal, 1N é igual a 1 equivalente-grama do soluto por litro de solução
n°	:	Número
OD	:	"Overall Diameter"
% p/v	:	porcentagem de peso sobre volume
% v/v	:	porcentagem de volume sobre volume
TA	:	tempo de armazenamento em dias
T_r	:	temperatura teórica de pasteurização i
t_n	:	tempo teórico de retardamento n
t_{rn}	:	tempo real médio de retardamento n
V	:	volume do tubo de retardamento em cm^3
w	:	vazão mássica média do leite em g/s
θ_0	:	temperatura do leite no tanque de alimentação
θ_1	:	temperatura do leite na entrada da seção de aquecimento

- $\#_2$: temperatura do leite na saída do tubo de retardamento no retorno da seção de aquecimento (temperatura de pasteurização)
 $\#_3$: temperatura do leite na saída da seção de regeneração para a seção de resfriamento
 $\#_4$: temperatura do fluido aquecedor na entrada da seção de aquecimento
 $\#_5$: temperatura do fluido aquecedor na saída da seção de aquecimento
 $\#_6$: temperatura do fluido refrigerante na entrada da seção de resfriamento
 $\#_7$: temperatura do leite na saída da seção de resfriamento
 $\#_i$: temperatura I, I variando de 1 a 7
 $\#_{mI}$: média das medidas $\#_i$
 $>$: maior que
 $<$: menor que

Lista de Unidades

- cm^2 : centímetro quadrado
 cm^3 : centímetro cúbico
 $^{\circ}C$: graus Celsius
 $^{\circ}F$: graus Fahrenheit
 g : grama
 h : hora
 $kcal$: quilocaloria
 kgf : quilograma-força
 kw : quilowatt
 l : litro

m² : metro quadrado
ml : mililitro
mm : milímetro
rpm : rotações por minuto
s : segundos
V : volts
W : watts
" : polegadas (equivale a 2,54 cm)

LISTA DE TABELAS

página

TABELA 3.01.

Condições pré-determinadas de processamento térmico para o leite tipo B, pares de temperatura-tempo de pasteurização : valores de tempo calculados a partir das vazões de leite a temperaturas de pasteurização correspondentes..... .52.

TABELA 3.02.

Distribuição das placas de fluxo nas seções de regeneração, aquecimento e resfriamento, no arranjo nº 1 (vazões de leite de 18.3 cm³/s e 20.9 cm³/s) e no arranjo nº 2 (vazões de leite de 29.3 cm³/s e 40.0 cm³/s), montados no trocador de calor APV, modelo Junior..... .53.

TABELA 3.03.

Resumo geral dos tratamentos térmicos realizados no período de 04.06.87 a 01.10.87 com lotes de 50 litros de leite tipo B, cru resfriado..... .64.

TABELA 4.01.

Temperaturas (°C) medidas no ensaio realizado com o lote nº 1 no trocador de calor montado com o arranjo nº 1, nas seguintes condições: temperatura teórica de pasteurização 75.0 °C e vazão mássica média de leite de 18.4 g/s..... .70.

TABELA 4.02.

Temperaturas ($\%_t$) medidas no ensaio realizado com o lote nº 1 no trocador de calor montado com o arranjo nº 1, nas seguintes condições: temperatura teórica de pasteurização 80.0 °C e vazão mássica média de leite de 18.5 g/s..... .71.

TABELA 4.03.

Temperaturas ($\%_t$) medidas no ensaio realizado com o lote nº 2 no trocador de calor montado com o arranjo nº 1, nas seguintes condições: temperatura teórica de pasteurização 75.0 °C e vazão mássica média de leite de 20.6 g/s..... .72.

TABELA 4.04.

Temperaturas ($\%_t$) medidas no ensaio realizado com o lote nº 2 no trocador de calor montado com o arranjo nº 1, nas seguintes condições: temperatura teórica de pasteurização 80.0 °C e vazão mássica média de leite de 21.0 g/s..... .73.

TABELA 4.05.

Temperaturas ($\%_t$) medidas no ensaio realizado com o lote nº 3 no trocador de calor montado com o arranjo nº 1, nas seguintes condições: temperatura teórica de pasteurização 85.0 °C e vazão mássica média de leite de 19.4 g/s..... .74.

TABELA 4.06.

Temperaturas ($\%_t$) medidas no ensaio realizado com o lote nº 3 no trocador de calor montado com o arranjo nº 1, nas seguintes condições: temperatura teórica de pasteurização 85.0 °C e vazão mássica média de leite de 20.3 g/s..... .75.

TABELA 4.07.

Temperaturas ($\%_x$) medidas no ensaio realizado com o lote nº 4 no trocador de calor montado com o arranjo nº 2, nas seguintes condições: temperatura teórica de pasteurização 80.0 °C e vazão mássica média de leite de 29.3 g/s..... .76.

TABELA 4.08.

Temperaturas ($\%_x$) medidas no ensaio realizado com o lote nº 4 no trocador de calor montado com o arranjo nº 2, nas seguintes condições: temperatura teórica de pasteurização 85.0 °C e vazão mássica média de leite de 26.9 g/s..... .77.

TABELA 4.09.

Temperaturas ($\%_x$) medidas no ensaio realizado com o lote nº 5 no trocador de calor montado com o arranjo nº 2, nas seguintes condições: temperatura teórica de pasteurização 80.0 °C e vazão mássica média de leite de 42.4 g/s..... .78.

TABELA 4.10.

Temperaturas ($\%_x$) medidas no ensaio realizado com o lote nº 5 no trocador de calor montado com o arranjo nº 2, nas seguintes condições: temperatura teórica de pasteurização 85.0 °C e vazão mássica média de leite de 41.2 g/s..... .79.

TABELA 4.11.

Temperaturas ($\%_x$) medidas no ensaio realizado com o lote nº 6 no trocador de calor montado com o arranjo nº 2, nas seguintes condições: temperatura teórica de pasteurização 80.0 °C e vazão mássica média de leite de 40.3 g/s..... .80.

TABELA 4.12.

Temperaturas (\bar{x}_1) medidas no ensaio realizado com o lote nº 6 no trocador de calor montado com o arranjo nº 2, nas seguintes condições: temperatura teórica de pasteurização 85.0 °C e vazão mássica média de leite de 40.3 g/s..... .81.

TABELA 4.13.

Temperaturas (\bar{x}_1) medidas no ensaio realizado com o lote nº 7 no trocador de calor montado com o arranjo nº 2, nas seguintes condições: temperatura teórica de pasteurização 80.0 °C e vazão mássica média de leite de 26.7 g/s..... .82.

TABELA 4.14.

Temperaturas (\bar{x}_1) medidas no ensaio realizado com o lote nº 7 no trocador de calor montado com o arranjo nº 2, nas seguintes condições: temperatura teórica de pasteurização 85.0 °C e vazão mássica média de leite de 29.6 g/s..... .83.

TABELA 4.15.

Temperaturas (\bar{x}_1) medidas no ensaio realizado com o lote nº 8 no trocador de calor montado com o arranjo nº 1, nas seguintes condições: temperatura teórica de pasteurização 75.0 °C e vazão mássica média de leite de 21.6 g/s..... .84.

TABELA 4.16.

Temperaturas (\bar{x}_1) medidas no ensaio realizado com o lote nº 8 no trocador de calor montado com o arranjo nº 1, nas seguintes condições: temperatura teórica de pasteurização 80.0 °C e vazão mássica média de leite de 20.5 g/s..... .85.

TABELA 4.17.

Temperaturas ($\%_1$) medidas no ensaio realizado com o lote nº 8 no trocador de calor montado com o arranjo nº 1, nas seguintes condições: temperatura teórica de pasteurização 85.0 °C e vazão mássica média de leite de 21.0 g/s..... .86.

TABELA 4.18.

Temperaturas ($\%_1$) medidas no ensaio realizado com o lote nº 9 no trocador de calor montado com o arranjo nº 1, nas seguintes condições: temperatura teórica de pasteurização 75.0 °C e vazão mássica média de leite de 18.0 g/s..... .87.

TABELA 4.19.

Temperaturas ($\%_1$) medidas no ensaio realizado com o lote nº 9 no trocador de calor montado com o arranjo nº 1, nas seguintes condições: temperatura teórica de pasteurização 80.0 °C e vazão mássica média de leite de 17.8 g/s..... .88.

TABELA 4.20.

Temperaturas ($\%_1$) medidas no ensaio realizado com o lote nº 9 no trocador de calor montado com o arranjo nº 1, nas seguintes condições: temperatura teórica de pasteurização 85.0 °C e vazão mássica média de leite de 17.2 g/s..... .89.

TABELA 4.21.

Temperaturas ($\%_1$) medidas no ensaio realizado com o lote nº 10 no trocador de calor montado com o arranjo nº 2, nas seguintes condições: temperatura teórica de pasteurização 80.0 °C e vazão mássica média de leite de 42.0 g/s..... .90.

TABELA 4.22.

Temperaturas ($\%_1$) medidas no ensaio realizado com o lote nº 10 no trocador de calor montado com o arranjo nº 2, nas seguintes condições: temperatura teórica de pasteurização 85.0 °C e vazão mássica média de leite de 41.4 g/s..... .91.

TABELA 4.23.

Média das temperaturas de pasteurização ($\%_{m2}$) em função do tempo real médio de retardamento (t_{rn}) para cada condição ($T_1.t_n$) teórica de tratamento térmico..... .92.

TABELA 4.24.

Acidez, em graus Dornic (°D), do leite pasteurizado em função do tempo de armazenamento (TA) e do leite cru e seus respectivos valores médios, no lote nº 1..... .93.

TABELA 4.25.

Acidez, em graus Dornic (°D), do leite pasteurizado em função do tempo de armazenamento (TA) e do leite cru e seus respectivos valores médios, no lote nº 2..... .94.

TABELA 4.26.

Acidez, em graus Dornic (°D), do leite pasteurizado em função do tempo de armazenamento (TA) e do leite cru e seus respectivos valores médios, no lote nº 3..... .95.

TABELA 4.27.

Acidez, em graus Dornic ($^{\circ}$ D), do leite pasteurizado em função do tempo de armazenamento (TA) e do leite cru e seus respectivos valores médios, no lote nº 4..... .96.

TABELA 4.28.

Acidez, em graus Dornic ($^{\circ}$ D), do leite pasteurizado em função do tempo de armazenamento (TA) e do leite cru e seus respectivos valores médios, no lote nº 5..... .97.

TABELA 4.29.

Acidez, em graus Dornic ($^{\circ}$ D), do leite pasteurizado em função do tempo de armazenamento (TA) e do leite cru e seus respectivos valores médios, no lote nº 6..... .98.

TABELA 4.30.

Acidez, em graus Dornic ($^{\circ}$ D), do leite pasteurizado em função do tempo de armazenamento (TA) e do leite cru e seus respectivos valores médios, no lote nº 7..... .99.

TABELA 4.31.

Acidez, em graus Dornic ($^{\circ}$ D), do leite pasteurizado em função do tempo de armazenamento (TA) e do leite cru e seus respectivos valores médios, no lote nº 8..... .100.

TABELA 4.32.

Acidez, em graus Dornic ($^{\circ}$ D), do leite pasteurizado em função do tempo de armazenamento (TA) e do leite cru e seus respectivos valores médios, no lote nº 9..... .101.

TABELA 4.33.

Acidez, em graus Dornic ($^{\circ}$ D), do leite pasteurizado em função do tempo de armazenamento (TA) e do leite cru e seus respectivos valores médios, no lote nº 10..... .102.

TABELA 4.34.

Acidez, em graus Dornic ($^{\circ}$ D), do leite pasteurizado na usina em função do tempo de armazenamento (TA)..... .103.

TABELA 4.35.

Valores de pH do leite pasteurizado no 2^a dia de armazenamento e do leite cru..... .104.

TABELA 4.36.

Valores de densidade e seus respectivos valores corrigidos à temperatura de 15 $^{\circ}$ C do leite pasteurizado no 2^a dia de armazenamento e do leite cru..... .105.

TABELA 4.37.

Testes de Fosfatase Alcalina e Peroxidase no leite pasteurizado no 2^a dia de armazenamento..... .106.

TABELA 4.38.

Concentração de microorganismos mesófilos (M_m), determinada no lote nº 1, pelo Método de Contagem Padrão em Placas, no leite pasteurizado em função do tempo de armazenamento (TA) e no leite cru..... .107.

TABELA 4.39.

Concentração de microorganismos mesófilos (M_m),
determinada no lote nº 2, pelo Método de Contagem Padrão
em Placas, no leite pasteurizado em função do tempo de
armazenamento (TA) e no leite cru108.

TABELA 4.40.

Concentração de microorganismos mesófilos (M_m),
determinada no lote nº 3, pelo Método de Contagem Padrão
em Placas, no leite pasteurizado em função do tempo de
armazenamento (TA) e no leite cru..... .109.

TABELA 4.41.

Concentração de microorganismos mesófilos (M_m),
determinada no lote nº 4, pelo Método de Contagem Padrão
em Placas, no leite pasteurizado em função do tempo de
armazenamento (TA) e no leite cru..... .110.

TABELA 4.42.

Concentração de microorganismos mesófilos (M_m),
determinada no lote nº 5, pelo Método de Contagem Padrão
em Placas, no leite pasteurizado em função do tempo de
armazenamento (TA) e no leite cru..... .111.

TABELA 4.43.

Concentração de microorganismos mesófilos (M_m),
determinada no lote nº 6, pelo Método de Contagem Padrão
em Placas, no leite pasteurizado em função do tempo de
armazenamento (TA) e no leite cru..... .112.

TABELA 4.44.

Concentração de microorganismos mesófilos (M_m), determinada no lote nº 7, pelo Método de Contagem Padrão em Placas, no leite pasteurizado em função do tempo de armazenamento (TA) e no leite cru..... .113.

TABELA 4.45.

Concentração de microorganismos mesófilos (M_m), determinada no lote nº 8, pelo Método de Contagem Padrão em Placas, no leite pasteurizado em função do tempo de armazenamento (TA) e no leite cru..... .114.

TABELA 4.46.

Concentração de microorganismos mesófilos (M_m), determinada no lote nº 9, pelo Método de Contagem Padrão em Placas, no leite pasteurizado em função do tempo de armazenamento (TA) e no leite cru..... .115.

TABELA 4.47.

Concentração de microorganismos mesófilos (M_m), determinada no lote nº 10, pelo Método de Contagem Padrão em Placas, no leite pasteurizado em função do tempo de armazenamento (TA) e no leite cru..... .116.

TABELA 4.48.

Concentração de microorganismos mesófilos (M_m), determinada pelo Método de Contagem Padrão em Placas, no leite pasteurizado da usina em função do tempo de armazenamento (TA)..... .117.

TABELA 4.49.

Concentração de microorganismos psicotróficos (M_p), determinada pelo Método de Contagem Padrão em Placas, no leite pasteurizado no 2º dia de armazenamento (TA)..... .118.

TABELA 4.50.

Concentração de microorganismos do grupo coliforme (M_c), determinada pelo Método de Contagem Padrão em Placas, no leite pasteurizado no 2º dia de armazenamento (TA)..... .119.

TABELA 4.51.

Temperaturas ($^{\circ}C$) das amostras de controle (C) em função do tempo de armazenamento (TA)..... .120.

TABELA 4.52.

Valores médios de Acidez, em graus Dornic, do leite pasteurizado em função do tempo de armazenamento (TA) e do leite cru..... .121.

TABELA 4.53.

Valores médios de pH do leite pasteurizado no 2º dia de armazenamento e do leite cru..... .122.

TABELA 4.54.

Valores médios densidade a 15 $^{\circ}C$ em g/cm^3 do leite pasteurizado no 2º dia de armazenamento e do leite cru..... .123.

TABELA 4.55.

Resultados finais dos Testes de Fosfatase Alcalina e Peroxidase no leite pasteurizado no 2º dia de armazenamento (ver Figura 5)..... .124.

TABELA 4.56.

Resultados finais de concentração de microorganismos mesófilos (M_m) por mililitro de leite pasteurizado em função do tempo de armazenamento (TA) e do leite cru (ver Figuras 6 a 13)..... .125.

TABELA 4.57.

Valores médios de concentração de microorganismos psicotróficos (M_p) por mililitro de leite pasteurizado no 2º dia de armazenamento126.

TABELA 4.58.

Valores médios de concentração de microorganismos do grupo coliforme (M_c) por mililitro de leite pasteurizado no 2º dia de armazenamento127.

LISTA DE FIGURAS

página

FIGURA 1

Fluxograma geral do funcionamento do Trocador de Calor de Placas e de seus respectivos equipamentos auxiliares..... .37.

FIGURA 2

Desenho esquemático das placas de fluxo nas seções de regeneração, aquecimento e resfriamento no arranjo nº 1, montado no trocador de calor de placas APV, modelo Junior.... .54.

FIGURA 3

Desenho esquemático das placas de fluxo nas seções de regeneração, aquecimento e resfriamento no arranjo nº 2, montado no trocador de calor de placas APV, modelo Junior.... .55.

FIGURA 4

Desenho esquemático: amostragem para um tratamento térmico..... .60.

FIGURA 4.a

Desenho esquemático: análises microbiológicas para um tratamento térmico(ver Figura 4)..... .61.

FIGURA 4.b

Desenho esquemático: análises físico-químicas para um tratamento térmico(ver Figura 4)..... .62.

FIGURA 5

Influência da temperatura de pasteurização em função do tempo de retardamento sobre a inativação da enzima..... .128.

FIGURA 6

Variação da concentração de microorganismos mesófilos em função da temperatura de pasteurização para cada tempo de retardamento no 2º dia de armazenamento do leite..... .129.

FIGURA 7

Variação da concentração de microorganismos mesófilos em função da temperatura de pasteurização para cada tempo de retardamento no 5º dia de armazenamento do leite..... .130.

FIGURA 8

Variação da concentração de microorganismos mesófilos em função da temperatura de pasteurização para cada tempo de retardamento no 6º dia de armazenamento do leite..... .131.

FIGURA 9

Variação da concentração de microorganismos mesófilos em função da temperatura de pasteurização para cada tempo de retardamento no 7º dia de armazenamento do leite..... .132.

FIGURA 10

Efeito da temperatura de pasteurização ($\%_{m2}$) sobre a concentração de microorganismos mesófilos (M_m) para cada tempo de retardamento (t_{rn}) empregado, no 2º dia de armazenamento do leite..... .133.

FIGURA 11

Efeito da temperatura de pasteurização ($\%_{m2}$) sobre a concentração de microorganismos mesófilos (M_m) para cada tempo de retardamento (t_{rn}) empregado, no 5º dia de armazenamento do leite..... .134.

FIGURA 12

Efeito da temperatura de pasteurização ($\%_{m2}$) sobre a concentração de microorganismos mesófilos (M_m) para cada tempo de retardamento (t_{rn}) empregado, no 6º dia de armazenamento do leite..... .135.

FIGURA 13

Efeito da temperatura de pasteurização ($\%_{m2}$) sobre a concentração de microorganismos mesófilos (M_m) para cada tempo de retardamento (t_{rn}) empregado, no 7º dia de armazenamento do leite..... .136.

CAPITULO 1 - INTRODUÇÃO

A existência de bactérias foi pioneiramente demonstrada, entre 1866 a 1876, por LOUIS PASTEUR. No processo de pasteurização, o cientista francês mostrou que elas podem ser destruídas pelo calor, sendo hoje um processo adequado para todo o leite produzido [38].

O beneficiamento do leite através da pasteurização, requer que se submeta o produto a ação do binômio temperatura - tempo, para que o mesmo se apresente em condições aceitáveis para o consumo. As relações originais de tempo e temperatura de pasteurização foram obtidas com o *Mycobacterium tuberculosis*, considerado como o agente patogênico mais termo-resistente possível de ocorrer no leite. Esta bactéria é destruída quando exposta a uma temperatura de 140 °F (60 °C) durante 10 (dez) minutos. A temperatura de pasteurização foi fixada em 143 F (61.7 °C), com um tempo de 30 minutos. Mais tarde foi descoberto que a *Coxiella burnetti*, agente etiológico da febre Q, transmissível pelo leite, pode sobreviver em alimento aquecido nestas condições. Em função desse fato, foram estabelecidas as atuais temperaturas de pasteurização em níveis mais elevados [14,27].

Segundo CHARLES PORCHER, o objetivo da pasteurização é destruir, pelo emprego apropriado do calor, a totalidade da flora patogênica e boa parte da flora comum, procurando alterar o mínimo possível a estrutura físico-química do leite [38].

Comercialmente, são utilizados dois métodos de pasteurização: o de manutenção do leite a baixa temperatura por um tempo relativamente longo e o de alta temperatura por curto tempo. O processo à baixa temperatura consiste no aquecimento do leite de 62 °C a 65 °C por 30 (trinta) minutos, mantendo-se o leite em tanques sob agitação mecânica lenta. No processo

alta-temperatura-curto-tempo(HTST - high temperature - short time), método contínuo, usado universalmente em laticínios, o leite é submetido a temperatura de 72 °C a 75 °C durante 15 a 20 segundos, e imediatamente seguido de resfriamento entre 2 °C a 5 °C e embalagem. Nestas condições, segundo a legislação vigente, é permitido distribuir o leite tipo B para consumo no prazo máximo de 24 (vinte e quatro) horas após a chegada do mesmo na usina [7,14].

Há um contínuo interesse em aumentar a vida de prateleira do leite por processamentos a temperaturas mais altas e de prevenir a recontaminação pelas bactérias psicotróficas após a pasteurização. A indústria laticinista tem feito grandes esforços para desenvolver produtos de leite com longa vida de prateleira. Entretanto, a qualidade do leite cru influencia significativamente na vida de prateleira do produto final [19].

Foi nosso objetivo, no presente trabalho, pesquisar condições de processamento para aumento da vida de prateleira do leite tipo B. Procurou-se encontrar o par temperatura-tempo mais adequado de forma a permitir o seu consumo, mantido sob refrigeração, a uma temperatura não superior a 10 °C, no prazo de até 5 dias após sua chegada na usina de beneficiamento. O produto deve apresentar os mesmos padrões físico-químicos e microbiológicos atualmente exigidos.

Estudos mostraram que o maior risco de se manter o leite armazenado por períodos de 5 a 6 dias são as bactérias psicotróficas, mas quando controladas, o produto permanecerá em boas condições [14].

Para desenvolver o trabalho, empregamos um trocador de calor de placas, cujo princípio é permitir a transferência de calor indireta entre dois fluxos líquidos sob regime turbulento, através da superfície corrugada de cada placa. Durante a operação, o leite aquecido flui em uma face de uma placa, enquanto que o meio de

aquecimento ou resfriamento flui na face oposta, com conseqüente troca de calor através da própria placa [3].

No Brasil, os trocadores de calor de placas são intensamente utilizados na indústria de laticínios, na pasteurização e resfriamento do leite. Deve-se ressaltar que legalmente só é permitida a pasteurização do leite quando se usa tal tipo de trocador [34].

As temperaturas foram fixadas em 75 °C, 80 °C e 85 °C, superiores as atualmente utilizadas. Os tempos de retardamento foram calculados a partir de vazões pré-estabelecidas de leite, em função do volume conhecido do tubo de retardamento do trocador de calor, após atingida a temperatura de pasteurização. Os cálculos teóricos de arranjos de placas para satisfazerem estas condições foram fornecidos pela própria APV do Brasil S/A, fabricante do equipamento.

Foram realizadas análises físico-químicas e microbiológicas em amostras de cada produto obtido nos ensaios, logo após o processamento e durante os dias de armazenamento sob refrigeração, para verificar a sua qualidade.

CAPITULO 2 - REVISAO DA LITERATURA

O Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal do Ministério da Agricultura, pelo artigo 475 do Decreto Lei nº 30.691 de 29 de março de 1952, alterado pelo Decreto Lei nº 1.255 de 25 de junho de 1962 [7], denomina leite, sem outra especificação, o produto normal, fresco, integral oriundo da ordenha completa e ininterrupta de vacas sadias. O leite tipo B deve ser produzido em estábulos ou em instalações apropriadas, ser procedente de vacas mantidas sob controle veterinário permanente, ser integral e atender às características físico-químicas e bacteriológicas do padrão. Deve ser pasteurizado e logo após embalado em estábulo leiteiro ou em usinas de beneficiamento ou em entreposto-usina [7].

Leite pode ser definido como uma emulsão natural, perfeita, na qual os glóbulos gordurosos estão mantidos em suspensão em um líquido salino açucarado, graças à presença de substâncias protéicas e minerais em estado coloidal [21].

O leite tem sido considerado como o alimento "mais próximo da perfeição". Seu excepcional valor nutritivo é devido aos seus principais constituintes: proteínas, carboidratos, gorduras, sais minerais, vitaminas e água [27].

A composição do leite varia sensivelmente com a raça, características individuais de cada animal, número de partos, época de lactação, alimentação, e também depende do tipo de trabalho a que o animal for submetido [38].

A média dos principais componentes do leite de diferentes raças, é a seguinte [6]:

Componente	% peso
Água	87.5
Proteína (caseína e albumina)	3.6
Hidrato de carbono (lactose)	4.6
Gordura	3.6
Sais minerais (cinzas)	0.7

Apesar de ser um alimento líquido, seu conteúdo em matéria seca (de 10 a 13%) é próximo de numerosos alimentos sólidos. Seu valor energético é de 700 kcal/l. Suas proteínas possuem um elevado valor nutritivo, em particular a lactoglobulina e lactoalbumina, ricas em amino-ácidos sulfurados. Dos minerais presentes no leite, o cálcio é, provavelmente, o mais importante, nutritivamente. Está presente de modo abundante e numa forma facilmente assimilável pelo organismo. O teor de fósforo é também elevado no leite, porém contém pouco ferro e cobre. O leite contém todas as vitaminas conhecidas como necessárias ao homem, sendo fonte de algumas e possuindo outras em quantidades menores. É especialmente rico em riboflavina (vitamina B2). É boa fonte de vitamina A e tiamina (vitamina B1), porém é relativamente pobre em niacina (vitamina PP), ácido ascórbico (vitamina C) e contém relativamente escassa quantidade de vitamina D. O conteúdo de gordura dos produtos lácteos é de grande importância econômica bem como nutricional. Exerce uma influência controladora sobre os preços e talvez por causa desse fato é controlado por lei. Quanto aos hidratos de carbono, tem-se a lactose, um dissacarídeo de glicose e galactose, cuja doçura é seis vezes menor do que a sacarose [8,15,24].

O leite é também um excelente meio nutritivo para o crescimento de muitas bactérias. Contém microorganismos no momento da ordenha e pode ser ulteriormente contaminado durante o seu manuseio e processamento [2].

O conhecimento sobre o conteúdo microbiano do leite pode ser usado no julgamento de sua qualidade sanitária e das condições de sua produção, pois as bactérias ao se multiplicarem, podem causar alterações químicas, tais como, a degradação de gorduras, de proteínas ou de carboidratos, o que torna o produto inaceitável para o consumo [27].

No leite podemos classificar, pela grandeza e diversidade de sua população contaminante, os microorganismos em: tipos bioquímicos, tipos térmicos e tipos com capacidade de causar infecção e doença (patogênicos).

tipos bioquímicos: aqueles que causam a transformação da lactose em ácido láctico, ou seja, a fermentação normal do leite (*Streptococcus lactis* e alguns lactobacilos).

tipos térmicos característicos: psicotróficos, mesófilos, termófilos e termodúricos.

O leite pasteurizado guardado num refrigerador, durante 1 (uma) semana ou mais, eventualmente sofrerá deterioração microbiana manifestada pela perda do sabor ou odor, em virtude do acúmulo de produtos metabólicos de bactérias psicotróficas, espécies dos gêneros: *Achromobacter*, *Flavobacterium*, *Pseudomonas* e *Alcaligenes* [27].

Os organismos psicotróficos crescem relativamente rápido em leite estocado a temperatura em torno de 7 °C, constituindo assim o principal problema no armazenamento do leite. Estes microorganismos foram primeiramente denominados psicotróficos por EDDY, MOSSEL & STUART em 1960, segundo COELHO & COELHO [9], em substituição ao termo psicrófilos dado por SCHMIDT - NIELSEN em 1902 e amplamente usado até os dias atuais. Esta nova terminologia define melhor estes microorganismos que embora sejam capazes de crescer em baixas temperaturas, tem entre 20 °C e 30 °C seu ótimo desenvolvimento.

Tecnicamente são definidos como sendo capazes de formar colônias

em meio ágar padrão dentro de 10 dias de incubação a 7 °C. Este grupo é extremamente importante em produtos que são conservados ou armazenados em condições de refrigeração por períodos relativamente longos (1 a 4 semanas). Os psicrófilos estão incluídos entre os psicotróficos e preferem temperaturas abaixo de 20 °C [9,25].

Na indústria de laticínios, as bactérias termodúricas são encaradas como aquelas que sobrevivem à pasteurização em números consideráveis, mas não crescem a esta temperatura (*Microbacterium lacticum*, *Micrococcus luteus*, *Streptococcus thermophilus* e *Bacillus subtilis*) [27].

Os termófilos são capazes de se multiplicarem em temperaturas acima de 45 °C, sendo 55 °C sua temperatura ótima de desenvolvimento[25].

Os mesófilos constituem o grupo mais importante. Sua temperatura ótima de desenvolvimento é 32 °C e cresce na faixa de 10 °C a 45 °C [25].

tipos patogênicos: são as da espécie *Bacillus coagulans*, *Bacillus stearothermophilus* e as do grupo coliforme.

Diversas doenças (tuberculose, brucelose, mastite, febre tifóide, difteria, disenteria, escarlatina), são potencialmente transmitidas pelo leite. A fonte dos germes patogênicos pode ser a própria vaca ou o homem [25,27].

Sendo o leite uma das substâncias naturais mais perecíveis, desde os primórdios da sua utilização pelo homem, tem sido descobertas várias formas de conservá-lo para ser consumido num maior período de vida útil possível. Conforme foi destacado, os contaminantes microbiológicos são os principais agentes responsáveis pela deterioração da qualidade do leite. Nesse sentido, os processos de preservação visam de uma maneira direta ou indireta combater esses agentes [26].

Nas glândulas mamárias de animal sadio, o leite é praticamente

estéril, todavia sua contaminação começa a ocorrer já nos próprios canais lactíferos e vai aumentando até sair nas tetas. Em condições normais, esta contaminação é pequena, no máximo 10^4 germes/ml, sendo cerca de 10^3 o valor médio. Sob o ponto de vista tecnológico, os contaminantes mais importantes são aqueles que atingem o leite quando este entra em contato com o meio ambiente: ordenhador, utensílios e equipamentos diversos utilizados na ordenha e manuseio do leite da fazenda até a usina ou indústria de laticínios [25].

A pasteurização, pelo processo contínuo de alta-temperatura-curto-tempo, também conhecido como HTST do inglês "High-Temperature-Short-Time", é o método de conservação do leite "in natura" usado universalmente pelos laticínios. Segundo a legislação vigente, por este método, o leite é submetido a temperatura de 72 °C a 75 °C durante 15 a 20 segundos, e imediatamente seguido de resfriamento entre 2 °C a 5 °C e embalagem. Nestas condições, ao leite tipo B é permitido ser distribuído para consumo no prazo máximo de 24 (vinte e quatro) horas após a chegada do mesmo na usina, com uma população microbiana máxima de 4×10^4 bactérias mesófilas por mililitro. Não deve apresentar alteração sensível da constituição física e do equilíbrio químico, de seus elementos bioquímicos, assim como de suas propriedades organolépticas normais [7].

As condições padrões exigidas para o leite tipo B são [7]:

- leite cru: acidez entre 15 e 20 graus Dornic, densidade a 15 °C entre 1.028 a 1.033 g/cm³, número máximo de bactérias mesófilas por mililitro é de 5×10^5
- leite pasteurizado: acidez não inferior a 15 °D, densidade a 15 °C entre 1.028 a 1.033 g/cm³, teste de fosfatase alcalina negativo, teste de peroxidase positivo, número máximo de bactérias mesófilas

por mililitro é de 4×10^4 , número máximo de bactérias psicotróficas por mililitro é de 4×10^3 , número máximo de bactérias do grupo coliforme por mililitro é de 2, temperatura máxima de armazenamento é de 10 °C.

A operação de pasteurização é dependente da população microbiana inicial no leite cru, pois o tempo necessário para destruí-la é função dessa concentração inicial. A escolha adequada da relação temperatura-tempo de pasteurização não deve conduzir a alterações profundas das características físico-químicas do leite e à destruição completa dos microorganismos que desenvolvem a fermentação láctica, pois o azedamento espontâneo é, em certo sentido, um método de preservação contra a flora putrefativa no produto [35].

O sabor e aroma são dos mais importantes fatores de qualidade do leite e estão intimamente relacionados com a conservação, que por sua vez, é função da presença e multiplicação de contaminantes microbiológicos durante toda a trajetória do leite desde o momento da ordenha até o consumo [26].

O uso de temperatura elevada durante certo período de tempo, igual a 72 °C ou mais por 15 segundos, modifica menos o sabor que uma temperatura de 62 °C, durante 30 minutos. Desde que a pasteurização seja compulsória na maioria das comunidades para evitar-se a difusão das doenças possíveis de serem transmitidas por esse alimento, e a homogeneização seja sempre realizada, grande parte dos consumidores está mais acostumada com o sabor deste produto do que com o leite cru [15].

O efeito da pasteurização sobre o valor nutritivo do leite tem sido matéria de muita discussão. O tratamento pelo calor durante a pasteurização resulta numa destruição de cerca de 20% da vitamina C e diminuição do conteúdo de tiamina (vitamina B1). Pode também

resultar em uma leve precipitação de cálcio e fósforo, mas a quantidade alterada é negligenciável [12].

O calor causa danos tanto na molécula da caseína como nas proteínas do soro do leite. O efeito direto do calor sobre a caseína provoca a degradação desta, com liberação de fosfatos esterificados e hidrólise de ligações peptídicas [37].

Segundo RUEGG & BLANC [30], a influência da pasteurização pelo método HTST (a temperatura de 72 °C a 75 °C por 15 a 20 segundos) e pelos processos UHT, do inglês "Ultra-High-Temperature" sobre o tratamento de misturas de caseína, segue a seguinte ordem de acordo com o tratamento térmico: o tamanho das misturas de caseína é menor no processo HTST do que no processo UHT por aquecimento direto com injeção de vapor a 150 °C por 2 a 4 segundos e este por sua vez é menor do que no processo UHT por aquecimento indireto a 138 °C por 5 segundos obtido por circulação de água quente em circuito fechado [4,36].

O leite esterilizado pelo processo UHT, quando armazenado à temperatura ambiente mostrava variações na composição relativa de beta-caseína [37].

HADDAD & LOEWENSTEIN [16], estudaram quatro tratamentos térmicos em processo contínuo: pasteurização padrão a 72 °C por 16 segundos, pasteurização comercial a 80 °C por 16 segundos, esterilização comercial a 110 °C por 3.5 segundos e a esterilização absoluta a 140 °C por 3.5 segundos e concluíram que não houve nenhuma perda significativa de tiamina (vitamina B1) e riboflavina (vitamina B2) nos quatro tratamentos. Entretanto a perda de vitamina C foi expressiva e aumenta com o aumento da temperatura aplicada no tratamento.

Estudos já realizados, mostraram vantagens em processamento que empregaram temperaturas de pasteurização mais altas com tempos mais curtos, entre as quais podemos destacar, redução do sabor de cozido,

maior destruição bacteriana e a própria eliminação do tempo de retardamento devido a temperatura maior de aquecimento utilizada [14].

WITTER & TOBIAS [40] em 1959 determinaram a temperatura que o leite poderia ser aquecido sem tempo de retardamento em um trocador de calor de placas DE LAVAL, tipo P5 para assegurar a destruição bacteriana comparável aos padrões de pasteurização aceitáveis e encontraram o valor de 187 °F (86.1 °C).

Na França, praticamente só se empregam temperaturas superiores a 80 °C [38].

Defensores de processos de pasteurização que empregam temperaturas mais altas que 161 °F (72 °C) para o método HTST e tempo de retardamento da ordem de apenas 1 segundo, clamam numerosas vantagens, incluindo melhor taxa de morte da flora natural do leite, melhor qualidade do produto e melhor sabor e aroma. No passado, The Public Health Service of USA expressou como processo satisfatório a temperatura de 194 °F (90 °C), sendo que o tempo que o produto permaneceria a esta temperatura não foi especificado. Alguns investigadores usaram a inclinação da curva de destruição térmica de *Mycobacterium tuberculosis* e determinaram a temperatura de 190 °F (87.8 °C) para uma pasteurização equivalente [29].

A refrigeração cumpre o papel de diminuir a velocidade de multiplicação da maioria dos microorganismos comumente encontrados no leite, todavia não os destrói e muito menos paralisa a ação de suas enzimas [25].

Entretanto, bactérias psicotróficas, que estão na maioria no leite cru, podem crescer rapidamente a temperaturas de refrigeração. Estes organismos produzem enzimas proteolíticas que podem atacar as proteínas do leite. Várias espécies *Pseudomonas* degradam a caseína e proteínas do soro durante o armazenamento sob refrigeração, e por isso são primariamente responsáveis para limitar a manutenção da

qualidade do leite. Os psicotróficos não sobrevivem a pasteurização, donde se conclui que a presença destes microorganismos em leite pasteurizado e seus derivados é o resultado de uma contaminação pós-pasteurização [39,19].

Bactérias psicotróficas isoladas do leite cru produziram proteases que sobreviveram a 149 °C por 10 segundos. Setenta e noventa por cento de leite cru continha psicotróficos capazes de produzir proteases resistentes ao calor [1].

ZALL, segundo JANSEN & at [19], relatou que quando o leite foi aquecido a 74 °C por 10 segundos na fazenda e então armazenado em um tanque refrigerado por 8 dias, sua qualidade foi comparada com a do leite fresco. Ele sugeriu que o processo térmico destrói a maioria dos psicotróficos e inativa as proteases, donde se pode concluir que quando o leite é processado logo após a ordenha, o número inicial de bactérias contaminantes é bem menor e devido a rapidez do tratamento evita a produção da protease.

O "flavor" do leite pode ser alterado pela pasteurização e pode resultar em um "off-flavor" descrito como cozido, cuja intensidade depende do tratamento térmico empregado. Temperaturas acima de 71.6 °C podem ressaltar um sabor cozido mais intenso. DEANE, CHELESVIG & THOMAS processaram, pelo método HTST, leite padronizado com 3.35% de gordura, pré-aquecido, homogeneizado a 140.6 kgf/cm², em um pasteurizador nas seguintes condições: temperatura de 72.2 °C, 75.6 °C, 78.9 °C, 82.2 °C e 85.6 °C por 17 segundos. O leite foi então resfriado entre 4.4 °C e 7.2 °C e embalado. Amostras do leite foram submetidas a um painel de consumidores de 50 pessoas em Laramie, Wyoming, U.S.A.. O sabor do leite processado a 78.9 °C por 17 segundos teve preferência por uma significativa maioria do painel por membros com idade acima de 19 anos. O grupo de consumidores entre 13 e 19 anos foi menos sensível as diferenças de sabor e as crianças com idade abaixo de 13 anos foram menos discriminatórias.

A predileção para leite processado a 78.9 °C foi ligeiramente maior que aquele pasteurizado a 72.2 °C [10].

Gostos pessoais por leite processado, segundo determinado método, constituem, de certo modo, uma questão de hábito. Uma pessoa pode se acostumar a beber leite sob uma certa forma e preferi-la a todas as outras mesmo que sua preferência não seja compartilhada pela maioria. Isto implica dizer que preferências pessoais podem ser mudadas pelo hábito, demonstrando que o uso repetido de um certo tipo de leite resultará na preferência por ele. [15].

CAPITULO 3 - MATERIAL E MÉTODOS

3.1.- Matéria Prima

Os ensaios foram realizados com dez lotes de leite tipo B, integral, cru resfriado.

Entende-se por lote, uma amostra de aproximadamente 50 litros transportada em bombona desde a usina de beneficiamento até a planta piloto do Departamento de Engenharia Química da EPUSP, onde foram realizadas duas ou três condições diferentes pré-determinadas de vazão e temperatura.

Os lotes do leite foram caracterizados através de resultados de análises físico-químicas determinadas pelo próprio fornecedor a saber:

densidade a 15 °C	1.0315 g/cm ³ a 1.0318 g/cm ³
índice crioscópico	-0.542 °C a -0.534 °C
acidez	15.0 °D a 15.5 °D
% gordura	3.50 a 3.91 % p/v

3.2.- Equipamentos

3.2.01.- Trocador de Calor de Placas

Utilizou-se um trocador de calor de placas, marca APV, modelo Junior com as seguintes características técnicas [3]:

pressão máxima de trabalho	14.10 kgf/cm ²
capacidade máxima	3200 l/h
sistema de fechamento	6 parafusos de aperto
espessura da placa	22 swg (0.71 mm)
área da placa	0.0258 m ²
tamanho da placa	576 x 94 mm
conexões	3/4" BSP

Junto ao trocador, na saída do leite da seção de aquecimento, foi instalado para cada arranjo um tubo de retardamento cujo volume conhecido em determinado ensaio nos deu condições de calcular o tempo de retardamento que o leite era submetido para cada vazão.

O tubo de retardamento, constituído por tubulação e acessórios de linha de aço inoxidável de diâmetro 1" OD ($D_{int} = 22.9$ mm), para o arranjo nº 1 continha um volume de 292.0 cm³ e para o arranjo nº 2 um volume de 440.0 cm³.

O trocador foi provido também de tanque de alimentação de capacidade 70 litros e respectiva bomba, do tipo centrífuga, marca APV, modelo UNI, 1 1/2" x 1 1/2", motor 0.75 kw.

O fluido de aquecimento foi gerado através do Conjunto Gerador de Água Quente constituído de:

- tanque misturador com 4" de diâmetro, de capacidade aproximada de 3 litros.
- bomba de circulação, tipo centrífuga, marca KSB, modelo ETA 32-16, 40/32, motor 1.12 kw, 3500 rpm, e
- válvula controladora de temperatura na tubulação de injeção de

vapor, marca SARCO, modelo 25T, diâmetro 1/2", faixa de controle 70 °C a 105 °C.

O fluido de resfriamento foi gerado através de um conjunto constituído de:

- tanque de água gelada, com capacidade aproximada de 50 litros, e
- bomba de circulação tipo SM modelo 216 N, motor 0.37 kw, 1140 rpm.

O fluxograma geral do trocador de calor está esquematizado na Fig. 1.

3.2.02.- Indicador de Temperatura

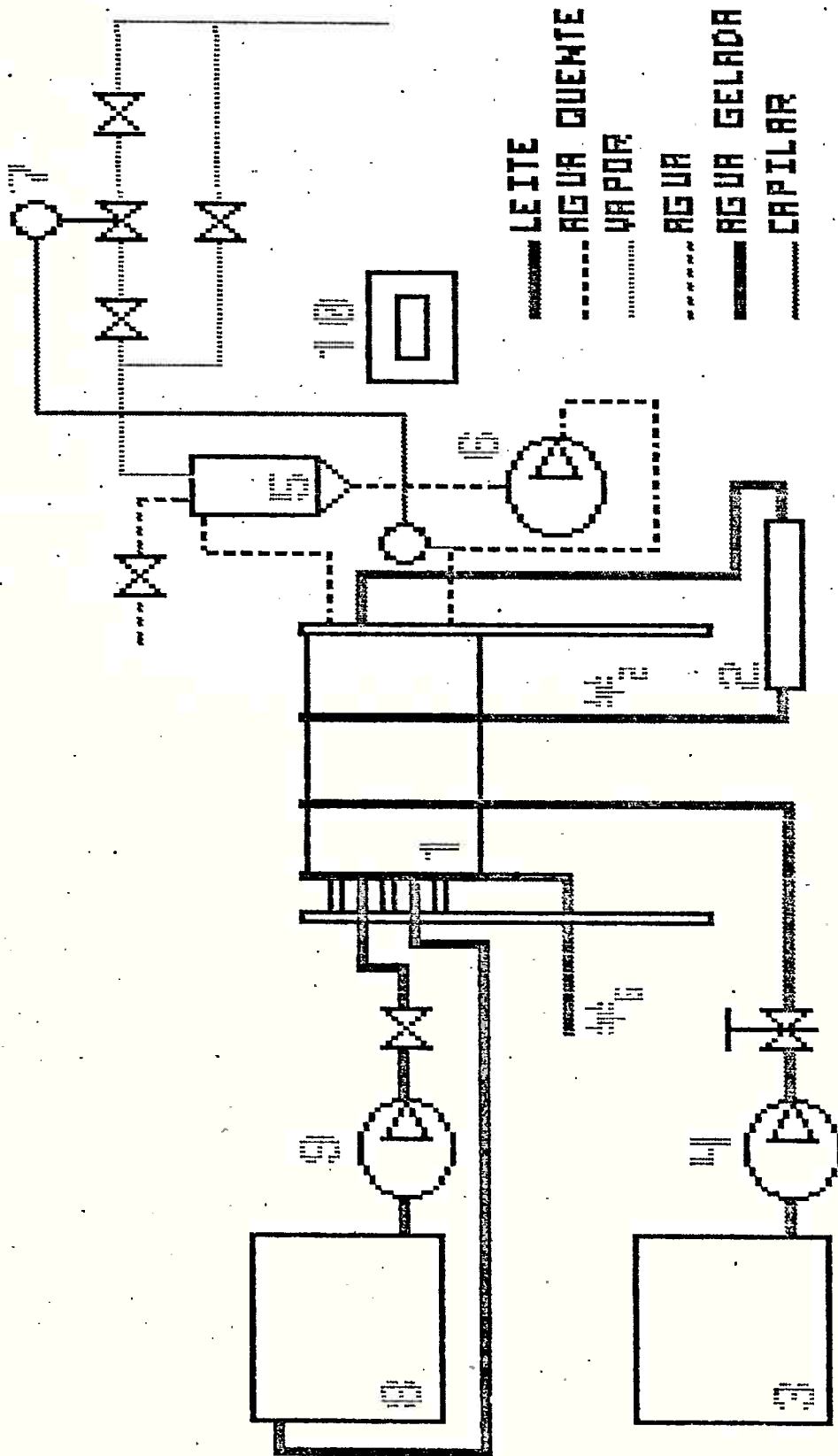
O trocador de calor foi equipado com um indicador de temperatura digital, marca IOPE, modelo SP6 - 25 APT com chave seletora de seis pontos ligada a termoresistências PT-100 para as seguintes tomadas de temperatura:

- #1 : temperatura do leite na entrada da seção de aquecimento
- #2 : temperatura do leite na saída do tubo de retardamento no retorno da seção de aquecimento
- #3 : temperatura do leite na saída da regeneração para a seção de resfriamento
- #4 : temperatura do fluido aquecedor na entrada da seção de aquecimento
- #5 : temperatura do fluido aquecedor na saída da seção de aquecimento
- #6 : temperatura do leite na saída da seção de resfriamento

Através de termômetro de mercúrio previamente aferido, com escala de -10 °C a +110 °C, foram tomadas as medidas:

- #0 : temperatura do leite no tanque de alimentação
- #7 : temperatura do fluido refrigerante na entrada da seção de resfriamento

Figura 1 : Fluxograma geral do funcionamento do Trocador de Calor de Placas e de seus respectivos equipamentos auxiliares.



- 1 - Trocador de Calor de Placas
- 2 - Tuba de Retardamento
- 3 - Tanque de Alimentacao
- 4 - Bateria de Filtragem
- 5 - Tanque Purificador
- 6 - Bateria de Circulacao
- 7 - Valvula Controladora de Temperatura
- 8 - Tanque de Agua Quente
- 9 - Bateria de Agua Quente
- 10 - Indicador de Temperatura Digital

- 3.2.03.- Densímetro escala de 1.000 a 1.100 g/cm³ com precisão de 0.001 g/cm³
- 3.2.04.- Termômetro de mercúrio escala -10 °C a 110 °C com precisão de 1 °C.
- 3.2.05.- Banho de água termostaticamente regulado com agitação constante e precisão de +/- 1.0 °C, marca ÉTICA.
- 3.2.06.- pHmetro digital, marca MICRONAL modelo B-374 com precisão de 0.01.
- 3.2.07.- Autoclave marca FABBE, modelo 1040, 9000 W, 220 V.
- 3.2.08.- Estufa bacteriológica marca PRECISION CIENŦIFIC CO.
- 3.2.09.- Refrigerador doméstico
- 3.2.10.- Contador de colônias manual, marca HELLIGE, MORAT CO.
- 3.2.11.- Balança digital, marca METTLER, modelo P-11, com precisão de 0.1 g.
- 3.2.12.- Balança digital, marca METTLER, modelo PE-11, com precisão de 0.1 g.
- 3.2.13.- Balança analítica, marca METTLER, modelo H-6 precisão de 0.0001 g.
- 3.2.14.- Alça de inoculação de níquel-cromo.
- 3.2.15.- Recipiente de plástico ou bombona de capacidade 50 litros.
- 3.2.16.- Cronômetro analógico, marca HANHART com precisão de 0.1 s.
- 3.2.17.- Bico de Bunsen.
- 3.2.18.- Vidraria comum de laboratório.

3.3.- Reagentes

- 3.3.01.- Solução de hidróxido de sódio N/9.
- 3.3.02.- Solução alcoólica de fenolftaleína a 1.0% p/v.
- 3.3.03.- Merckoteste R - Fosfatase alcalina
concentração da solução reativa:
1.0 M tampão de dietanolamina HCl pH 9.8
0.5 M cloreto de magnésio
10.0 M p-nitrofenilfosfato
- 3.3.04.- Solução de guaiacol incolor a 1.0% p/v.
- 3.3.05.- Água oxigenada 20 volumes v/v.
- 3.3.06.- Solução de tiosulfato de sódio a 10% p/v.
- 3.3.07.- Solução tampão pH 7.0 +/- 0.02, procedência QEEL -
Indústrias Químicas S/A.
- 3.3.08.- Solução tampão pH 4.0 +/- 0.02, procedência QEEL -
Indústrias Químicas S/A.
- 3.3.09.- Solução de hipoclorito de sódio a 12% v/v.
- 3.3.10.- Solução de hidróxido de sódio a 3.0% p/v.
- 3.3.11.- Solução de ácido nítrico a 1.0% p/v.
- 3.3.12.- Agar Plate Count (MERCK 5463) - ágar peptona de caseína
glicose-extrato de levedura.
- 3.3.13.- Agar Violeta Cristal Vermelho Neutro (MERCK 1406).
- 3.3.14.- Caldo Verde Brilhante - Bile Lactose (MERCK 5454).
- 3.3.15.- Solução de hidróxido de sódio 1 N.
- 3.3.16.- Solução sulfocrômica: concentração de 30 g de dicromato de
potássio por litro de ácido sulfúrico industrial.
- 3.3.17.- Papel indicador de pH, tipo universal amarelo.

3.4.- Preparação dos meios de cultura

3.4.1.- Agar Plate Count (ágar peptona de caseína glicose-extrato de levedura) (item 3.3.12).

Composição do meio (g/l):

peptona de caseína	5.0
extrato de levedura	2.5
D(+)glicose	1.0
ágar-ágar	14.0

pH do meio pronto para uso a 30 °C = 7.0+/- 0.1

Pesou-se 45.0 g do meio de cultura (item 3.3.12.) em bequer e suspendeu-se em dois litros de água destilada. Após 15 minutos de repouso, o meio foi aquecido em banho maria (item 3.2.05) sob agitação até completa dissolução. Após o acerto do pH com solução de hidróxido de sódio (item 3.3.15.), com medidas no pHmetro (item 3.2.06.), aliquotas de 18 ml do meio à quente foram transferidas para tubos de ensaio, e estes tampados com rodilhão de algodão e autoclavados a 121 °C por 15 minutos (item 3.2.07.). Os tubos assim preparados foram conservados em geladeira (item 3.2.09.).

O volume do meio preparado acima era suficiente para as análises de amostras retiradas dos ensaios realizados referentes a um lote da matéria prima.

3.4.2.- Agar Violeta Cristal Vermelho Neutro (item 3.3.13.).

Composição do meio (g/l):

peptona especial	7.000
extrato de levedura	3.000
lactose	10.000

cloreto de sódio	5.000
mistura de sais biliares	1.500
vermelho neutro	0.030
violeta cristal	0.002
ágar-ágar	13.000

pH do meio pronto para uso a 37 °C = 7.4 +/- 0.1

Pesou-se 20.0 g do meio de cultura (item 3.3.13.) em bequer e suspendeu-se em 0.5 litro de água destilada. Após 15 minutos de repouso, o meio foi fervido até completa dissolução. Após o acerto do pH com solução de hidróxido de sódio (item 3.3.15.), com medidas no pHmetro (item 3.2.06.), aliquotas de 18 ml do meio à quente foram transferidas para tubos de ensaio e estes tampados com rodilhão de algodão e autoclavados a 121 °C por 15 minutos (item 3.2.07.). Os tubos assim preparados foram conservados em geladeira (item 3.2.09.).

O volume do meio preparado acima era suficiente para as análises de amostras retiradas dos ensaios realizados referentes a um lote da matéria prima.

3.4.3.- Caldo Verde Brilhante - Bile Lactose (item 3.3.14.).

Composição do meio (g/l):

peptona especial	10.0000
lactose	10.0000
bile bovina dessecada	20.0000
verde brilhante	0.0133

pH do meio pronto para uso a 30 °C = 7.2 +/- 0.1

Pesou-se 40.0 g do meio de cultura (item 3.3.14.) em bequer e dissolveu-se completamente em um litro de água destilada. Após o acerto do pH com solução de hidróxido de sódio (item 3.3.15.), com

medidas no pHmetro (item 3.2.06.), em tubos de fermentação (tubos de ensaio providos de tubo de Duhran invertido) vertia-se o meio à frio, que foram tampados com rodilhão de algodão e autoclavados a 121 °C por 15 minutos (item 3.2.07.). Os tubos assim preparados foram conservados em geladeira (item 3.2.09.).

O volume do meio acima era suficiente para as análises das amostras retiradas dos ensaios realizados referentes a um lote da matéria prima.

3.5.- Preparação da Água de Diluição

A água destilada de água clorada normalmente contém quantidades significantes de cloro livre. A adição de tiosulfato de sódio penta hidratado (item 3.3.06.) na proporção de 0.8 ml da solução a 10% p/v por litro de água, é suficiente para reduzir todo o cloro presente na água [2,13].

Os tubos contendo 9 ml de água destilada neutralizada, eram tampados com rodilhão de algodão, autoclavados a 121 °C por 15 minutos (item 3.2.07.) e armazenados em geladeira (item 3.2.09.).

3.6.- Limpeza e Esterilização do Material

Todo o material, como placas de Petri, pipetas, tubos de ensaio e outros, utilizados para as análises microbiológicas, foram submetidos à limpeza com solução de detergente e solução sulfocrômica (item 3.3.16.) para remoção dos resíduos. Após intenso enxague, esse material foi acondicionado adequadamente, esterilizado a 121 °C por 30 minutos (item 3.2.07.) e conservados em estufa bacteriológica até o seu uso (item 3.2.08.)

A bancada de trabalho sofria desinfecção com solução de hipoclorito de sódio (item 3.3.09.) imediatamente após o término do serviço e antes do início diário das atividades.

A alça de inoculação (item 3.2.14.) era flambada intensamente até a parte do cabo, quando da sua utilização.

3.7.- Método de Contagem Padrão em Placas

As temperaturas de pasteurização são recomendadas para reduzir a população microbiana e destruir os germes patogênicos. O método de Contagem Padrão em Placas (do inglês Standard Plate Count, SPC) é útil para estimar a população bacteriana. É também recomendado na aplicação industrial para detectar fontes de contaminação em amostras retiradas de diversos estágios do processamento do leite e de seus derivados [2].

O método aqui foi utilizado para estimar a população de bactérias mesófilas nos segundo, quinto, sexto e sétimo dias de armazenamento em refrigerador do leite pasteurizado e do leite cru antes do processamento.

Por esse método, também pudemos avaliar o crescimento de organismos psicotróficos que eventualmente podem se desenvolver em temperaturas abaixo de 7 °C, apesar de que sua temperatura ótima de crescimento está entre 20 °C a 30 °C [2].

Organismos psicotróficos no leite são principalmente bastonetes gram-negativos do gênero *Pseudomonas*, *Achromobacter*, *Alcaligenes*, *Enterobacter*, *Acinetobacter* e *Flavobacterium* e geralmente não são patogênicos, mas se presentes no leite podem causar sabor e odor indesejáveis. A influência das bactérias psicotróficas na vida de prateleira do leite pasteurizado depende principalmente do seu manuseio após a pasteurização, pois a maioria é destruída no tratamento térmico [2.39].

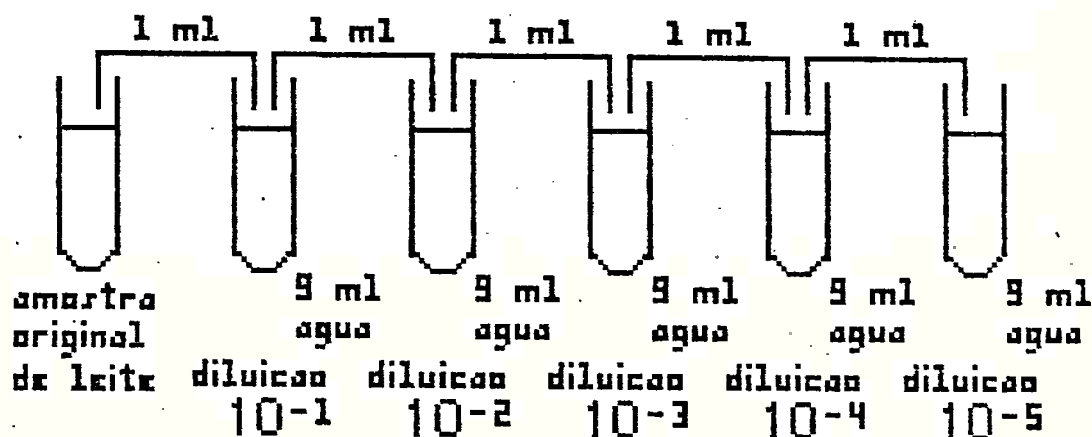
O método foi empregado em amostras de leite pasteurizado do segundo dia de armazenamento.

Através de ensaios preliminares, para a contagem do número de organismos mesófilos por mililitro de leite, selecionamos as diluições de 10^{-2} a 10^{-5} , de modo que o número total de bactérias sobre cada placa ficasse entre 25 e 250. E com o mesmo objetivo,

para a contagem do número de organismos psicotróficos por mililitro de leite, selecionamos as diluições de 10^{-1} a 10^{-5} .

a. preparo das diluições:

Transferia-se assepticamente, com pipeta previamente esterilizada, 1 ml da amostra de leite, previamente identificada e homogeneizada (o frasco de amostra era vigorosamente agitado), para um tubo de diluição (item 3.5.) e obtinha-se assim uma diluição 10^{-1} . Agitava-se vigorosamente. A partir desta, e pelo mesmo procedimento, eram preparadas outras quatro diluições conforme esquema abaixo:



b. semeadura das placas:

A determinação do número de bactérias mesófilas por mililitro recomendada pela APHA, 1985, utiliza o método de semeadura de profundidade: aliquotas de 1 ml de cada diluição de cada amostra eram depositadas no fundo de placas de Petri, previamente esterilizadas e identificadas, e a seguir era vertido em cada uma o meio de cultura Agar Plate Count, preparado conforme item 3.4.1., previamente fundido e resfriado a 45 °C. Misturava-se então,

deslizando a placa sobre a bancada por movimentos em "S", "8" e "vai-e-vem" até completa homogeneização. Após solidificação do meio a temperatura ambiente, as placas eram incubadas invertidas em estufa (item 3.2.08.) a $(35 \pm 1) \text{ }^{\circ}\text{C}$, por 48 horas.

Para as amostras do leite cru, o procedimento descrito acima era repetido fazendo-se as diluições até 10^{-5} . Apenas as diluições 10^{-4} e 10^{-5} eram semeadas.

Para determinação do número de bactérias psicotróficas por mililitro de leite pasteurizado foi utilizado o mesmo método descrito acima onde foram preparadas diluições até 10^{-5} . Após a semeadura pelo mesmo procedimento, incubava-se as placas em geladeira a $(7 \pm 1) \text{ }^{\circ}\text{C}$ por 10 dias (item 3.2.09.)

Após a incubação, as colônias eram contadas com o auxílio do contador de colônias (item 3.2.10.). Para cada placa foi anotado o número total de colônias e a partir desses valores foram expressos os resultados em "número de microorganismos por mililitro de leite" conforme recomenda a APHA [2].

3.8.- Método de Contagem de Bactérias do Grupo Coliforme

O grupo coliforme compreende todas as bactérias aeróbicas e anaeróbicas, gram-negativo, bastonetiformes não esporulados, capazes de fermentar a lactose com produção de ácido e gás a 32 °C dentro de 48 horas. Tipicamente estes organismos pertencem ao gênero *Escherichia*, *Enterobacter* e *Klebsiella*. A existência desses microorganismos no leite e seus derivados sugere condições ou manipulações não higiênicas durante o processamento e/ou armazenamento [2]

Estimar o número de bactérias do grupo coliforme no leite após a pasteurização, é principalmente medir o grau de contaminação durante o processamento, uma vez que a legislação atual permite somente para o tipo B a presença de um microorganismo em 0.5 ml de leite [7].

Para aplicação do método, foi utilizado o teste presuntivo com meio sólido (Agar Violeta Cristal Vermelho Neutro) e teste confirmatório com meio líquido (Caldo Verde Brilhante - Bile Lactose).

a. teste presuntivo

Transferia-se asepticamente com pipeta previamente esterilizada, alíquotas de 2.0 ml e 1.0 ml para o fundo de duas placas de Petri respectivamente, previamente esterilizadas e identificadas. Em seguida, vertia-se em cada placa, o meio de cultura Agar Violeta Cristal Vermelho Neutro, preparado conforme o item 3.4.2., previamente fundido e resfriado a 45 °C. Misturava-se então deslizando a placa sobre a bancada por movimentos em "S", em "8" e em "vai-e-vem" até a completa homogeneização. Após solidificação a temperatura ambiente, vertia-se sobre a superfície cerca de 4 ml do mesmo meio de cultura, previamente fundido e resfriado a 45 °C.

Após solidificação, incubava-se as placas invertidas em estufa a (35 +/- 1) °C por 24 ou 48 horas (item 3.2.08.).

Após contagem das colônias típicas avermelhadas, era realizado o teste confirmatório descrito a seguir:

b. teste confirmatório

Transferia-se cada colônia típica ou atípica individualmente para cada tubo de fermentação contendo o meio de cultura Caldo Verde Brilhante - Bile Lactose preparado conforme item 3.4.3., por meio de uma alça (item 3.2.14.) previamente flambada. Os tubos eram incubados em estufa a (35 +/- 1) °C por 24 ou 48 horas. Dos tubos que apresentavam formação de gás no tubo de Duhran invertido, a contagem feita anteriormente no teste presuntivo era então confirmada.

3.9.- Determinação da acidez em graus Dornic

Realizada por titulação com solução de hidróxido de sódio N/9, conforme a metodologia descrita em Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz [18].

3.10.- Determinação do pH

Realizada no equipamento descrito no item 3.2.06., conforme a metodologia descrita na A.P.H.A. [2].

3.11.- Determinação da Densidade

Realizada com o densímetro (item 3.2.03.), conforme a metodologia descrita em BEHMER [6].

3.12.- Teste de Fosfatase Alcalina

Realizada de acordo com a metodologia descrita em Merckotest R [22], baseada na reação de formação de um produto de cor amarela intensa quando a enzima fosfatase está ativa, porém no leite pasteurizado não produz nenhuma mudança de cor, uma vez que a temperatura de inibição desta enzima está em torno de 75 °C.

Foi transferido para tubo de ensaio 2.0 ml da solução reativa (item 3.3.03.) e 0.01 ml da amostra de leite. Após agitação a solução era deixada em repouso por 7 minutos a temperatura ambiente. Usou-se como branco de comparação leite previamente fervido.

3.13.- Teste de Peroxidase

Realizada conforme a metodologia descrita em Normas Analíticas

do Instituto Adolfo Lutz [18].

A enzima peroxidase não é inibida a temperatura de 75 °C, temperatura máxima atualmente permitida para a pasteurização de leite [7].

As análises descritas nos itens 3.7, 3.8 e 3.9 foram realizadas em duplicata em cada amostra de leite.

Nas análises microbiológicas (itens 3.7 e 3.8) para cada dia de trabalho, foram feitas provas em branco com os meios de cultura e água de diluição para verificar se havia contaminação durante o período de armazenamento dos mesmos.

3.14.- Parte Experimental

3.14.1.- Montagem dos arranjos do Trocador

Através de ensaios preliminares e com o auxílio de cálculos teóricos fornecidos pelo fabricante do equipamento, foi possível a montagem de dois arranjos de placas distintos, com seções de regeneração, aquecimento e resfriamento, de modo a atender as condições de vazão e temperatura pré-determinadas (ver Tabela 3.01) [3,17,20 e 31].

Foram utilizados água quente como fluido de aquecimento e água gelada como fluido de resfriamento. A distribuição das placas de fluxo nas respectivas seções para cada arranjo, está apresentada na Tabela 3.02.

TABELA 3.01.- Condições pré-determinadas de processamento térmico para o leite tipo B, pares temperatura-tempo de pasteurização: valores de tempo calculados a partir das vazões de leite a temperaturas de pasteurização correspondentes.

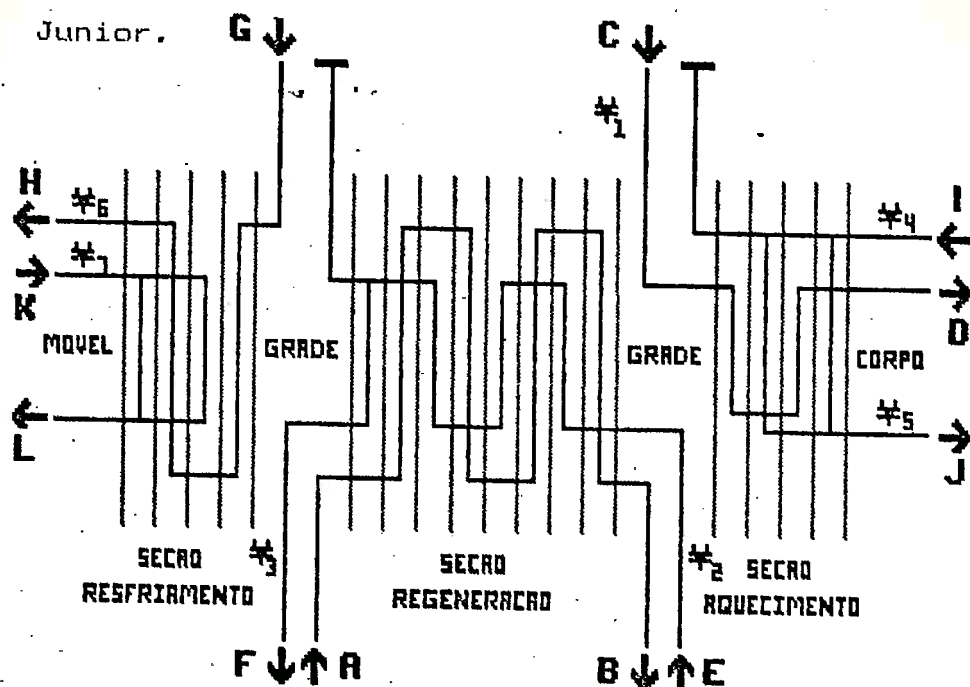
Vazão de leite (cm ³ /s)	tempo (s)		
	temperatura de pasteurização (°C)		
	75.0	80.0	85.0
18.3	16.0	16.0	16.0
20.9	14.0	14.0	14.0
29.3		15.0	15.0
40.0		11.0	11.0

TABELA 3.02.- Distribuição das placas de fluxo nas seções de regeneração, aquecimento e resfriamento, no arranjo nº 1 (vazões de leite de 18.3 cm³/s e 20.9 cm³/s) e no arranjo nº 2 (vazões de leite de 29.3 cm³/s e 40.0 cm³/s), montados no trocador de calor APV, modelo Junior

Seção	Arranjo	Nº de placas	Arranjo	Nº de placas
	Nº 1	de fluxo	Nº 2	de fluxo
Regeneração	4 de 1	08	1 de 3	06
	4 de 1		1 de 3	
Aquecimento	2 de 1	04	1 de 4	08
	1 de 2		1 de 4	
Resfriamento	2 de 1	04	4 de 2	15
	1 de 2		1 de 2 ; 1 de 5	
Total de placas de fluxo		16	29	

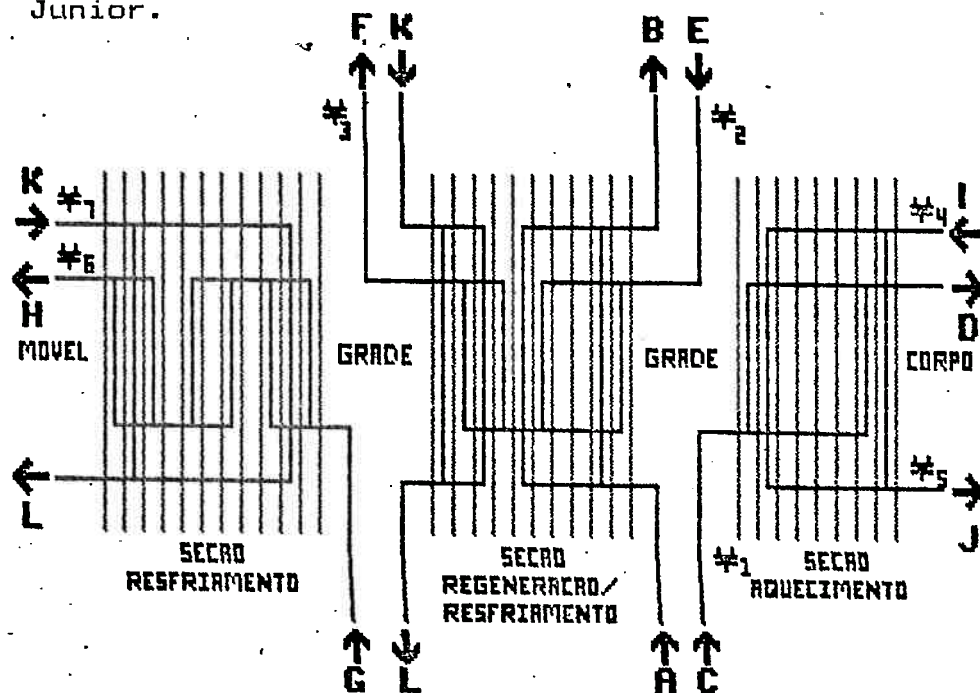
A montagem dos arranjos nº 1 e nº 2 está esquematizada nas Figuras nº 2 e nº 3 respectivamente.

Figura 2 : Desenho esquemático das placas de fluxo nas seções de regeneração, aquecimento e resfriamento no arranjo nº 1, montado no trocador de calor de placas APV, modelo Junior.



- A - entrada de leite cru
- B - saída de leite para seção aquecimento
- C - entrada de leite
- D - saída de leite quente
- E - retorno de leite quente
- F - saída de leite para seção resfriamento
- G - entrada de leite
- H - saída de leite frio
- I - entrada fluido aquecedor
- J - saída fluido aquecedor
- K - entrada fluido de resfriamento
- L - saída fluido de resfriamento

Figura 3 : Desenho esquemático das placas de fluxo nas seções de regeneração, aquecimento e resfriamento no arranjo nº 2 montado no trocador de calor de placas APV, modelo Junior.



- A - entrada de leite cru
- B - saída de leite para seção aquecimento
- C - entrada de leite
- D - saída de leite quente
- E - retorno de leite quente
- F - saída de leite para seção resfriamento
- G - entrada de leite
- H - saída de leite frio
- I - entrada fluido aquecedor
- J - saída fluido aquecedor
- K - entrada fluido de resfriamento
- L - saída fluido de resfriamento

3.14.2.- Preparação do Trocador de Placas

Inicialmente todas as placas, bem como válvulas e acessórios de linha foram lavados individualmente com solução de detergente.

O aparelho foi montado e submetido a uma limpeza e desinfecção em circuito fechado, utilizando o próprio tanque de alimentação e respectiva bomba, conforme a seguinte sequência [23 e 28]:

- a. enxague com água morna a 38 - 45 °C durante 3 minutos.
- b. lavagem com solução de hidróxido de sódio a 3% p/v (item 3.3.10.) a 70 - 80 °C durante 15 minutos
- c. enxague com água até não mais indicar pH básico através do papel indicador (item 3.3.17.).
- d. lavagem com solução de ácido nítrico a 1,0% p/v (item 3.3.11.) a 60 °C durante 10 minutos.
- e. enxague com água até não mais indicar pH ácido através do papel indicador (item 3.3.17.).
- f. circulação com solução desinfetante (solução de hipoclorito de sódio, NaClO, 12% v/v (item 3.3.09.), na proporção de 180 ml para 20 litros de água) a temperatura ambiente durante 15 minutos.
- g. enxague com água quente a 75 °C durante 20 minutos.

Os itens da sequência "a" a "e" eram feitos com antecedência, mas os itens "f" e "g" só eram realizados imediatamente antes da realização dos ensaios, uma vez que devemos manter o aparelho em condições higiênico-sanitárias adequadas, evitando o risco de recontaminação.

3.14.3.- Tratamentos Térmicos

Montado o aparelho, limpo e desinfectado, e verificada a ausência de vazamentos, era dada a partida com água para ajuste da válvula controladora de temperatura. Estabelecido o regime, nas condições de vazão e temperatura pré-determinadas para o ensaio, o lote de aproximadamente 50 litros de leite tipo B cru resfriado era colocado no tanque de alimentação do trocador (Ver Tabela 3.01 e Figura 1)

Estabelecido o regime com o leite circulando, foram levantados os seguintes dados:

- vazão mássica do leite: determinando-se o tempo e a respectiva massa recolhida na saída do trocador.
- temperaturas em oito pontos de medição:
 - θ_0 : temperatura do leite no tanque de alimentação.
 - θ_1 : temperatura do leite na entrada da seção de aquecimento.
 - θ_2 : temperatura do leite na saída do tubo de retardamento no retorno da seção de aquecimento (temperatura de pasteurização).
 - θ_3 : temperatura do leite na saída da regeneração para a seção de resfriamento.
 - θ_4 : temperatura do fluido aquecedor na entrada da seção de aquecimento.
 - θ_5 : temperatura do fluido aquecedor na saída da seção de aquecimento.
 - θ_6 : temperatura do leite na saída da seção de resfriamento.
 - θ_7 : temperatura do fluido refrigerante na entrada da seção de resfriamento.

Para cada condição ensaiada, par temperatura-tempo de pasteurização, após o estabelecimento do regime no trocador eram anotadas as temperaturas e calculados os valores médios.

Simultaneamente as determinações de temperatura e vazão, na saída do trocador (☞ na Figura 1), foram coletadas assepticamente amostras do leite pasteurizado resfriado, em frascos de 300 ml previamente esterilizados e identificados.

As amostras para cada condição ensaiada, par temperatura-tempo de pasteurização foram coletadas como segue:

- duas (2) amostras a serem analisadas no dia seguinte ao dia do ensaio (2ª dia).
- duas (2) amostras a serem analisadas no 5ª dia posterior ao ensaio.
- duas (2) amostras a serem analisadas no 6ª dia posterior ao ensaio.
- duas (2) amostras a serem analisadas no 7ª dia posterior ao ensaio.

Para cada lote, eram coletadas duas amostras do leite cru para análise laboratorial em frascos de 300 ml previamente esterilizados e identificados.

Foi coletada uma amostra por lote, denominada CT (controle de temperatura), com a qual pudemos controlar a temperatura do leite durante o armazenamento em geladeira.

Do mesmo lote, foram realizadas 2 ou 3 condições de ensaio, pares temperatura-tempo mantendo-se a vazão e alterando a temperatura de pasteurização.

Imediatamente após a coleta das amostras estas foram guardadas em geladeira (item 3.2.09.). Após o término do ensaio, o trocador era esfriado através de circulação de água fria e desmontado para limpeza normal.

Devemos observar que as Figuras 4, 4.a e 4.b ilustram esquematicamente como foi desenvolvido o trabalho de um tratamento térmico e essa sistemática era repetida para cada um do mesmo lote.

Toda as amostras foram coletadas em duplicata e para cada uma foram feitas as análises de laboratório descritas anteriormente.

Para efeito de comparação, coletaram-se duas amostras de 1 litro cada, de leite tipo B pasteurizado na própria usina e procederam-se todas as análises de laboratório realizadas nas amostras coletadas nos ensaios.

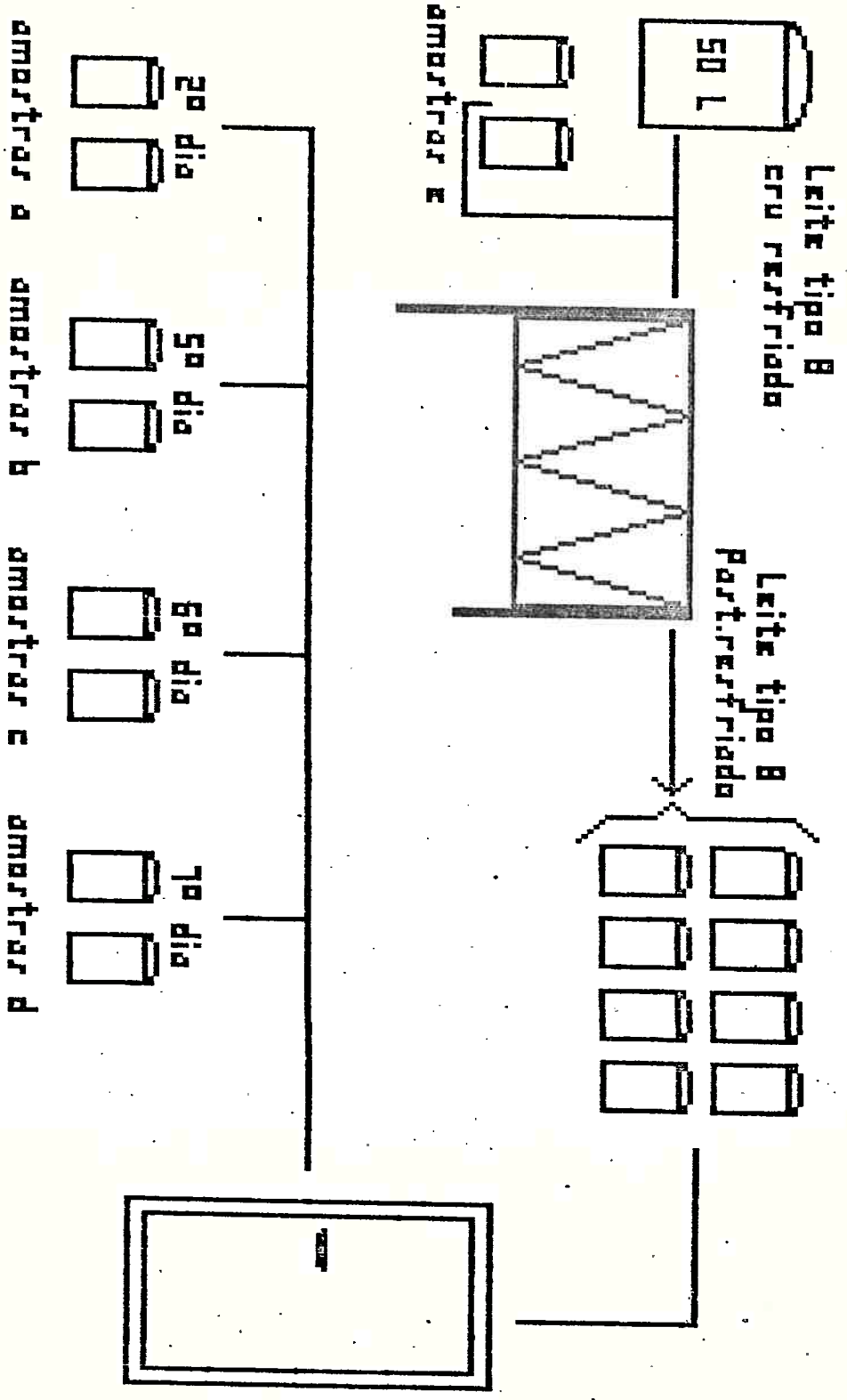
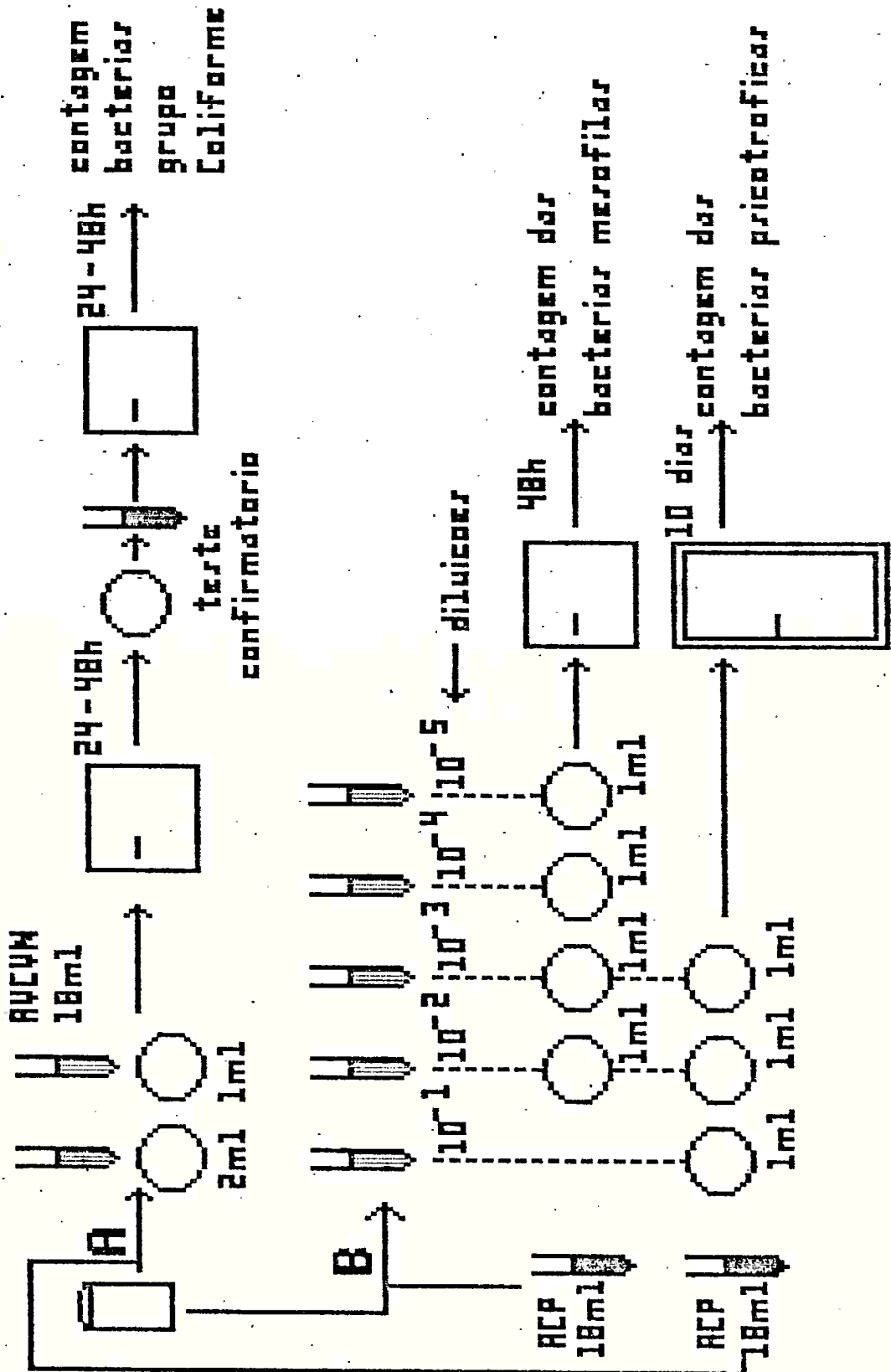


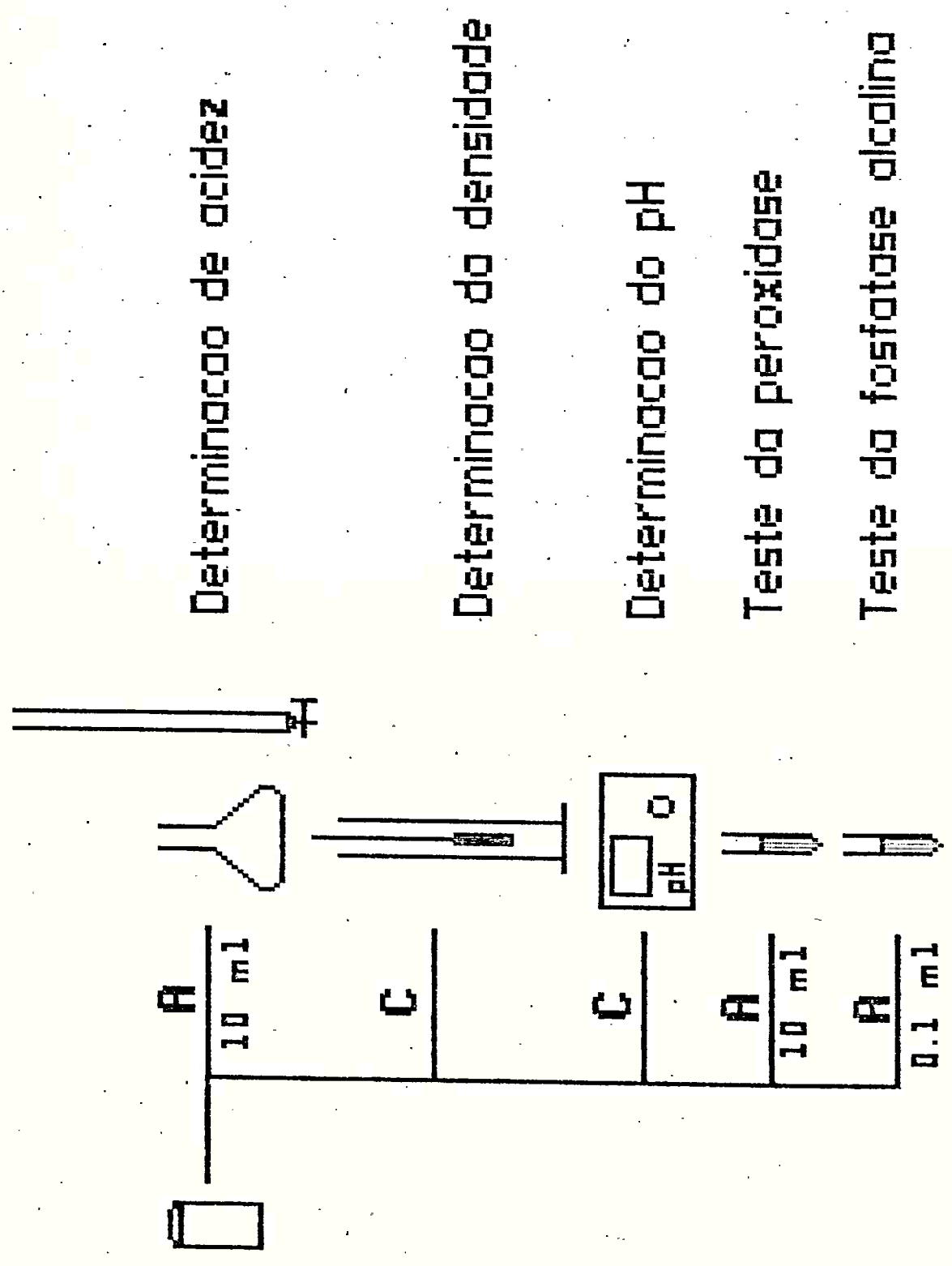
Figura 4 : Desenho esquemático: amostragem para um tratamento térmico.

Figura 4.a : Desenho esquemático: análises microbiológicas para um tratamento térmico (ver Figura 4).



Procedimento A: nos amostras a
Procedimento B: nos amostras a.b.c.d.e

Figura 4.b : Desenho esquemático: análises físico-químicas para um tratamento térmico (ver Figura 4).



Procedimento A: nas amostras a
 Procedimento C: nas amostras a.e

3.15.- Resumo dos Tratamentos Térmicos Realizados

Foram utilizados para realização desse trabalho, 10 (dez) lotes de leite tipo B, cru resfriado. Para cada lote foi possível executar dois ou três tratamentos térmicos distintos. Os lotes foram identificados de 1 a 10. Cada tratamento térmico realizado foi identificado pelo par $T_i t_n$, sendo T_i temperatura de pasteurização desejada, i variando de 1 a 3 e, t_n o tempo de retardamento, n variando de 1 a 4.

O resumo dos tratamentos térmicos realizados encontra-se na Tabela 3.03.

TABELA 3.03.- Resumo geral dos tratamentos térmicos realizados no período de 04.06.87 a 01.10.87 com lotes de 50 litros de leite tipo B, cru resfriado.

Lote Nr	Data do Ensaio	Tratamentos Térmicos		
01	04.06.87	T ₁ .t ₁	T ₂ .t ₁	
02	18.06.87	T ₁ .t ₂	T ₂ .t ₂	
03	25.06.87	T ₃ .t ₁	T ₃ .t ₂	
04	02.07.87	T ₂ .t ₃	T ₃ .t ₃	
05	16.07.87	T ₂ .t ₄	T ₃ .t ₄	
06	23.07.87	T ₂ .t ₄	T ₃ .t ₄	
07	06.08.87	T ₂ .t ₃	T ₃ .t ₃	
08	13.08.87	T ₁ .t ₂	T ₂ .t ₂	T ₃ .t ₂
09	20.08.87	T ₁ .t ₁	T ₂ .t ₁	T ₃ .t ₁
10	01.10.87	T ₂ .t ₄	T ₃ .t ₄	

onde

T ₁ = 75.0 °C	t ₁ = 16.0 s
T ₂ = 80.0 °C	t ₂ = 14.0 s
T ₃ = 85.0 °C	t ₃ = 15.0 s
	t ₄ = 11.0 s

CAPITULO. 4 - RESULTADOS

4.1.- Tratamentos Térmicos

Os resultados obtidos nos ensaios realizados com os 10 (dez) lotes de leite, no trocador de calor, estão apresentados nas Tabelas 4.01 a 4.22.

Os dados assinalados com asterisco (*) foram excluídos dos cálculos por não satisfazerem a um nível de 10 % de precisão, ao "Teste de Detecção dos Valores Extremos" [11], usado para se eliminar resultados afetados por possíveis erros experimentais.

NOTA 1: os valores $\%_i$ ($i = 0, 1, \dots, 7$) nas Tabelas 4.01 a 4.22 tem os seguintes significados (Figura 1):

- $\%_0$: temperatura do leite no tanque de alimentação
- $\%_1$: temperatura do leite na entrada da seção de aquecimento
- $\%_2$: temperatura do leite na saída do tubo de retardamento no retorno da seção de aquecimento (temperatura de pasteurização)
- $\%_3$: temperatura do leite na saída da seção de regeneração para a seção de resfriamento
- $\%_4$: temperatura do fluido aquecedor na entrada da seção de aquecimento
- $\%_5$: temperatura do fluido aquecedor na saída da seção de aquecimento
- $\%_6$: temperatura do fluido refrigerante na entrada da seção de resfriamento
- $\%_7$: temperatura do leite na saída da seção de resfriamento

Na Tabela 4.23, os valores médios das temperaturas de pasteurização, medidas na saída do tubo de retardamento, $\%_{m2}$, foram

expressos em função do tempo de retardamento, ou seja, o tempo em que o leite permaneceu a temperatura de pasteurização.

O tempo de retardamento foi calculado a partir da expressão (1):

$$t_{rn} = d.V.w^{-1} \quad (1)$$

onde:

t_{rn} : tempo de retardamento, em s

d : densidade do leite, em g/cm^3

V : volume do tubo de retardamento, em cm^3

w : vazão mássica média do leite, em g/s

4.2.- Análises Físico-Químicas e Microbiológicas

Os resultados obtidos das análises laboratoriais e os seus valores médios estão apresentados sob a forma de Tabelas.

Nas Tabelas 4.24 a 4.34 estão apresentados os resultados obtidos na Determinação da Acidez em graus Dornic.

Na Tabela 4.35 estão apresentados os resultados obtidos na Determinação do pH.

Na Tabela 4.36 estão apresentados os resultados obtidos na Determinação da Densidade.

Na Tabela 4.37 estão apresentados os resultados obtidos nos Testes de Fosfatase Alcalina e Peroxidase.

Nas Tabelas 4.38 a 4.48 estão apresentadas as concentrações de microorganismos mesófilos pelo método de contagem padrão em placas [2].

Na Tabela 4.49 estão apresentadas as concentrações de microorganismos psicotróficos pelo método de contagem padrão em placas [2].

Na Tabela 4.50 estão apresentadas as concentrações de microorganismos do grupo coliforme [2].

Na Tabela 4.51 estão registradas as temperaturas da amostra controle de temperatura (CT), medidas durante o armazenamento.

4.3.- Apresentação dos Resultados Finais

Os valores dos resultados finais estão apresentados sob a forma de Tabelas e Figuras.

A Tabela 4.52 apresenta os resultados finais da Acidez em graus Dornic.

A Tabela 4.53 apresenta os resultados finais do pH.

A Tabela 4.54 apresenta os resultados finais da densidade a 15 °C.

A Tabela 4.55 apresenta os resultados finais dos Testes de Fosfatase Alcalina e de Peroxidase.

A Tabela 4.56 apresenta os resultados finais de concentração de mesófilos.

A Tabela 4.57 apresenta os resultados finais de concentração de psicotróficos.

A Tabela 4.58 apresenta os resultados finais de concentração de microorganismos do grupo coliforme.

A Figura 5 ilustra a influência da temperatura de pasteurização em função do tempo de retardamento sobre a inativação da enzima peroxidase.

A Figura 6 ilustra a variação da concentração de microorganismos mesófilos em função da temperatura de pasteurização para cada tempo de retardamento no 2º dia de armazenamento do leite.

A Figura 7 ilustra a variação da concentração de microorganismos mesófilos em função da temperatura de pasteurização para cada tempo de retardamento no 5º dia de armazenamento do leite.

A Figura 8 ilustra a variação da concentração de microorganismos mesófilos em função da temperatura de pasteurização para cada tempo de retardamento no 6º dia de armazenamento do leite.

A Figura 9 ilustra a variação da concentração de microorganismos

TABELA 4.01 : Temperaturas (°C) medidas no ensaio realizado com o lote nº 1 no trocador de calor montado com o arranjo nº 1, nas seguintes condições: temperatura teórica de pasteurização : 75.0 °C e vazão mássica média de leite de 18.4 g/s.

Temperaturas (°C)								
°_0	°_1	°_2	°_3	°_4	°_5	°_6	°_7	
13.0	60.1	75.1	34.3	79.6	77.4 *	8.0	25.0	
13.0	61.2	75.5	34.3	83.9	80.7	8.0	25.0	
13.0	62.5	74.5	34.6	83.0	80.7	8.0	25.0	
13.0	63.2	78.8	34.6	85.8	82.6	8.0	24.5	
13.0	63.5	77.0	34.9	83.7	81.6	8.0	...	
...	
°_{m1}	13.0	62.1	76.2	34.5	83.2	81.4	8.0	24.9

°_{m1} : média das medidas °_i

$\text{°}_0, \text{°}_1, \dots, \text{°}_7$ ver nota 1 na página 65

TABELA 4.02 : Temperaturas (°C) medidas no ensaio realizado com o lote nº 1 no trocador de calor montado com o arranjo nº 1, nas seguintes condições: temperatura teórica de pasteurização : 80.0 °C e vazão mássica média de leite de 18.5 g/s.

Temperaturas (°C)							
°_0	°_1	°_2	°_3	°_4	°_5	°_6	°_7
13.0	64.7	80.2	33.9	84.6	81.0	4.0	25.0
13.0	64.7	80.5	33.8	84.6	81.0	4.0	25.0
13.0	64.9	81.0	33.9	84.7	81.0	4.0	25.5
...
...
...
°_{m1}	13.0	64.8	80.6	33.9	84.6	81.0	4.0 25.2

°_{m1} : média das medidas °_i

$\text{°}_0, \text{°}_1, \dots, \text{°}_7$ ver nota 1 na página 65

TABELA 4.03 : Temperaturas (φ_i) medidas no ensaio realizado com o lote n^o 2 no trocador de calor montado com o arranjo n^o 1, nas seguintes condições: temperatura teórica de pasteurização : 75.0 °C e vazão mássica média de leite de 20.6 g/s.

Temperaturas (°C)								
φ_0	φ_1	φ_2	φ_3	φ_4	φ_5	φ_6	φ_7	
9.5	57.1	76.0	29.9	84.8	83.2	12.5	25.5	
9.5	57.4	76.1	29.9	84.9	84.2	12.5	25.5	
9.5	57.2	75.6	29.7	84.7	83.2	12.5	25.5	
9.5	57.3	76.0	29.7	84.9	83.5	12.5	25.5	
9.5	57.6	75.8	29.5	85.6 *	84.0	12.5	25.5	
...	
φ_{m1}	9.5	57.3	75.9	29.7	84.8	83.6	12.5	25.5

φ_{m1} : média das medidas φ_i

$\varphi_0, \varphi_1, \dots, \varphi_7$ ver nota 1 na página 65

TABELA 4.04 : Temperaturas (°C) medidas no ensaio realizado com o lote n^o 2 no trocador de calor montado com o arranjo n^o 1, nas seguintes condições: temperatura teórica de pasteurização : 80.0 °C e vazão mássica média de leite de 21.0 g/s.

Temperaturas (°C)								
°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	
9.5	59.8	78.9	29.9	90.3	88.9	12.0	27.0	
9.5	59.8	79.2	29.9	90.3	88.8	12.0	27.0	
9.5	60.5	79.3	29.9	90.3	88.5	12.0	27.0	
9.5	60.2	79.5	30.1	91.1	88.7	12.0	27.0	
9.5	60.1	79.2	29.9	91.0	88.9	12.0	27.0	
9.5	60.3	79.6	29.9	90.4	88.9	12.0	27.0	
°C	9.5	60.1	79.3	29.9	90.6	88.8	12.0	27.0

°C : média das medidas °C

°C , °C , ... °C ver nota 1 na página 65

TABELA 4.05 : Temperaturas (φ_i) medidas no ensaio realizado com o lote nº 3 no trocador de calor montado com o arranjo nº 1, nas seguintes condições: temperatura teórica de pasteurização : 85.0 °C e vazão mássica média de leite de 19.4 g/s.

Temperaturas (°C)								
φ_0	φ_1	φ_2	φ_3	φ_4	φ_5	φ_6	φ_7	
10.5	51.4	84.7	32.0	96.3	95.0	15.5	28.5	
10.5	51.6	85.0	32.1	96.3	95.0	15.5	28.5	
10.5	51.7	84.9	32.0	95.7	94.6	15.5	27.0	
10.5	51.7	84.6	32.1	96.3	95.0	14.5	26.5	
10.5	51.8	84.7	32.0	95.9	94.6	14.5	26.0	
10.5	51.7	84.5	32.0	95.7	94.6	14.5	26.0	
φ_{m1}	10.5	51.7	84.7	32.0	96.0	94.8	15.0	27.1

φ_{m1} : média das medidas φ_i

$\varphi_0, \varphi_1, \dots, \varphi_7$ ver nota 1 na página 65

TABELA 4.06 : Temperaturas ($\#_x$) medidas no ensaio realizado com o lote n^o 3 no trocador de calor montado com o arranjo n^o 1, nas seguintes condições: temperatura teórica de pasteurização : 85.0 °C e vazão mássica média de leite de 20.3 g/s.

Temperaturas (°C)							
$\#_0$	$\#_1$	$\#_2$	$\#_3$	$\#_4$	$\#_5$	$\#_6$	$\#_7$
10.5	51.3	83.4	31.9	94.9	93.3	15.5	28.5 *
10.5	51.0	83.4	31.7	94.9	93.0	17.0	25.0
10.5	51.0	83.3	31.7	94.8	93.1	17.0	25.0
11.0	50.7	83.5	31.8	94.8	93.0	15.0	25.0
11.0	50.7	83.4	31.8	95.3	93.5	15.0	25.0
11.0	50.6	83.4	31.8	95.6	93.9	15.0	25.0
$\#_{m1}$	10.8	50.9	83.4	31.8	95.1	93.3	15.8 25.0

$\#_{m1}$: média das medidas $\#_x$

$\#_0, \#_1, \dots, \#_7$ ver nota 1 na página 65

TABELA 4.07 : Temperaturas (φ_x) medidas no ensaio realizado com o lote nº 4 no trocador de calor montado com o arranjo nº 2, nas seguintes condições: temperatura teórica de pasteurização : 75.0 °C e vazão mássica média de leite de 18.4 g/s.

Temperaturas (°C)							
φ_0	φ_1	φ_2	φ_3	φ_4	φ_5	φ_6	φ_7
18.4	43.0	81.3	42.3	93.4	91.4	8.0	35.0 #
18.3	42.6	81.0	42.7	93.4	91.6	8.0	35.0
18.3	42.3	80.7	43.6	92.9 *	91.1	8.0	35.0
18.3	41.7	80.0	43.7	93.3	91.3	8.0	...
18.0 *	41.3	79.4	43.9	93.6	91.4	8.0	...
...
φ_{m1}	18.3	42.2	80.5	43.2	93.4	91.4	8.0 35.0

: a bomba de água gelada não funcionou

φ_{m1} : média das medidas φ_x

$\varphi_0, \varphi_1, \dots, \varphi_7$ ver nota 1 na página 65

TABELA 4.08 : Temperaturas ($\#_i$) medidas no ensaio realizado com o lote nº 4 no trocador de calor montado com o arranjo nº 2, nas seguintes condições: temperatura teórica de pasteurização : 85.0 °C e vazão mássica média de leite de 26.9 g/s.

Temperaturas (°C)							
$\#_0$	$\#_1$	$\#_2$	$\#_3$	$\#_4$	$\#_5$	$\#_6$	$\#_7$
17.7	40.1	83.0	44.4	99.0	96.0	5.0	36.5 #
17.7	40.2	83.8	45.0	99.7	95.8	5.0	36.5
17.7	40.4	83.5	45.2	99.3	97.3	5.0	36.5
17.8	40.0	87.5	44.7	99.5	94.9	5.0	36.5
17.7	40.6	83.6	45.3	99.1	97.0	5.0	...
17.7	40.0	87.1	44.9	98.9	95.4	5.0	...
$\#_{m\bar{x}}$	17.7	40.2	84.8	44.9	99.3	96.1	5.0 36.5

: a bomba de água gelada não funcionou

$\#_{m\bar{x}}$: média das medidas $\#_i$

$\#_0, \#_1, \dots, \#_7$ ver nota 1 na página 65

TABELA 4.09 : Temperaturas (°C) medidas no ensaio realizado com o lote nº 5 no trocador de calor montado com o arranjo nº 2, nas seguintes condições: temperatura teórica de pasteurização : 80.0 °C e vazão mássica média de leite de 42.4 g/s.

Temperaturas (°C)								
°_0	°_1	°_2	°_3	°_4	°_5	°_6	°_7	
18.3	55.2	79.2	40.2	84.3	82.4	10.0	12.5	
17.8	54.9	78.9	40.0	84.6	82.4	10.0	12.0	
17.9	54.9	79.6	40.0	84.3	82.4	10.0	12.0	
17.5	54.6	79.0	39.7	84.3	82.4	10.0	12.0	
...	
...	
°_{m1}	17.9	54.9	79.2	40.0	84.4	82.4	10.0	12.1

°_{m1} : média das medidas °_i

$\text{°}_0, \text{°}_1, \dots, \text{°}_7$ ver nota 1 na página 65

TABELA 4.10 : Temperaturas (φ_x) medidas no ensaio realizado com o lote nº 5 no trocador de calor montado com o arranjo nº 2, nas seguintes condições: temperatura teórica de pasteurização : 85.0 °C e vazão mássica média de leite de 41.2 g/s.

Temperaturas (°C)							
φ_0	φ_1	φ_2	φ_3	φ_4	φ_5	φ_6	φ_7
17.9	57.1	84.4	42.1 #	92.9	89.7	10.0	12.5
17.4	58.6 *	83.5	42.3 #	92.9	89.7	10.0	12.5
17.5	56.6	85.1	28.1	92.1	85.1	10.0	12.0
17.6	56.0	84.8	26.1	93.6	84.5	10.0	12.0
17.7	56.8	84.0	24.0	93.1	87.6	10.0	12.5
...
φ_{mI}	17.6	56.6	84.4	26.1	92.9	87.3	10.0 12.3

: a bomba de água gelada não funcionou

φ_{mI} : média das medidas φ_x

$\varphi_0, \varphi_1, \dots, \varphi_7$ ver nota 1 na página 65

TABELA 4.11 : Temperaturas ($\%_x$) medidas no ensaio realizado com o lote nº 6 no trocador de calor montado com o arranjo nº 2, nas seguintes condições: temperatura teórica de pasteurização : 80.0 °C e vazão mássica média de leite de 40.3 g/s.

Temperaturas (°C)								
$\%_0$	$\%_1$	$\%_2$	$\%_3$	$\%_4$	$\%_5$	$\%_6$	$\%_7$	
9.5	55.9	79.0	37.3 #	81.4	79.8 *	10.0	15.0 *	
9.5	55.7	79.6	37.1 #	82.0	80.7	10.0	11.0	
10.0	54.0	79.7	23.0 *	81.9	80.9	10.0	10.8	
10.0	52.7	79.1	19.6	81.9	80.8	10.0	11.0	
10.0	52.7	79.2	19.4	81.8	80.8	10.0	...	
10.0	51.9	79.3	19.1	82.0	80.9	10.0	...	
$\%_{m1}$	9.8	53.8	79.3	19.4	81.8	80.8	10.0	10.9

: a bomba de água gelada não funcionou

$\%_{m1}$: média das medidas $\%_x$

$\%_0, \%_1, \dots, \%_7$ ver nota 1 na página 65

TABELA 4.12 : Temperaturas (φ_i) medidas no ensaio realizado com o lote nº 6 no trocador de calor montado com o arranjo nº 2, nas seguintes condições: temperatura teórica de pasteurização : 85.0 °C e vazão mássica média de leite de 40.3 g/s.

Temperaturas (°C)							
φ_0	φ_1	φ_2	φ_3	φ_4	φ_5	φ_6	φ_7
10.0	54.1	84.7	20.8	86.9	85.7	10.0	12.6
10.0	54.4	84.5	21.1	86.3	85.1	10.0	13.0
10.0	54.1	84.1	21.5	86.1	85.0	10.0	13.5
10.0	54.4	84.1	21.7	86.7	85.6	10.0	13.6
10.0	54.7	83.9	21.9	86.6	85.5	10.0	13.7
10.0	54.7	83.4	22.0	86.2	85.2	10.0	13.9
φ_{m1}	10.0	54.4	84.1	21.5	86.5	85.4	13.4

φ_{m1} : média das medidas φ_i .

$\varphi_0, \varphi_1, \dots, \varphi_7$ ver nota 1 na página 65

TABELA 4.13 : Temperaturas (°C) medidas no ensaio realizado com o lote nº 7 no trocador de calor montado com o arranjo nº 2, nas seguintes condições: temperatura teórica de pasteurização : 80.0 °C e vazão mássica média de leite de 26.7 g/s.

Temperaturas (°C)								
°C	°C_1	°C_2	°C_3	°C_4	°C_5	°C_6	°C_7	
8.0	48.2	79.4	15.5	81.5	80.3	7.0	9.4	
8.0	48.4	79.5	15.4	81.1	80.0	7.0	9.5	
8.0	48.4	79.6	15.5	81.3	79.9	7.0	9.5	
8.0	48.3	79.7	15.6	81.1	80.3	7.0	9.6	
8.0	48.5	79.0	15.7	81.1	80.0	7.0	9.7	
8.0	47.2 *	79.7	15.7	81.1	80.0	7.0	9.8	
°C_{m1}	8.0	48.4	79.5	15.6	81.2	80.1	7.0	9.6

°C_{m1} : média das medidas °C_i

$\text{°C}_0, \text{°C}_1, \dots, \text{°C}_7$ ver nota 1 na página 65

TABELA 4.14 : Temperaturas (φ_x) medidas no ensaio realizado com o lote nº 7 no trocador de calor montado com o arranjo nº 2, nas seguintes condições: temperatura teórica de pasteurização : 85.0 °C e vazão mássica média de leite de 29.6 g/s.

Temperaturas (°C)								
φ_0	φ_1	φ_2	φ_3	φ_4	φ_5	φ_6	φ_7	
8.0	50.4	84.5	18.6	87.1	86.3	10.5	11.8	
8.0	50.9	84.6	18.6	87.0	86.4	10.5	12.0	
8.0	51.3	84.5	18.8	87.0	86.4	10.5	12.1	
8.0	51.1	84.4	19.0	87.1	86.4	10.5	12.3	
8.0	51.0	84.7	19.1	87.3	86.3	10.5	12.5	
8.0	51.4	84.0	19.3	87.3	86.3	10.5	12.5	
$\varphi_{m\bar{x}}$	8.0	51.0	84.5	18.9	87.1	86.4	10.5	12.2

$\varphi_{m\bar{x}}$: média das medidas φ_x

$\varphi_0, \varphi_1, \dots, \varphi_7$ ver nota 1 na página 65

TABELA 4.15 : Temperaturas (φ_i) medidas no ensaio realizado com o lote n^o 8 no trocador de calor montado com o arranjo n^o 1, nas seguintes condições: temperatura teórica de pasteurização : 75.0 °C e vazão mássica média de leite de 21.6 g/s.

Temperaturas (°C)								
φ_0	φ_1	φ_2	φ_3	φ_4	φ_5	φ_6	φ_7	
10.0	53.7	76.1	26.0 *	76.8	74.7	11.0	13.0	
10.0	54.0	75.0	27.1	75.8	75.0	11.0	13.6	
10.0	54.5	75.2	27.4	77.6	77.2	11.5	13.9	
10.0	55.3	76.4	27.7	78.6	77.9	11.5	14.2	
10.0	55.9	77.2	27.9	79.5	77.7	11.5	14.6	
...	...	77.2	28.2	79.3	77.0	12.0	14.7	
φ_{mi}	10.0	54.7	76.2	27.7	77.9	76.6	11.4	14.0

φ_{mi} : média das medidas φ_i

$\varphi_0, \varphi_1, \dots, \varphi_7$ ver nota 1 na página 65

TABELA 4.16 : Temperaturas (°C) medidas no ensaio realizado com o lote n^o 8 no trocador de calor montado com o arranjo n^o 1, nas seguintes condições: temperatura teórica de pasteurização : 80.0 °C e vazão mássica média de leite de 20.5 g/s.

Temperaturas (°C)								
°_0	°_1	°_2	°_3	°_4	°_5	°_6	°_7	
10.0	57.9	81.0 *	29.1	81.8	78.7	8.7	15.9	
10.0	57.7	79.9	29.1	80.8	81.5	8.9	16.0	
10.0	57.1	78.4 *	29.0	82.6	75.8 *	9.1	16.0	
10.0	57.1	79.9	28.0	82.0	81.2	...	16.1	
10.0	57.5	79.7	28.1	81.8	79.9	...	16.0	
10.0	57.7	80.1	28.0	82.1	79.9	
°_{m1}	10.0	57.5	79.9	28.6	81.9	80.2	8.9	16.0

°_{m1} : média das medidas °_i

$\text{°}_0, \text{°}_1, \dots, \text{°}_7$ ver nota 1 na página 65

TABELA 4.17 : Temperaturas ($\%_x$) medidas no ensaio realizado com o lote nº 8 no trocador de calor montado com o arranjo nº 1, nas seguintes condições: temperatura teórica de pasteurização : 85 °C e vazão mássica média do leite de 21.0 g/s.

Temperaturas (°C)								
$\%_0$	$\%_1$	$\%_2$	$\%_3$	$\%_4$	$\%_5$	$\%_6$	$\%_7$	
12.0	57.6	84.5	27.7	85.2	81.5	14.0	16.3	
12.0	57.8	83.0	27.4	85.4	83.5	14.0	16.4	
12.0	58.4	83.8	27.7	85.2	82.2	14.0	16.6	
12.0	59.3	85.0	28.3	86.2	83.1	14.0	16.7	
12.0	59.5	85.0	28.5	86.9	83.9	14.0	16.6	
12.0	59.5	84.3	28.5	86.4	83.1	14.0	16.7	
$\%_{m\bar{x}}$	12.0	58.7	84.3	28.0	85.9	82.9	14.0	16.6

$\%_{m\bar{x}}$: média das medidas $\%_x$

$\%_0, \%_1, \dots, \%_7$ ver nota 1 na página 65

TABELA 4.18 : Temperaturas ($\#_x$) medidas no ensaio realizado com o lote nº 9 no trocador de calor montado com o arranjo nº 2, nas seguintes condições: temperatura teórica de pasteurização : 75.0 °C e vazão mássica média de leite de 18.0 g/s.

Temperaturas (°C)								
$\#_0$	$\#_1$	$\#_2$	$\#_3$	$\#_4$	$\#_5$	$\#_6$	$\#_7$	
9.0	57.9	76.3	27.8	79.1	77.4	...	8.2	
9.0	57.2	75.5	28.0	77.6	76.4	...	8.4	
9.0	58.0	77.1 *	28.0	78.4	75.1	...	8.0	
9.0	57.6	75.8	28.0	77.8	75.9	...	7.9	
9.0	57.8	76.2	28.1	78.0	75.4	...	8.0	
9.0	58.1	75.9	28.1	77.6	74.9	...	8.1	
$\#_{mx}$	9.0	57.8	75.9	28.0	78.1	75.9	...	8.1

$\#_{mx}$: média das medidas $\#_x$.

$\#_0, \#_1, \dots, \#_7$ ver nota 1 na página 65

TABELA 4.19 : Temperaturas (°C) medidas no ensaio realizado com o lote nº 9 no trocador de calor montado com o arranjo nº 1, nas seguintes condições: temperatura teórica de pasteurização : 80.0 °C e vazão mássica média de leite de 17.8 g/s.

Temperaturas (°C)								
°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	
9.0	59.3	79.6	28.5	80.1	77.3 *	8.0	9.8	
9.0	57.2	79.3	28.2	80.9	79.8	8.0	9.9	
9.0	57.6	78.6	28.1	80.4	81.0	8.0	9.9	
9.0	58.0	78.9	28.4	80.7	80.4	8.0	9.8	
9.0	58.1	79.0	28.5	80.8	79.6	8.0	9.9	
9.0	58.7	78.9	28.5	82.0 *	81.1	8.0	9.8	
°C	9.0	58.2	79.1	28.4	80.6	80.4	8.0	9.9

°C : média das medidas °C

°C , °C , ... °C ver nota 1 na página 65

TABELA 4.20 : Temperaturas ($\%_i$) medidas no ensaio realizado com o lote nº 9 no trocador de calor montado com o arranjo nº 1, nas seguintes condições: temperatura teórica de pasteurização : 85.0 °C e vazão mássica média de leite de 17.2 g/s.

Temperaturas (°C)							
$\%_0$	$\%_1$	$\%_2$	$\%_3$	$\%_4$	$\%_5$	$\%_6$	$\%_7$
10.0	60.6	84.4	29.0	86.2	86.1	8.0	10.3
10.0	60.7	84.0	28.9	87.0	87.5	8.0	10.3
10.0	61.1	84.1	29.0	87.4	86.7	8.0	10.3
10.0	61.6	84.1	29.1	87.2	85.5	8.0	10.3
10.0	61.7	83.9	29.4	86.5	85.5	8.0	10.3
10.0	61.9	83.6	29.5	86.6	86.9	8.0	10.3
$\%_{m1}$	10.0	61.3	84.0	29.2	86.8	86.4	8.0 10.3

$\%_{m1}$: média das medidas $\%_i$.

$\%_0, \%_1, \dots, \%_7$ ver nota 1 na página 65

TABELA 4.21 : Temperaturas (°C) medidas no ensaio realizado com o lote nº 10 no trocador de calor montado com o arranjo nº 2, nas seguintes condições: temperatura teórica de pasteurização : 80.0 °C e vazão mássica média de leite de 42.0 g/s.

Temperaturas (°C)								
°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	
8.0	49.7	79.7	29.0	86.3	82.6	14.0	15.2	
8.0	50.1	79.0	28.3	86.0	83.0	15.5	16.6	
8.0	50.1	81.1	27.3	86.0	82.4	17.0	18.6	
8.0	50.7	80.8	26.7	86.1	82.9	17.8	19.4	
8.0	50.2	79.0	26.4	86.0	83.2	18.0	21.0	
8.0	51.5	80.6	26.4	86.4	83.5	
°C	8.0	50.4	80.0	27.4	86.1	82.9	16.5	18.2

°C : média das medidas °C

°C , °C , ... °C ver nota 1 na página 65

TABELA 4.22 : Temperaturas (φ_r) medidas no ensaio realizado com o lote n^o10 no trocador de calor montado com o arranjo n^o 2, nas seguintes condições: temperatura teórica de pasteurização : 85.0 °C e vazão mássica média de leite de 41.4 g/s.

Temperaturas (°C)								
φ_0	φ_1	φ_2	φ_3	φ_4	φ_5	φ_6	φ_7	
8.0	51.8	86.0	26.3	90.1	86.3	22.0	20.9	
8.0	52.9	85.4	26.2	89.6	84.0	22.0	21.1	
8.0	52.0	84.4	26.2	89.2	85.3	22.0	21.4	
8.0	52.0	85.7	26.2	90.0	86.5	22.5	22.0	
8.0	52.2	85.0	26.1	89.8	86.7	22.5	23.0	
8.0	52.4	84.5	26.1	89.7	86.7	22.5	22.8	
φ_{m1}	8.0	52.2	85.2	26.2	89.7	85.9	22.3	21.9

φ_{m1} : média das medidas φ_r

$\varphi_0, \varphi_1, \dots, \varphi_7$ ver nota 1 na página 65

TABELA 4.23 : Média das temperaturas de pasteurização (\bar{m}_2) em função do tempo real médio de retardamento (t_{rn}) para cada condição (T_1 , t_n) teórica de tratamento térmico.

T_1 (°C)	t_n (s)	Lote (n°)	\bar{m}_2 (°C)	t_{rn} (s)
75.0	16.0	1	76.2	16.0
		9	75.9	16.4
80.0	16.0	1	80.6	15.9
		9	79.1	16.5
85.0	16.0	3	84.7	15.1
		9	84.0	17.0
75.0	14.0	2	75.9	14.3
		8	76.2	13.7
80.0	14.0	2	79.3	14.0
		8	79.9	14.3
85.0	14.0	3	83.4	14.4
		8	84.3	14.0
80.0	15.0	4	80.5	15.1
		7	79.5	16.6
85.0	15.0	4	84.8	16.4
		7	84.5	14.9
80.0	11.0	5	79.2	10.5
		6	79.3	11.0
		10	80.0	10.5
85.0	11.0	5	84.4	10.7
		6	84.1	11.0
		10	85.2	10.7

TABELA 4.24 : Acidez, em graus Dornic (°D), do leite pasteurizado em função do tempo de armazenamento (TA) e do leite cru e seus respectivos valores médios, no lote nº 1.

T _{m2} (°C)	t _{rn} (s)	Amostra	Leite	Leite pasteurizado					
			cru	TA (dias)					
				2ª	5ª	6ª	7ª		
76.2	16.0	1	15.4	14.9	14.9	16.3	16.3		
			15.4	15.4	16.3	15.8	15.8		
		2	14.9	14.9	15.8	16.3	16.3		
			14.9	14.9	15.8	16.3	16.3		
		Valor Médio		15.2	15.0	15.7	16.2	16.2	
		80.6	15.9	1	15.4	14.9	15.8	16.3	15.4
					15.4	14.9	15.8	15.8	15.4
				2	14.9	16.3	16.3	15.8	15.4
14.9	15.4				16.3	15.8	15.4		
Valor Médio				15.2	15.4	16.1	15.9	15.4	

TABELA 4.25 : Acidez, em graus Dornic (ºD), do leite pasteurizado em função do tempo de armazenamento (TA) e do leite cru e seus respectivos valores médios, no lote nº 2.

T _{mz} (ºC)	t _{rn} (s)	Amostra	Leite	Leite pasteurizado					
			cru	TA (dias)					
				2ª	5ª	6ª	7ª		
75.9	14.3	1	14.4	15.4	14.9	14.9	15.4		
			15.4	15.4	15.4	14.9	15.4		
		2	14.4	15.4	14.4	14.9	14.4		
			14.9	15.4	14.9	15.4	14.4		
		Valor Médio			14.8	15.4	14.9	15.0	14.9
		79.3	14.0	1	14.4	15.4	14.9	15.4	15.4
15.4	14.9				14.9	15.4	15.4		
2	14.4			15.4	14.9	15.8	15.4		
	14.9			15.4	14.9	15.4	15.4		
Valor Médio				14.8	15.3	14.9	15.5	15.4	

TABELA 4.26 : Acidez, em graus Dornic ($^{\circ}$ D), do leite pasteurizado em função do tempo de armazenamento (TA) e do leite cru e seus respectivos valores médios, no lote nº 3.

φ_{m2} ($^{\circ}$ C)	t_{rn} (s)	Amostra	Leite	Leite pasteurizado				
			cru	TA (dias)				
				2 $^{\circ}$	5 $^{\circ}$	6 $^{\circ}$	7 $^{\circ}$	
84.7	15.1	1	16.3	15.4	16.8	15.4	15.8	
			16.3	16.3	16.8	16.3	16.3	
	2	17.3	16.3	16.3	15.8	15.8		
		17.3	16.3	16.3	15.8	16.3		
	Valor Médio			16.8	16.1	16.6	15.8	16.1
	83.4	14.4	1	16.3	16.3	16.3	16.3	16.3
16.3				16.3	15.4	16.3	15.8	
2		17.3	16.3	16.3	16.3	16.8		
		17.3	17.3	16.3	16.3	16.8		
Valor Médio			16.8	16.6	16.1	16.3	16.4	

TABELA 4.27 : Acidez, em graus Dornic ($^{\circ}D$), do leite pasteurizado em função do tempo de armazenamento (TA) e do leite cru e seus respectivos valores médios, no lote nº 4.

F _{m2} ($^{\circ}C$)	t _{rn} (s)	Amostra	Leite cru	Leite pasteurizado				
				TA (dias)				
				2 ^a	5 ^a	6 ^a	7 ^a	
80.5	15.1	1	15.4	15.4	14.9	15.4	15.4	
			15.4	15.8	14.9	15.4	15.4	
		2	15.8	15.4	15.4	15.4	15.8	
			15.8	15.4	15.4	15.4	16.3	
	Valor Médio		15.6	15.5	15.2	15.4	15.7	
	84.8	16.4	1	15.4	15.4	15.4	16.3	16.3
				15.4	15.8	15.4	16.3	16.3
			2	15.8	15.4	16.3	15.8	15.4
15.8				15.4	16.3	16.3	15.4	
Valor Médio		15.6	15.5	15.9	16.2	15.9		

TABELA 4.28 : Acidez, em graus Dornic (°D), do leite pasteurizado em função do tempo de armazenamento (TA) e do leite cru e seus respectivos valores médios, no lote nº 5.

Fmz (°C)	t _{cr} (s)	Amostra	Leite	Leite pasteurizado				
			cru	TA (dias)				
				2ª	5ª	6ª	7ª	
79.2	10.5	1	15.4	16.3	15.4	16.3	16.3	
			15.8	16.3	14.9	15.8	15.8	
		2	16.3	15.4	15.4	15.8	15.4	
			16.3	16.3	16.3	16.3	15.8	
		Valor Médio		16.0	16.1	15.5	16.1	15.8
		84.4	10.7	1	15.4	16.3	16.3	16.3
15.8	16.3				16.3	16.3	16.3	
2	16.3			15.8	15.8	16.3	16.8	
	16.3			15.8	15.4	16.8	16.3	
Valor Médio				16.0	16.1	16.0	16.4	16.3

TABELA 4.29 : Acidez, em graus Dornic (°D), do leite pasteurizado em função do tempo de armazenamento (TA) e do leite cru e seus respectivos valores médios, no lote nº 6.

Temperatura (°C)	Tempo (s)	Amostra	Leite	Leite pasteurizado				
			cru	TA (dias)				
				2ª	5ª	6ª	7ª	
79.3	11.0	1	15.9	16.4	16.4	17.3	16.4	
			15.9	16.4	16.8	16.8	16.4	
		2	16.4	16.4	16.4	17.3	16.4	
			16.4	16.4	16.8	15.4	16.8	
		Valor Médio		16.2	16.4	16.6	16.7	16.5
		84.1	11.0	1	15.9	16.4	16.8	17.8
15.9	15.9				16.8	17.3	16.8	
2	16.4			16.4	16.8	16.8	16.4	
	16.4			16.4	16.8	16.4	16.8	
Valor Médio				16.2	16.3	16.8	17.1	16.7

TABELA 4.30 : Acidez, em graus Dornic (°D), do leite pasteurizado em função do tempo de armazenamento (TA) e do leite cru e seus respectivos valores médios, no lote nº 7.

X _{m2} (°C)	t _{mn} (s)	Amostra	Leite cru	Leite pasteurizado					
				TA (dias)					
				2ª	5ª	6ª	7ª		
79.5	16.6	1	15.5	16.0	16.0	16.0	16.5		
			15.5	16.0	16.0	16.0	16.5		
		2	15.5	15.5	16.5	17.0	17.0		
			15.5	15.5	16.5	16.0	16.5		
		Valor Médio		15.5	15.8	16.3	16.3	16.6	
		84.5	14.9	1	15.5	16.0	16.0	16.0	16.0
					15.5	16.0	16.0	16.0	17.0
				2	15.5	15.0	16.0	17.0	17.0
15.5	15.5				16.0	16.0	17.0		
Valor Médio				15.5	15.6	16.0	16.3	16.8	

TABELA 4.31 : Acidez, em graus Dornic (°D), do leite pasteurizado em função do tempo de armazenamento (TA) e do leite cru e seus respectivos valores médios, no lote nº 8.

Φ _{m2} (°C)	t _{em} (s)	Amostra	Leite	Leite pasteurizado					
			cru	TA (dias)					
				2ª	5ª	6ª	7ª		
76.2	13.7	1	17.0	17.0	15.5	16.5	17.0		
			17.0	17.0	16.5	16.5	17.0		
		2	17.0	16.0	15.5	16.5	17.0		
			17.5	16.0	15.0	16.5	17.0		
		Valor Médio			17.1	16.5	15.6	16.5	17.0
		79.9	14.3	1	17.0	17.0	15.0	16.0	16.5
17.0	17.0				16.5	16.0	16.5		
2	17.0			16.0	16.0	16.5	17.0		
	17.5			16.5	16.5	16.5	16.0		
Valor Médio				17.1	16.6	16.0	16.3	16.5	
84.3	14.0			1	17.0	17.0	16.5	16.5	16.5
		17.0	17.0		16.5	16.5	17.0		
		2	17.0	17.0	16.0	17.0	16.0		
			17.5	17.0	17.0	16.5	16.0		
		Valor Médio			17.1	17.0	16.5	16.6	16.4

TABELA 4.32 : Acidez, em graus Dornic ($^{\circ}$ D), do leite pasteurizado em função do tempo de armazenamento (TA) e do leite cru e seus respectivos valores médios, no lote nº 9.

φ_{m2} ($^{\circ}$ C)	t_{rn} (s)	Amostra	Leite	Leite pasteurizado				
			cru	TA (dias)				
				2 $^{\circ}$	5 $^{\circ}$	6 $^{\circ}$	7 $^{\circ}$	
75.9	16.4	1	15.5	16.0	15.5	16.0	16.5	
			15.5	16.0	15.5	16.0	16.0	
	2	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0		
		15.0	16.0	16.0	16.5	16.5		
	Valor Médio			15.5	16.0	15.8	16.1	16.3
	79.1	16.5	1	15.5	16.0	16.0	16.5	16.0
15.5				15.5	16.0	17.0	16.0	
2		16.0	15.5	16.0	16.5	16.5		
		15.0	15.5	16.0	16.0	16.5		
Valor Médio			15.5	15.6	16.0	16.5	16.3	
84.0		17.0	1	15.5	16.0	15.5	16.5	16.5
	15.5			16.0	16.0	16.5	17.0	
	2	16.0	15.5	16.0	16.0	16.5		
		15.0	15.5	16.0	16.0	16.0		
	Valor Médio			15.5	15.8	15.9	16.3	16.5

TABELA 4.33 : Acidez, em graus Dornic ($^{\circ}$ D) do leite pasteurizado em função do tempo de armazenamento (TA) e do leite cru e seus respectivos valores médios, no lote nº 10.

$\%_{mz}$ ($^{\circ}$ C)	t_{rn} (s)	Amostra	Leite	Leite pasteurizado				
			cru	TA (dias)				
				2 $^{\circ}$	5 $^{\circ}$	6 $^{\circ}$	7 $^{\circ}$	
80.0	10.5	1	16.2	17.5	...	16.2	15.7	
			17.5	17.5	...	15.7	16.2	
		2	17.5	15.7	...	16.6	16.6	
			17.5	16.6	...	17.5	15.7	
		Valor Médio		17.2	16.8	...	16.5	16.1
		85.2	10.7	1	16.2	17.0	...	16.6
17.5	17.5				...	17.0	...	
2	17.5			17.0	...	17.0	16.6	
	17.5			16.6	...	17.0	16.2	
Valor Médio				17.2	17.0	...	16.9	16.3

TABELA 4.34 : Acidez, em graus Dornic ($^{\circ}$ D), do leite pasteurizado na usina em função do tempo de armazenamento (TA).

Amostra	TA (dias)			
	2 ^a	5 ^a	6 ^a	7 ^a
1	18.5	19.0	22.0	20.0
	18.5	20.0	22.0	20.0
2	19.0	19.0	18.0	18.0
	19.0	18.0	18.0	19.0
Valor. Médio	18.8	19.0	20.0	19.3

TABELA 4.35 : Valores de pH do leite pasteurizado no 2º dia de armazenamento e do leite cru.

T _{m2} (°C)	t _{rn} (s)	Lote (nº)	Amostra	pH	
				Leite Cru	Leite pasteurizado
76.2	16.0	1	1 2	6.76 6.78	6.80 6.77
80.6	15.9	1	1 2	6.76 6.78	6.75 6.76
75.9	14.3	2	1 2	6.81 6.79	6.79 6.78
79.3	14.0	2	1 2	6.81 6.79	6.81 6.81
84.7	15.1	3	1 2	6.70 6.76	6.73 6.73
83.4	14.4	3	1 2	6.70 6.76	6.72 6.71
80.5	15.1	4	1 2	6.77 6.77	6.76 6.76
84.8	16.4	4	1 2	6.77 6.77	6.77 6.76
79.2	10.5	5	1 2	6.68 6.75	6.75 6.75
84.4	10.7	5	1 2	6.68 6.75	6.72 6.73
79.3	11.0	6	1 2	6.75 6.77	6.75 6.75
84.1	11.0	6	1 2	6.75 6.77	6.76 6.74
79.5	16.6	7	1 2	6.80 6.78	6.78 6.80
84.5	14.9	7	1 2	6.80 6.78	6.79 6.80
76.2	13.7	8	1 2	6.72 6.72	6.73 6.72
79.9	14.3	8	1 2	6.72 6.72	6.75 6.74
84.3	14.0	8	1 2	6.72 6.72	6.72 6.65
75.9	16.4	9	1 2	6.77 6.81	6.80 6.81
79.1	16.5	9	1 2	6.77 6.81	6.81 6.81
84.0	17.0	9	1 2	6.77 6.81	6.81 6.81
80.0	10.5	10	1 2	6.43 6.46	6.35 6.39
85.2	10.7	10	1 2	6.43 6.46	6.47 6.49
Leite past. Usina			1 2	- -	6.87 6.87

TABELA 4.36 : Valores de densidade e seus respectivos valores corrigidos a temperatura de 15 °C do leite pasteurizado no 2º dia de armazenamento e do leite cru.

T _{m2} (°C)	t _{cr} (s)	Lote (nº)	Amostrá	Leitura		Densidade a 15°C	
				cru	past.	cru	past.
76.2	16.0	1	1	1.029	1.030	1.0295	1.0304
			2	1.030	1.030	1.0305	1.0305
80.6	15.9	1	1	1.029	1.029	1.0295	1.0295
			2	1.030	1.030	1.0305	1.0305
75.9	14.3	2	1	1.030	1.030	1.0305	1.0305
			2	1.030	1.030	1.0305	1.0305
79.3	14.0	2	1	1.030	1.030	1.0305	1.0305
			2	1.030	1.029	1.0305	1.0295
84.7	15.1	3	1	1.032	1.032	1.0318	1.0320
			2	1.032	1.032	1.0318	1.0320
83.4	14.4	3	1	1.032	1.031	1.0318	1.0314
			2	1.032	1.031	1.0318	1.0314
80.5	15.1	4	1	1.030	1.031	1.0305	1.0316
			2	1.031	1.030	1.0315	1.0307
84.8	16.4	4	1	1.030	1.030	1.0305	1.0307
			2	1.031	1.030	1.0315	1.0307
79.2	10.5	5	1	1.031	1.030	1.0321	1.0311
			2	1.030	1.029	1.0311	1.0302
84.4	10.7	5	1	1.031	1.030	1.0321	1.0313
			2	1.030	1.031	1.0311	1.0323
79.3	11.0	6	1	1.030	1.029	1.0307	1.0298
			2	1.029	1.029	1.0297	1.0298
84.1	11.0	6	1	1.030	1.029	1.0307	1.0299
			2	1.029	1.030	1.0297	1.0309
79.5	16.6	7	1	1.032	1.032	1.0318	1.0318
			2	1.032	1.032	1.0318	1.0318
84.5	14.9	7	1	1.032	1.032	1.0318	1.0318
			2	1.032	1.032	1.0318	1.0318
76.2	13.7	8	1	1.030	1.030	1.0313	1.0313
			2	1.030	1.030	1.0313	1.0313
79.9	14.3	8	1	1.030	1.030	1.0313	1.0313
			2	1.030	1.030	1.0313	1.0313
84.3	14.0	8	1	1.030	1.030	1.0313	1.0313
			2	1.030	1.030	1.0313	1.0313
75.9	16.4	9	1	1.031	1.031	1.0306	1.0306
			2	1.031	1.031	1.0308	1.0307
79.1	16.5	9	1	1.031	1.031	1.0306	1.0306
			2	1.031	1.031	1.0308	1.0306
84.0	17.0	9	1	1.031	1.031	1.0306	1.0308
			2	1.031	1.031	1.0308	1.0308
80.0	10.5	10	1	1.030	1.030	1.0317	1.0317
			2	1.030	1.030	1.0317	1.0318
85.2	10.7	10	1	1.030	1.029	1.0317	1.0309
			2	1.030	1.029	1.0317	1.0310
Leite past. Usina			1	-	1.032	-	1.0325
			2	-	1.032	-	1.0322

TABELA 4.37 : Testes de Fosfatase Alcalina e Peroxidase no leite pasteurizado no 2º dia de armazenamento

#mz (°C)	t _{cm} (s)	Lote (nº)	Amostra	Fosfatase Alcalina	Peroxidase
76.2	16.0	1	1 2	Negativo Negativo	Positivo Positivo
80.6	15.9	1	1 2	Negativo Negativo	Positivo Positivo
75.9	14.3	2	1 2	Negativo Negativo	Positivo Positivo
79.3	14.0	2	1 2	Negativo Negativo	Positivo Positivo
84.7	15.1	3	1 2	Negativo Negativo	Negativo Negativo
83.4	14.4	3	1 2	Negativo Negativo	Negativo Negativo
80.5	15.1	4	1 2	Negativo Negativo	Positivo Negativo
84.8	16.4	4	1 2	Negativo Negativo	Negativo Negativo
79.2	10.5	5	1 2	Negativo Negativo	Positivo Positivo
84.4	10.7	5	1 2	Negativo Negativo	Positivo Negativo
79.3	11.0	6	1 2	Negativo Negativo	Positivo Positivo
84.1	11.0	6	1 2	Negativo Negativo	Positivo Positivo
79.5	16.6	7	1 2	Negativo Negativo	Positivo Positivo
84.5	14.9	7	1 2	Negativo Negativo	Negativo Negativo
76.2	13.7	8	1 2	Negativo Negativo	Positivo Positivo
79.9	14.3	8	1 2	Negativo Negativo	Positivo Negativo
84.3	14.0	8	1 2	Negativo Negativo	Negativo Negativo
75.9	16.4	9	1 2	Negativo Negativo	Positivo Positivo
79.1	16.5	9	1 2	Negativo Negativo	Positivo Positivo
84.0	17.0	9	1 2	Negativo Negativo	Negativo Negativo
80.0	10.5	10	1 2	Negativo Negativo	Positivo Negativo
85.2	10.7	10	1 2	Negativo Negativo	Positivo Positivo
Leite past.Usina			1 2	Negativo Negativo	Positivo Positivo
			1 2	Negativo Negativo	Positivo Positivo

TABELA 4.38 : Concentração de microorganismos mesófilos (M_m), determinada no lote nº 1, pelo Método de Contagem Padrão em Placas, no leite pasteurizado em função do tempo de armazenamento (TA) e no leite cru.

\bar{y}_{m2} (°C)	t_{rn} (s)	TA (dias)	leite cru			leite pasteurizado							
			colônias/ml		M_m nº/ml leite	colônias/ml		M_m nº/ml leite					
			diluição C	D		A	B		C	D			
76.2	16.0	2ª	3	0		89	15	3	0				
			10	5	6.5×10^4	5	2	4	1	8.9×10^3			
		5ª					inc	0	inc	0			
							10	2	0	0	$>1.0 \times 10^3$		
		6ª					6	4	0	17			
							2	0	14	0	4.0×10^2		
		7ª					3	3	9	0			
							0	2	0	0	1.5×10^2		
		80.6	15.9	2ª	3	0		75	15	13	1		
					10	5	6.5×10^4	54	8	0	0	6.5×10^3	
				5ª					19	0	2	3	
									inc	3	0	2	$>1.9 \times 10^3$
6ª							0	A.L	0	inc			
							146	5	14	0	1.5×10^4		
7ª							62	0	0	0			
							0	1	0	0	6.2×10^3		

diluições

A = 10^{-2} C = 10^{-4} B = 10^{-3} D = 10^{-5}

TABELA 4.39 : Concentração de microorganismos mesófilos (M_m), determinada no lote nº 2, pelo Método de Contagem Padrão em Placas, no leite pasteurizado em função do tempo de armazenamento (TA) e no leite cru.

φ_{m2} (°C)	t_{rn} (s)	TA (dias)	leite cru			leite pasteurizado					
			colônias/ml		M_m nº/ml leite	colônias/ml					
			diluição			diluição					
C	D	A	B	C	D	M_m nº/ml leite					
75.9	14.3	2ª	83	29	78	7	A.L	0			
			108	24	9.6x10 ⁵	72	4	0	0	7.5x10 ³	
		5ª				33	inc	inc	2		
						25	3	1	2	2.9x10 ³	
		6ª				8	2	0	1		
						1	0	0	1	4.5x10 ²	
		7ª				3	2	0	0		
						5	0	0	0	4.0x10 ²	
		79.3	14.0	2ª	83	29	5	0	3	17	
					108	24	9.6x10 ⁵	13	2	0	21
5ª						inc	1	5	0		
						1	0	0	inc	>1.0x10 ²	
6ª						3	0	0	0		
						2	0	0	0	2.5x10 ²	
7ª						2	0	1	0		
						4	0	0	0	3.0x10 ²	

diluições

A = 10⁻²C = 10⁻⁴B = 10⁻³D = 10⁻⁵

TABELA 4.40 : Concentração de microorganismos mesófilos (M_m), determinada no lote nº 3, pelo Método de Contagem Padrão em Placas, no leite pasteurizado em função do tempo de armazenamento (TA) e no leite cru.

$\%m_2$ ($\%C$)	t_{rn} (s)	TA (dias)	leite cru			leite pasteurizado							
			colônias/ml		M_m nº/ml leite	colônias/ml				M_m nº/ml leite			
			diluição C	D		A	B	C	D				
84.7	15.1	2 ^a	95	12		10	0	0	0				
			70	6	8.3×10^5	A.L	0	1	1	1.0×10^3			
		5 ^a					0	0	0	A.L			
							0	0	0	0	$<1.0 \times 10^2$		
		6 ^a					0	0	0	0			
							8	0	0	0	4.0×10^2		
		7 ^a					4	46	14	5			
							0	0	0	0	4.6×10^4		
		83.4	14.4	2 ^a	95	12		1	0	1	0		
					70	6	8.3×10^5	20	3	9	0	1.1×10^3	
				5 ^a					0	2	0	inc	
									0	inc	0	1	$<1.0 \times 10^2$
6 ^a							0	inc	0	0			
							0	0	inc	inc	$<1.0 \times 10^2$		
7 ^a							0	0	17	0			
							0	7	0	0	$<1.0 \times 10^2$		

diluições A = 10^{-2} C = 10^{-4}
 B = 10^{-3} D = 10^{-5}

TABELA 4.41 : Concentração de microorganismos mesófilos (M_m), determinada no lote nº 4, pelo Método de Contagem Padrão em Placas, no leite pasteurizado em função do tempo de armazenamento (TA) e no leite cru.

\bar{x}_{m2} ($^{\circ}C$)	t_{rn} (s)	TA (dias)	leite cru			leite pasteurizado						
			colônias/ml diluição		M_m n $^{\circ}$ /ml leite	colônias/ml diluição				M_m n $^{\circ}$ /ml leite		
			C	D		A	B	C	D			
80.5	15.1	2 $^{\circ}$	113	15		2	0	6	1			
			A.L	6	1.1×10^4	0	0	0	0	1.0×10^2		
		5 $^{\circ}$					0	0	1	40		
							0	0	0	0	4.0×10^4	
		6 $^{\circ}$					A.L	A.L	A.L	A.L		
							A.L	A.L	A.L	A.L	A.L	
		7 $^{\circ}$					0	0	0	0		
							A.L	0	0	0	$< 1.0 \times 10^2$	
		84.8	16.4	2 $^{\circ}$	113	15		0	0	0	1	
					A.L	6	1.1×10^4	0	8	0	0	$< 1.0 \times 10^2$
5 $^{\circ}$							0	inc	1	0		
							466	0	0	4	2.3×10^4	
6 $^{\circ}$							0	A.L	0	0		
							A.L	0	A.L	0	$< 1.0 \times 10^2$	
7 $^{\circ}$							0	0	0	0		
							0	0	0	0	$< 1.0 \times 10^2$	

diluições

A = 10^{-2} C = 10^{-4} B = 10^{-3} D = 10^{-5}

TABELA 4.42 : Concentração de microorganismos mesófilos (M_m), determinada no lote nº 5, pelo Método de Contagem Padrão em Placas, no leite pasteurizado em função do tempo de armazenamento (TA) e no leite cru.

$\%_{m2}$ (°C)	t_{rn} (s)	TA (dias)	leite cru			leite pasteurizado						
			colônias/ml diluição		M_m nº/ml leite	colônias/ml diluição				M_m nº/ml leite		
			C	D		A	B	C	D			
79.2	10.5	2ª	6	0	9.1×10^5	15	4	0	0	3.8×10^3		
			91	0		38	6	0	0			
		5ª	21	2	0	0	3.1×10^3					
			31	2	A.L	inc						
		6ª	4	2	0	0	5.0×10^2					
			6	1	1	0						
		7ª	11	0	2	1	1.7×10^3					
			22	3	0	0						
		84.4	10.7	2ª	6	0	9.1×10^5	0	0	0	50	5.0×10^6
					91	0		0	14	1	1	
				5ª	20	3	0	0	$>2.0 \times 10^3$			
					inc	2	18	0				
6ª	0			0	0	0	1.5×10^2					
	3			0	0	0						
7ª	4			3	0	0	2.5×10^3					
	1			0	0	7						

diluições

A = 10^{-2} C = 10^{-4} B = 10^{-3} D = 10^{-5}

TABELA 4.43 : Concentração de microorganismos mesófilos (M_m), determinada no lote nº 6, pelo Método de Contagem Padrão em Placas, no leite pasteurizado em função do tempo de armazenamento (TA) e no leite cru.

γ_{m2} (°C)	t_{rn} (s)	TA (dias)	leite cru			leite pasteurizado						
			colônias/ml diluição		M_m nº/ml leite	colônias/ml diluição				M_m nº/ml leite		
			C	D		A	B	C	D			
79.3	11.0	2ª	2	1		8	1	0	0			
			0	0	1.0×10^4	3	1	1	1	5.5×10^2		
		5ª					2	1	0	2		
							0	0	0	0	1.0×10^2	
		6ª					9	1	0	0		
							1	1	1	0	5.0×10^2	
		7ª					0	0	0	0		
							0	0	0	0	$< 1.0 \times 10^2$	
		84.1	11.0	2ª	2	1		0	0	0	0	
					0	0	1.0×10^4	4	0	0	0	2.0×10^2
5ª							2	0	0	0		
							0	1	0	0	1.0×10^2	
6ª							4	0	0	0		
							0	0	0	2	2.0×10^2	
7ª							0	0	1	0		
							0	0	0	0	$< 1.0 \times 10^2$	

diluições A = 10^{-2} C = 10^{-4}
 B = 10^{-3} D = 10^{-5}

TABELA 4.44 : Concentração de microorganismos mesófilos (M_m), determinada no lote nº 7, pelo Método de Contagem Padrão em Placas, no leite pasteurizado em função do tempo de armazenamento (TA) e no leite cru.

\bar{x}_{m2} (°C)	t_{rn} (s)	TA (dias)	leite cru			leite pasteurizado						
			colônias/ml diluição		M_m nº/ml leite	colônias/ml diluição				M_m nº/ml leite		
			C	D		A	B	C	D			
79.5	16.6	2ª	89	8	8.4×10^5	51	8	0	0	6.4×10^3		
			79	22		77	11	2	0			
		5ª	19	4	0	0	1.3×10^3					
			7	0	0	1						
		6ª	80	20	3	0	1.5×10^4					
			215	24	1	0						
		7ª	5	5	2	0	1.3×10^3					
			21	3	1	2						
		84.5	14.9	2ª	89	8	8.4×10^5	7	0	0	0	3.5×10^2
					79	22		0	0	0	0	
				5ª	1	1	0	1	5.0×10^1			
					0	0	0	0				
6ª	40			2	0	0	7.0×10^3					
	100			2	1	1						
7ª	13			0	0	0	1.0×10^3					
	7			2	0	3						
diluições				A = 10^{-2}		C = 10^{-4}						
				B = 10^{-3}		D = 10^{-5}						

TABELA 4.46 : Concentração de microorganismos mesófilos (M_m), determinada no lote nº 9, pelo Método de Contagem Padrão em Placas, no leite pasteurizado em função do tempo de armazenamento (TA) e no leite cru.

$\%m_2$ (°C)	t_{rn} (s)	TA (dias)	leite cru			leite pasteurizado				M_m nº/ml leite		
			colônias/ml		M_m nº/ml leite	colônias/ml						
			diluuição			diluuição						
C	D	A	B	C	D							
75.9	16.4	2ª	inc	inc		inc	inc	112	25			
			49	8	$>4.9 \times 10^5$	inc	inc	40	12	1.3×10^4		
		5ª				42	0	2	0			
						186	25	2	0	1.6×10^4		
		6ª				114	10	2	0			
						30	14	1	0	7.2×10^3		
		7ª				36	4	0	0			
						159	12	2	0	9.8×10^3		
		79.1	16.5	2ª	inc	inc		inc	inc	inc	inc	
					49	8	$>4.9 \times 10^5$	inc	inc	inc	inc	inc
				5ª				30	2	0	1	
								33	5	0	0	3.2×10^3
6ª						59	7	0	0			
						74	6	0	0	6.7×10^3		
7ª						11	2	0	0			
						36	7	2	0	3.6×10^3		
84.0	17.0			2ª	inc	inc		0	0	0	0	
					49	8	$>4.9 \times 10^5$	inc	241	36	16	1.5×10^5
				5ª				18	2	0	0	
								1	0	0	0	9.5×10^2
		6ª				20	4	0	0			
						35	3	0	0	3.5×10^3		
		7ª				2	0	1	0			
						3	0	0	0	2.5×10^2		
		diluições			A = 10^{-2}		C = 10^{-4}					
					B = 10^{-3}		D = 10^{-5}					

TABELA 4.47 : Concentração de microorganismos mesófilos (M_m), determinada no lote nº 10, pelo Método de Contagem Padrão em Placas, no leite pasteurizado em função do tempo de armazenamento (TA) e no leite cru.

$\%_{m2}$ (°C)	t_{rn} (s)	TA (dias)	leite cru			leite pasteurizado				M_m nº/ml leite		
			colônias/ml		M_m nº/ml leite	colônias/ml						
			diluição			diluição						
C	D		A	B	C	D						
80.0	10.5	2ª	7	3		63	7	4	0			
			3	4	5.0×10^4	20	12	5	3	6.3×10^3		
		5ª				5	A.L.	9	9			
						12	5	0	0	8.5×10^2		
		6ª				5	10	3	1			
						2	3	2	0	3.5×10^2		
		7ª				12	3	0	0			
						12	2	1	0	1.2×10^3		
		85.2	10.7	2ª	7	3		3	1	2	0	
					3	4	5.0×10^4	6	3	7	1	4.5×10^2
5ª						10	5	7	10			
						10	A.L.	6	8	1.0×10^3		
6ª						6	9	11	1			
						4	1	4	0	5.0×10^2		
7ª						5	A.L.	5	2			
						2	0	0	0	3.5×10^2		

diluições

A = 10^{-2} C = 10^{-4} B = 10^{-3} D = 10^{-5}

TABELA 4.48 : Concentração de microorganismos mesófilos (M_m), determinada no leite pasteurizado na Usina, pelo Método de Contagem Padrão em Placas, em função do tempo de armazenamento (TA).

TA (dias)	Colônias/ml diluição				M_m ne/ml leite
	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	
2ª	14	A.L	1	0	
	43	8	4	0	4.3×10^3
	25	32	11	8	
	9	18	1	2	1.3×10^4
5ª	inc	29	0	0	
	193	13	4	2	2.0×10^4
	inc	2	1	0	
	276	26	10	0	1.9×10^4
6ª	inc	4	1	7	
	inc	1	1	4	5.5×10^5
	251	0	0	0	
	22	5	16	1	1.4×10^4
7ª	inc	inc	19	1	
	inc	142	14	2	$>1.4 \times 10^5$
	inc	152	33	4	
	inc	inc	inc	45	$>2.4 \times 10^5$

TABELA 4.49 : Concentração de microorganismos psicotróficos (M_p) determinada pelo Método de Contagem Padrão em Placas, no leite pasteurizado no 2º dia de armazenamento.

T_{m2} (°C)	t_{rn} (s)	Lote (nº)	Colônias/ml diluição			M_p nº/ml leite
			10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	
76.2	16.0	1	0 0	0 0	0 0	<10
80.6	15.9	1	1 0	0 0	0 0	5
75.9	14.3	2	0 0	0 0	0 0	<10
79.3	14.0	2	0 0	0 0	0 0	<10
84.7	15.1	3	0 0	0 0	0 0	<10
83.4	14.4	3	0 0	0 0	0 0	<10
80.5	15.1	4	0 0	0 0	0 0	<10
84.8	16.4	4	0 0	0 0	0 0	<10
79.2	10.5	5	17 2	0 0	0 0	95
84.4	10.7	5	0 0	0 0	0 0	<10
79.3	11.0	6	0 0	0 0	0 0	<10
84.1	11.0	6	0 0	0 0	0 0	<10
79.5	16.6	7	3 4	0 0	0 0	35
84.5	14.9	7	0 0	0 0	0 0	<10
76.2	13.7	8	0 5	0 0	0 0	25
79.9	14.3	8	3 0	0 0	0 0	15
84.3	14.0	8	0 4	0 0	0 0	20
75.9	16.4	9	28 0	9 0	0 0	280
79.1	16.5	9	0 3	0 0	0 0	15
84.0	17.0	9	0 0	0 0	0 0	<10
80.0	10.5	10	1 0	0 2	0 0	5
85.2	10.7	10	0 0	2 9	0 2	<10
Leite pasteurizado Usina			30 6	3 2	7 2	300
			58 20	6 2	0 0	580

TABELA 4.50 : Concentração de microorganismos do grupo coliforme (M_c) no leite pasteurizado no 2º dia de armazenamento.

T _m (°C)	t _{pp} (s)	Lote (nº)	Colônias/volume diluição		M _c n ^o /ml leite
			2 ml	1 ml	
76.2	16.0	1	0 0	0 0	<0.5
80.6	15.9	1	0 0	0 0	<0.5
75.9	14.3	2	0 0	0 0	<0.5
79.3	14.0	2	0 0	0 1	<0.5
84.7	15.1	3	0 0	0 0	<0.5
83.4	14.4	3	1 0	0 0	0.3
80.5	15.1	4	0 0	0 0	<0.5
84.8	16.4	4	0 0	0 0	<0.5
79.2	10.5	5	0 0	0 0	<0.5
84.4	10.7	5	0 0	0 0	<0.5
79.3	11.0	6	0 0	0 0	<0.5
84.1	11.0	6	0 0	0 4	<0.5
79.5	16.6	7	0 0	0 0	<0.5
84.5	14.9	7	1 0	0 0	0.3
76.2	13.7	8	0 0	0 0	<0.5
79.9	14.3	8	0 0	0 0	<0.5
84.3	14.0	8	0 0	0 0	<0.5
75.9	16.4	9	27 8	1 0	18
79.1	16.5	9	1 0	1 0	0.3
84.0	17.0	9	0 0	0 0	<0.5
80.0	10.5	10	0 0	0 0	<0.5
85.2	10.7	10	0 0	0 0	<0.5
Leite pasteurizado Usina			0 0	0 0	<0.5
			0 0	0 0	<0.5

TABELA 4.51 : Temperaturas ($^{\circ}\text{C}$) das amostras de controle (CT) em função do tempo de armazenamento (TA).

Lote	TA (dias)			
	2 ^a	5 ^a	6 ^a	7 ^a
1	6.5	2.0	3.5	2.0
2	5.0	2.0	2.5	6.0
3	3.5	3.5	2.0	3.0
4	3.0	3.0	2.5	3.5
5	6.0	5.0	4.0	5.0
6	3.9	5.0	3.5	3.5
7	2.5	2.0	3.0	3.5
8	3.9	4.0	3.0	4.0
9	3.2	3.0	2.0	2.0
10	3.0	2.0	2.5	2.0
leite past. da Usina	12.5*	10.0	9.0	7.0

* = valor superior ao permitido pela legislação vigente [7]

TABELA 4.52 : Valores médios de Acidez, em graus Dornic, do leite pasteurizado em função do tempo de armazenamento (TA) e do leite cru.

T _{m2} (°C)	t _{rn} (s)	Lote (nº)	Leite Cru	leite pasteurizado TA (dias)			
				2ª	5ª	6ª	7ª
76.2	16.0	1	15.2	15.0	15.7	16.2	16.2
75.9	16.4	9	15.5	16.0	15.8	16.1	16.3
80.6	15.9	1	15.2	15.4	16.1	15.9	15.4
79.1	16.5	9	15.5	15.6	16.0	16.5	16.3
84.7	15.1	3	16.8	16.1	16.6	15.8	16.1
84.0	17.0	9	15.5	15.8	15.9	16.3	16.5
75.9	14.3	2	14.8*	15.4	14.9*	15.0	14.9*
76.2	13.7	8	17.1	16.5	15.6	16.5	17.0
79.3	14.0	2	14.8*	15.3	14.9*	15.5	15.4
79.9	14.3	8	17.1	16.6	16.0	16.3	16.5
83.4	14.4	3	16.8	16.6	16.1	16.3	16.4
84.3	14.0	8	17.1	17.0	16.5	16.6	16.4
80.5	15.1	4	15.6	15.5	15.2	15.4	15.7
79.5	16.6	7	15.5	15.8	16.3	16.3	16.6
84.8	16.4	4	15.6	15.5	15.9	16.2	15.9
84.5	14.9	7	15.5	15.6	16.0	16.3	16.8
79.2	10.5	5	16.0	16.1	15.5	16.1	15.8
79.3	11.0	6	16.2	16.4	16.6	16.7	16.5
80.0	10.5	10	17.2	16.8	...	16.5	16.1
84.4	10.7	5	16.0	16.1	16.0	16.4	16.3
84.1	11.0	6	16.2	16.3	16.8	17.1	16.7
85.2	10.7	10	17.2	17.0	...	16.9	16.3
Leite pasteurizado Usina				18.8	19.0	20.0	19.3

* = valor abaixo do limite permitido pela legislação vigente [7]

TABELA 4.53 : Valores médios de pH do leite pasteurizado no 2º dia de armazenamento e do leite cru.

T_{m2} (°C)	t_{rn} (s)	Lote (nº)	Leite Cru	Leite Pasteurizado
76.2	16.0	1	6.77	6.79
75.9	16.4	9	6.79	6.81
80.6	15.9	1	6.77	6.76
79.1	16.5	9	6.79	6.81
84.7	15.1	3	6.73	6.73
84.0	17.0	9	6.79	6.81
75.9	14.3	2	6.80	6.79
76.2	13.7	8	6.72	6.73
79.3	14.0	2	6.80	6.81
79.9	14.3	8	6.72	6.75
83.4	14.4	3	6.73	6.72
84.3	14.0	8	6.72	6.69
80.5	15.1	4	6.77	6.76
79.5	16.6	7	6.79	6.79
84.8	16.4	4	6.77	6.77
84.5	14.9	7	6.79	6.80
79.2	10.5	5	6.72	6.75
79.3	11.0	6	6.76	6.75
80.0	10.5	10	6.45	6.37
84.4	10.7	5	6.72	6.73
84.1	11.0	6	6.76	6.75
85.2	10.7	10	6.45	6.48
Leite pasteurizado Usina				6.87

TABELA 4.54 : Valores médios de densidade a 15 °C em g/cm³ do leite pasteurizado no 2^a dia de armazenamento e do leite cru.

γ_{m2} (°C)	t_{rn} (s)	Lote (n ^o)	Leite Cru	Leite Pasteurizado
76.2	16.0	1	1.0300	1.0305
75.9	16.4	9	1.0307	1.0307
80.6	15.9	1	1.0300	1.0300
79.1	16.5	9	1.0307	1.0306
84.7	15.1	3	1.0318	1.0320
84.0	17.0	9	1.0307	1.0308
75.9	14.3	2	1.0305	1.0305
76.2	13.7	8	1.0313	1.0313
79.3	14.0	2	1.0305	1.0300
79.9	14.3	8	1.0313	1.0313
83.4	14.4	3	1.0318	1.0314
84.3	14.0	8	1.0313	1.0313
80.5	15.1	4	1.0310	1.0312
79.5	16.6	7	1.0318	1.0318
84.8	16.4	4	1.0310	1.0307
84.5	14.9	7	1.0318	1.0318
79.2	10.5	5	1.0316	1.0307
79.3	11.0	6	1.0302	1.0298
80.0	10.5	10	1.0317	1.0318
84.4	10.7	5	1.0316	1.0318
84.1	11.0	6	1.0302	1.0304
85.2	10.7	10	1.0317	1.0310
Leite pasteurizado Usina				1.0324

TABELA 4.55 : Resultados finais dos Testes de Fosfatase Alcalina e Peroxidase no leite pasteurizado no 2º dia de armazenamento(ver Figura 5).

$\%_{mz}$ ($^{\circ}C$)	t_{rn} (s)	Lote (nº)	Fosfatase Alcalina	Peroxidase
76.2	16.0	1	negativo	positivo
75.9	16.4	9	negativo	positivo
80.6	15.9	1	negativo	positivo
79.1	16.5	9	negativo	positivo
84.7	15.1	3	negativo	negativo *
84.0	17.0	9	negativo	negativo *
75.9	14.3	2	negativo	positivo
76.2	13.7	8	negativo	positivo
79.3	14.0	2	negativo	positivo
79.9	14.3	8	negativo	positivo
83.4	14.4	3	negativo	negativo *
84.3	14.0	8	negativo	negativo *
80.5	15.1	4	negativo	positivo
79.5	16.6	7	negativo	positivo
84.8	16.4	4	negativo	negativo *
84.5	14.9	7	negativo	negativo *
79.2	10.5	5	negativo	positivo
79.3	11.0	6	negativo	positivo
80.0	10.5	10	negativo	positivo
84.4	10.7	5	negativo	positivo
84.1	11.0	6	negativo	positivo
85.2	10.7	10	negativo	positivo
Leite pasteurizado Usina			negativa	positivo

* = resultados não permitidos pela legislação vigente [7]

TABELA 4.56 : Resultados Finais de concentração de microorganismos mesófilos (M_m) por mililitro de leite pasteurizado em função do tempo de armazenamento (TA) e do leite cru (ver Figuras 6 a 13).

$\%m_2$ ($\%C$)	t_{rn} (s)	Lote (n ^o)	Leite Cru	leite pasteurizado TA (dias)			
				2 ^a	5 ^a	6 ^a	7 ^a
76.2	16.0	1	6.5xE4	8.9xE3	>1.0xE3	4.0xE2	1.5xE2
75.9	16.4	9	>4.9xE5*	1.3xE6*	1.6xE4	7.2xE3	9.8xE3
80.6	15.9	1	6.5xE4	6.5xE3	>1.9xE3	1.5xE4	6.2xE3
79.1	16.5	9	>4.9xE5*	inc.*	3.2xE3	6.7xE3	3.6xE3
84.7	15.1	3	8.3xE5*	1.0xE3	<1.0xE2	4.0xE2	4.6xE4*
84.0	17.0	9	>4.9xE5*	1.5xE5*	9.5xE2	3.5xE3	2.5xE2
75.9	14.3	2	9.6xE5*	7.5xE3	2.9xE3	4.5xE2	4.0xE2
76.2	13.7	8	1.6xE5	8.8xE3	2.1xE4	1.2xE4	6.2xE3
79.3	14.0	2	9.6xE5*	9.0xE2	>1.0xE2	2.5xE2	3.0xE2
79.9	14.3	8	1.6xE5	1.3xE3	2.0xE3	3.1xE3	2.9xE3
83.4	14.4	3	8.3xE5*	1.1xE3	<1.0xE2	<1.0xE2	<1.0xE2
84.3	14.0	8	1.6xE5	7.0xE2	7.5xE2	4.6xE3	3.4xE3
80.5	15.1	4	1.1xE6*	1.0xE2	4.0xE6*	A.L	<1.0xE2
79.5	16.6	7	8.4xE5*	6.4xE3	1.3xE3	1.5xE4	1.3xE3
84.8	16.4	4	1.1xE6*	<1.0xE2	2.3xE4	<1.0xE2	<1.0xE2
84.5	14.9	7	8.4xE5*	3.5xE2	5.0xE1	7.0xE3	1.0xE3
79.2	10.5	5	9.1xE5*	3.8xE3	3.1xE3	5.0xE2	1.7xE3
79.3	11.0	6	1.1xE4	5.5xE2	1.0xE2	5.0xE2	<1.0xE2
80.0	10.5	10	5.0xE4	6.3xE3	8.5xE2	3.5xE2	1.2xE3
84.4	10.7	5	9.1xE5*	5.0xE6*	>2.0xE3	1.5xE2	2.5xE3
84.1	11.0	6	1.1xE4	2.0xE2	1.0xE2	2.0xE2	<1.0xE2
85.2	10.7	10	5.0xE4	4.5xE2	1.0xE3	5.0xE2	3.5xE2
Leite pasteurizado Usina				4.3xE3	2.0xE4	5.5xE5*	>1.4xE5*
				1.3xE4	1.9xE4	1.4xE4	>2.4xE5*

* = valor superior ao limite permitido pela legislação vigente [7]

En = 10^n , com n = 1, 2, 3, 4, 5, 6

TABELA 4.57 : Valores médios de concentração de microorganismos psicotróficos (M_p) por mililitro de leite pasteurizado no 2º dia de armazenamento.

\bar{x}_{m2} (°C)	t_{rn} (s)	Lote (nº)	Leite pasteurizado
76.2	16.0	1	< 10
75.9	16.4	9	280
80.6	15.9	1	5
79.1	16.5	9	15
84.7	15.1	3	< 10
84.0	17.0	9	< 10
75.9	14.3	2	< 10
76.2	13.7	8	25
79.3	14.0	2	< 10
79.9	14.4	8	15
83.4	14.4	3	< 10
84.3	14.0	8	20
80.5	15.1	4	< 10
79.5	16.6	7	35
84.8	16.4	4	< 10
84.5	14.9	7	< 10
79.2	10.5	5	95
79.3	11.0	6	< 10
80.0	10.5	10	5
84.4	10.7	5	< 10
84.1	11.0	6	< 10
85.2	10.7	10	< 10
Leite pasteurizado Usina			300
			580

TABELA 4.58 : Valores médios de concentração de microorganismos do grupo coliforme (M_c) por mililitro de leite pasteurizado no 2º dia de armazenamento.

\bar{y}_{mz} (\bar{x}_C)	t_{rn} (s)	Lote (nº)	Leite pasteurizado
76.2	16.0	1	< 0.5
75.9	16.4	9	18 *
80.6	15.9	1	< 0.5
79.1	16.5	9	0.3
84.7	15.1	3	< 0.5
84.0	17.0	9	< 0.5
75.9	14.3	2	< 0.5
76.2	13.7	8	< 0.5
79.3	14.0	2	< 0.5
79.9	14.3	8	< 0.5
83.4	14.4	3	0.3
84.3	14.0	8	< 0.5
80.5	15.1	4	< 0.5
79.5	16.6	7	< 0.5
84.8	16.4	4	< 0.5
84.5	14.9	7	0.3
79.2	10.5	5	< 0.5
79.3	11.0	6	< 0.5
80.0	10.5	10	< 0.5
84.4	10.7	5	< 0.5
84.1	11.0	6	< 0.5
85.2	10.7	10	< 0.5
Leite pasteurizado Usina			< 0.5
			< 0.5

* = valor superior ao permitido pela legislação vigente [7]

Figura 5.: Influência da temperatura de pasteurização em função do tempo de retardamento sobre a inativação da enzima peroxidase.

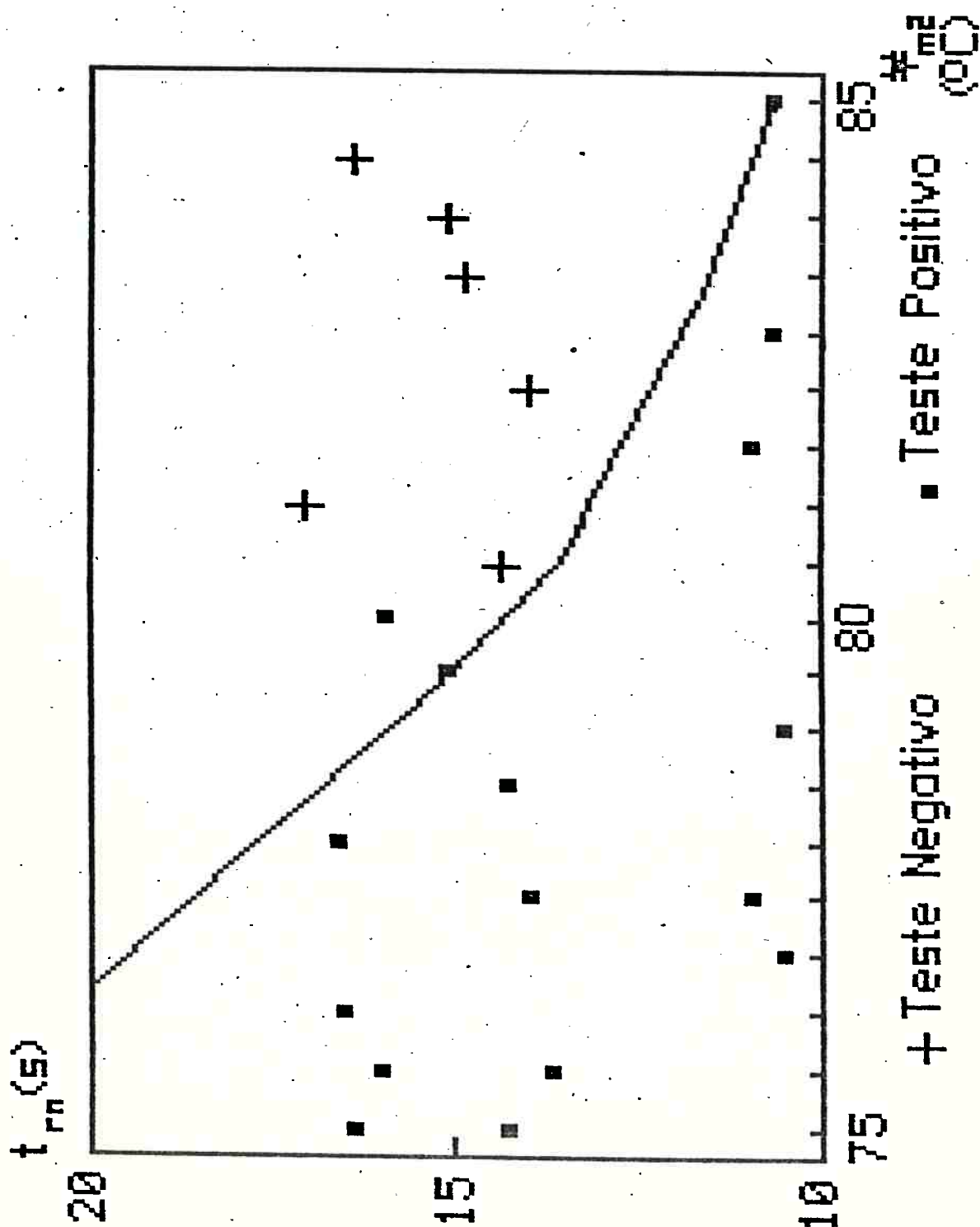


Figura 6 : Variação da concentração de microorganismos mesófilos em função da temperatura de pasteurização para cada tempo de retardamento no 2º dia de armazenamento do leite (ver Tabela 4.56).

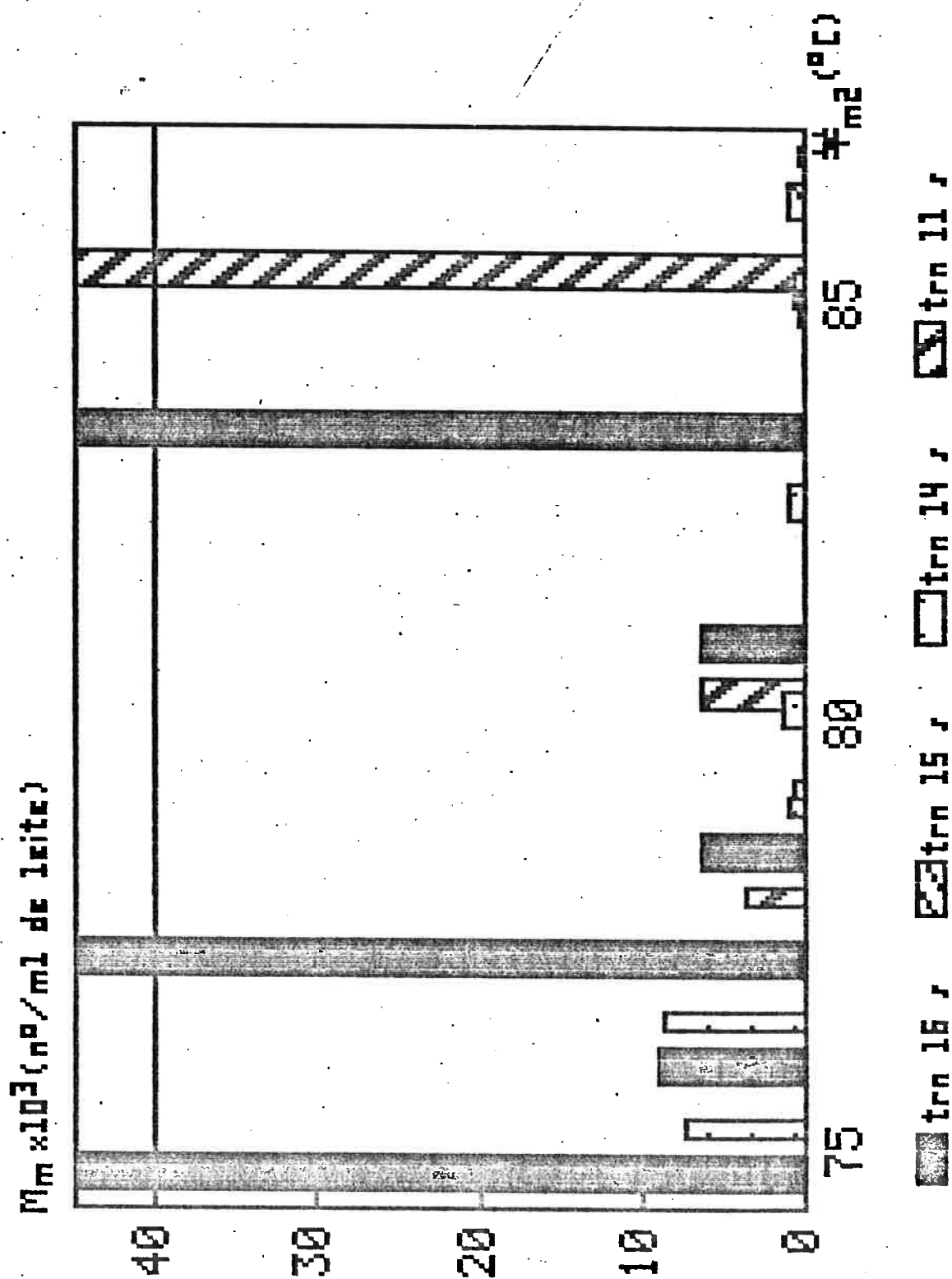


Figura 7 : Variação da concentração de microorganismos mesófilos em função da temperatura de pasteurização para cada tempo de retardamento no 5º dia de armazenamento do leite (ver Tabela 4.56).

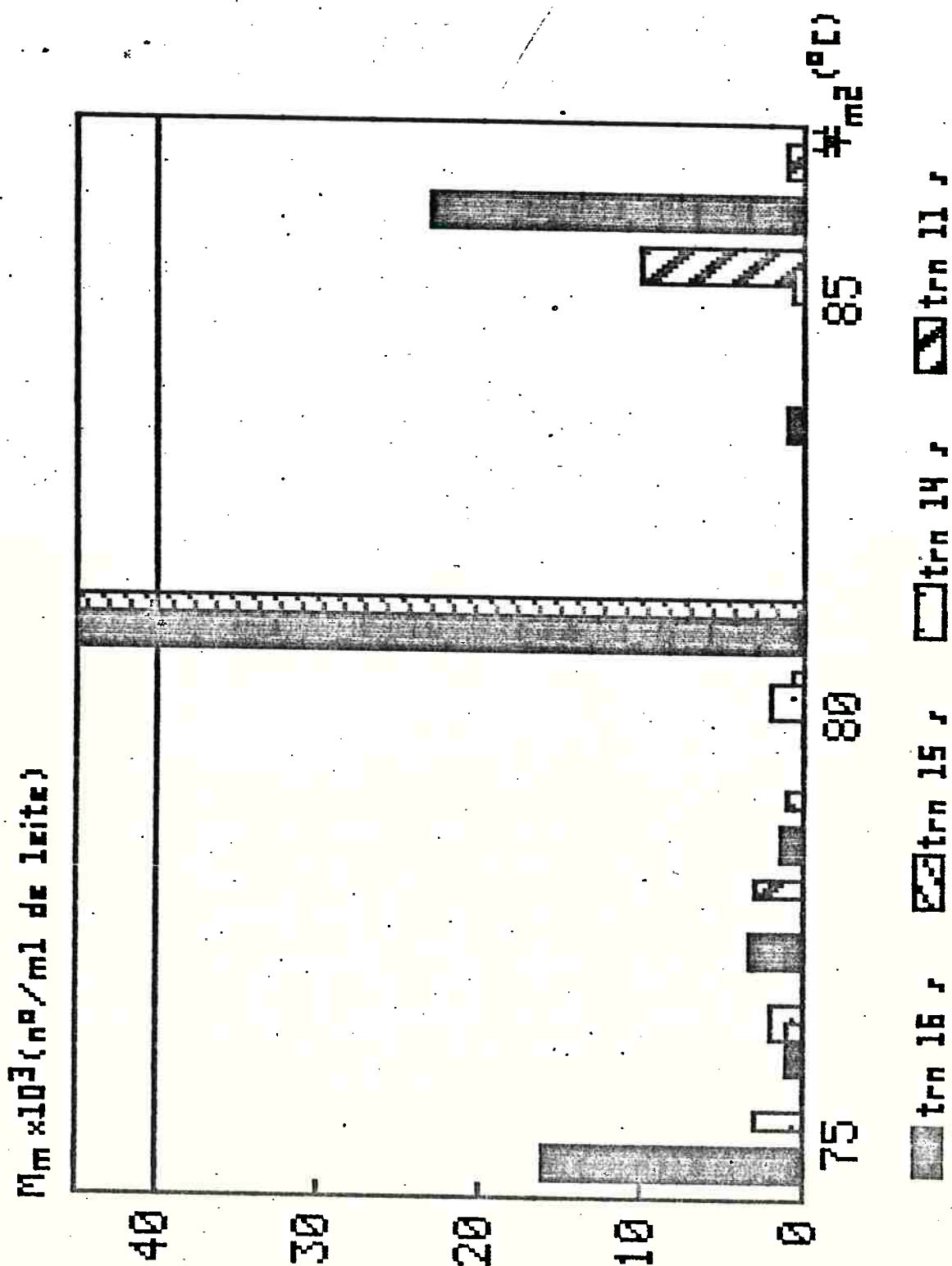


Figura 8 : Variação da concentração de microorganismos mesófilos em função da temperatura de pasteurização para cada tempo de retardamento no 6^a dia de armazenamento do leite (ver Tabela 4.56).

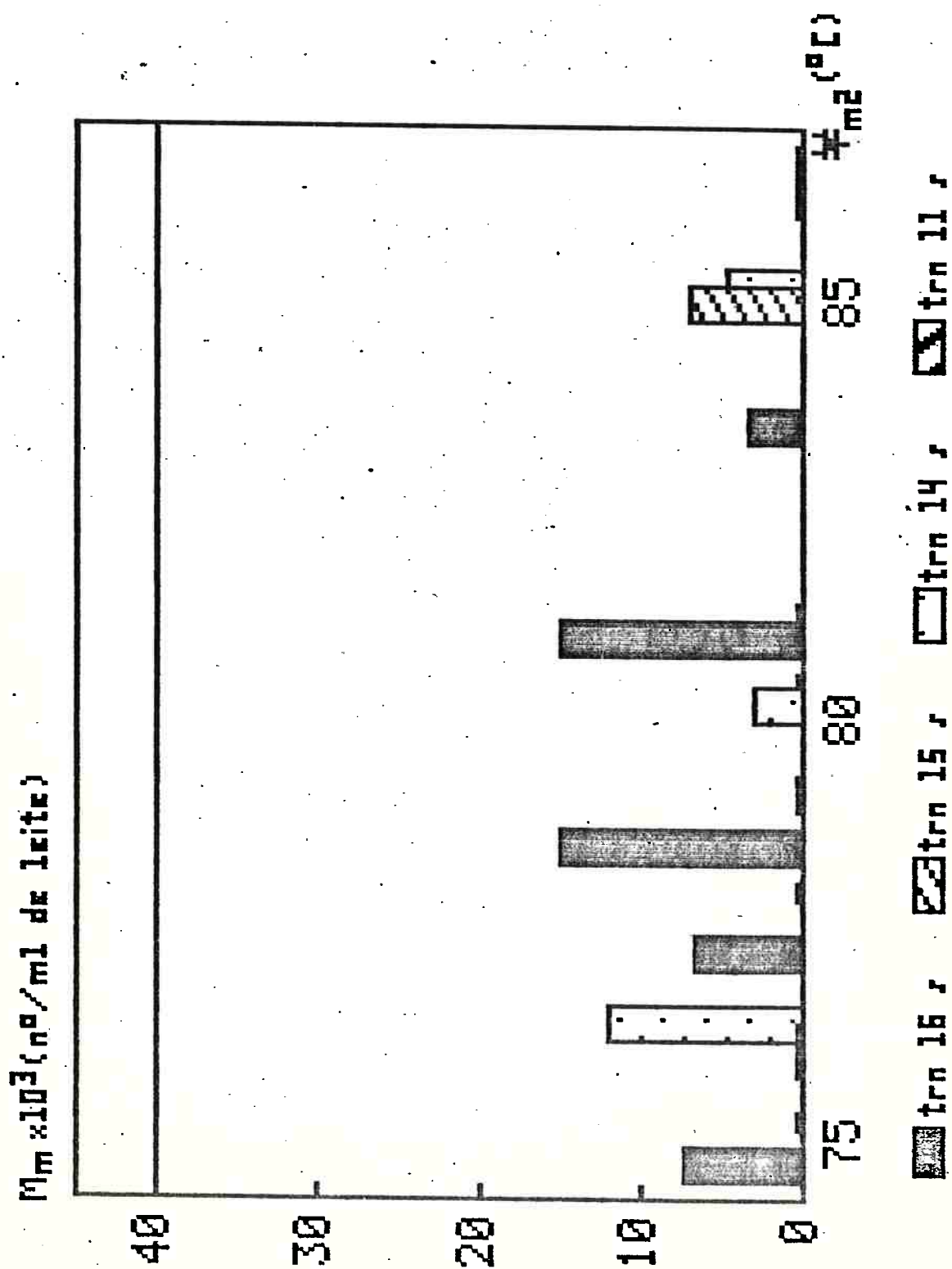


Figura 9 : Variação da concentração de microorganismos mesófilos em função da temperatura de pasteurização para cada tempo de retardamento no 7º dia de armazenamento do leite (ver Tabela 4.56).

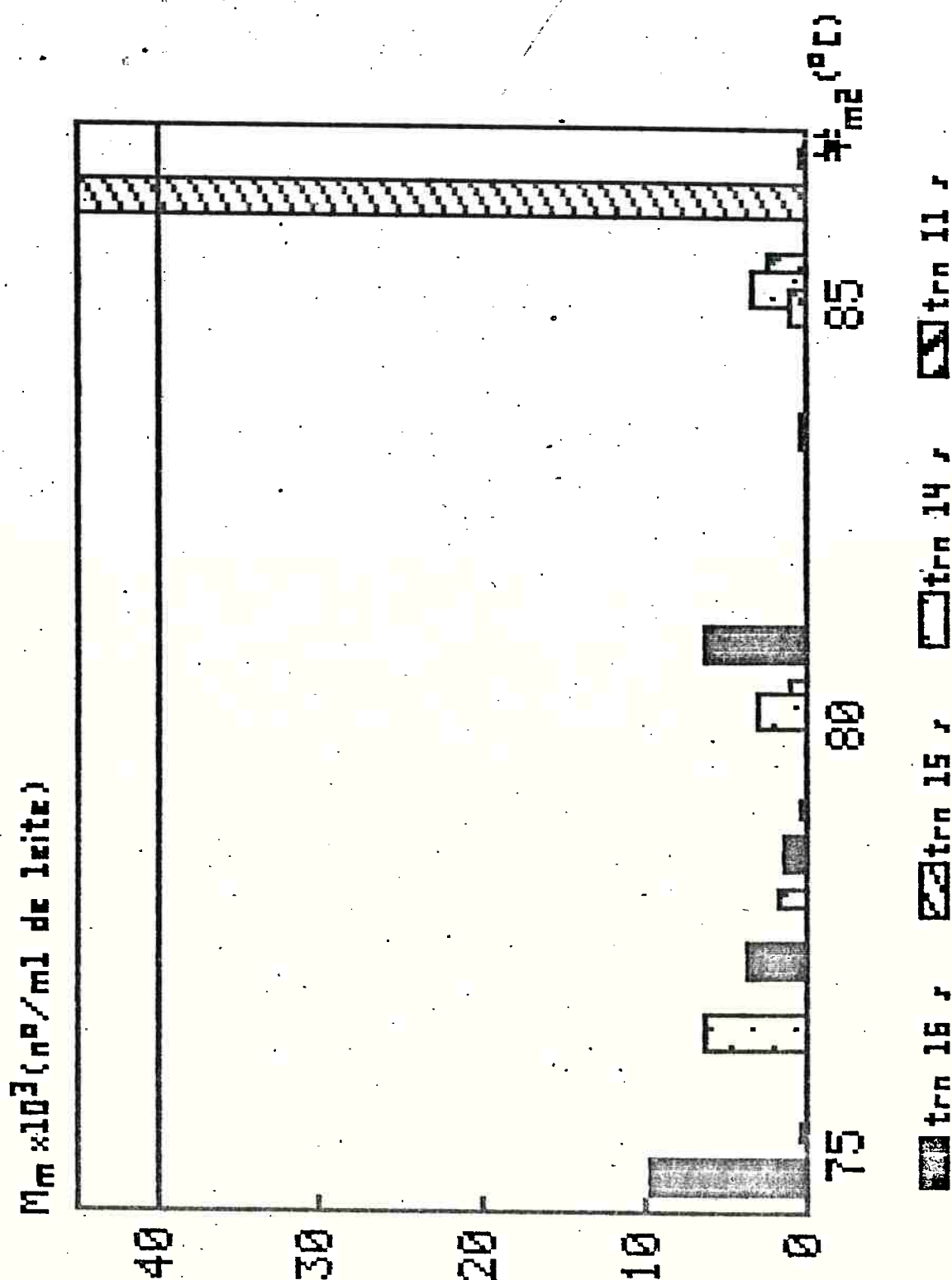


Figura 10 : Efeito da temperatura de pasteurização (T_{m2}) sobre a concentração de microorganismos mesófilos (M_m) para cada tempo de retardamento (t_{rn}) empregado no 2º dia de armazenamento do leite pasteurizado (ver Tabela 4.56).

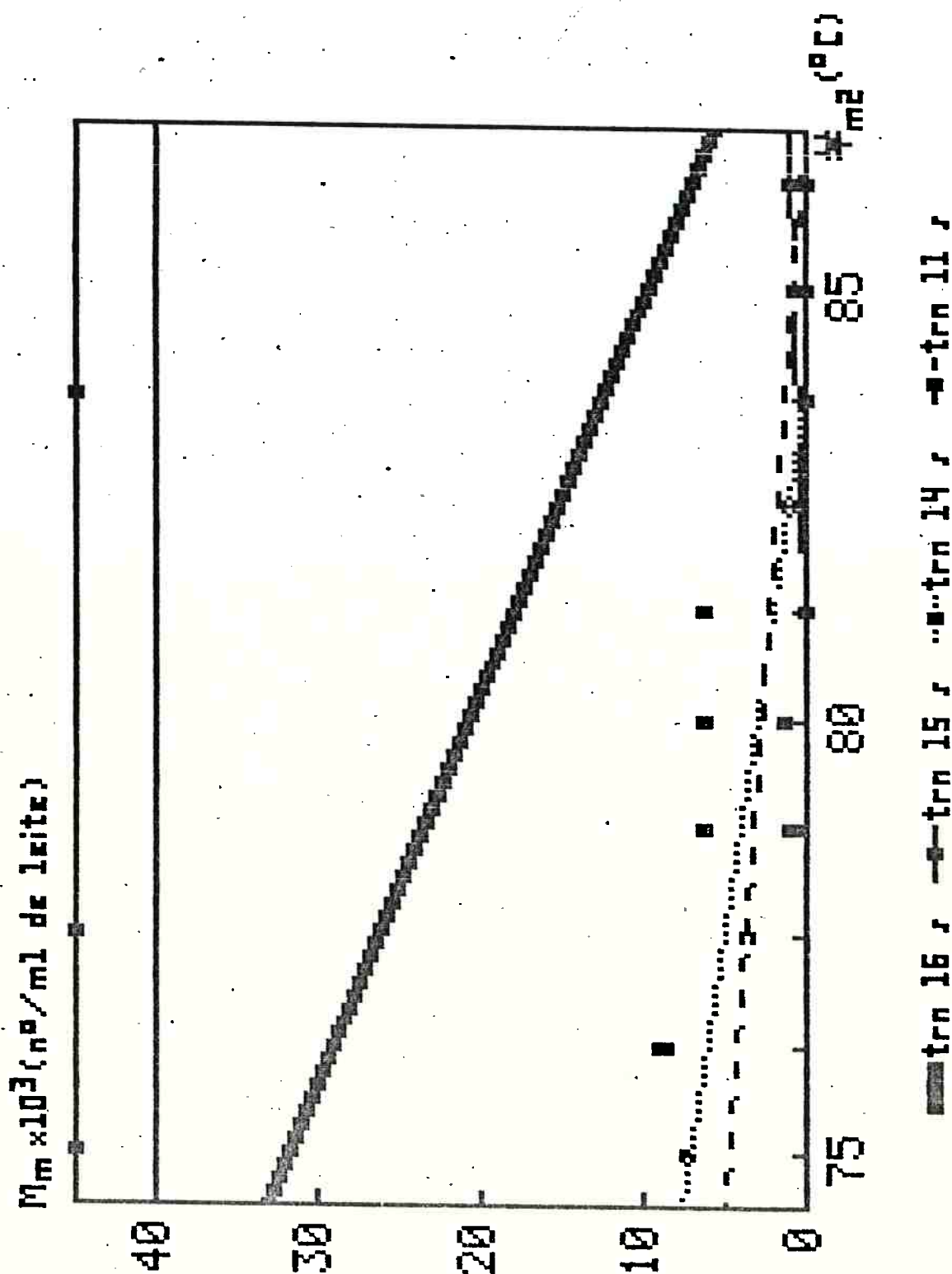


Figura 11 : Efeito da temperatura de pasteurização (T_{m2}) sobre a concentração de microorganismos mesófilos (M_m) para cada tempo de retardamento (t_{rn}) empregado no 5^a dia de armazenamento do leite pasteurizado (ver Tabela 4.56).

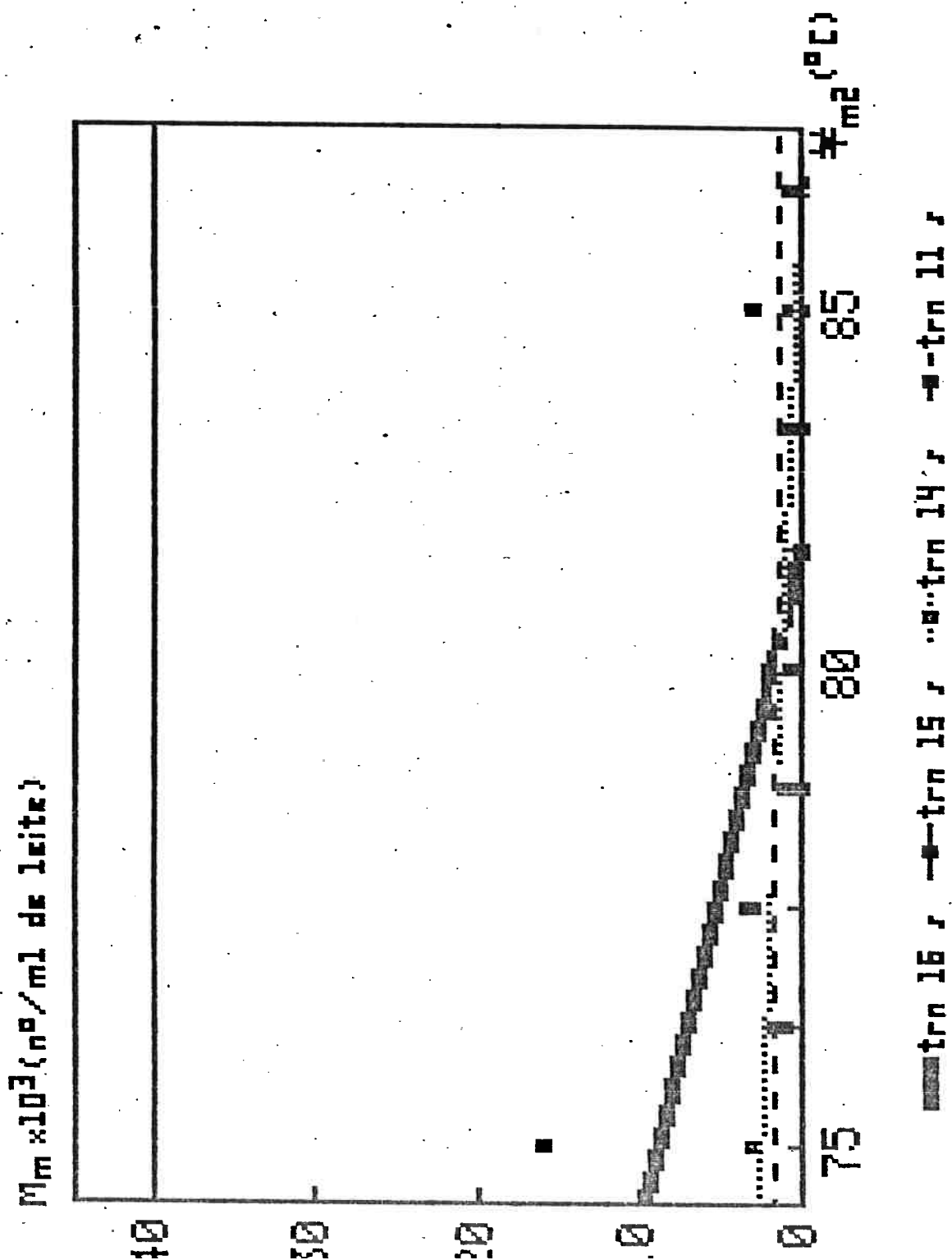


Figura 12 : Efeito da temperatura de pasteurização (T_{m2}) sobre a concentração de microorganismos mesófilos (M_m) para cada tempo de retardamento (t_{rn}) empregado no 6º dia de armazenamento do leite pasteurizado (ver Tabela 4.56).

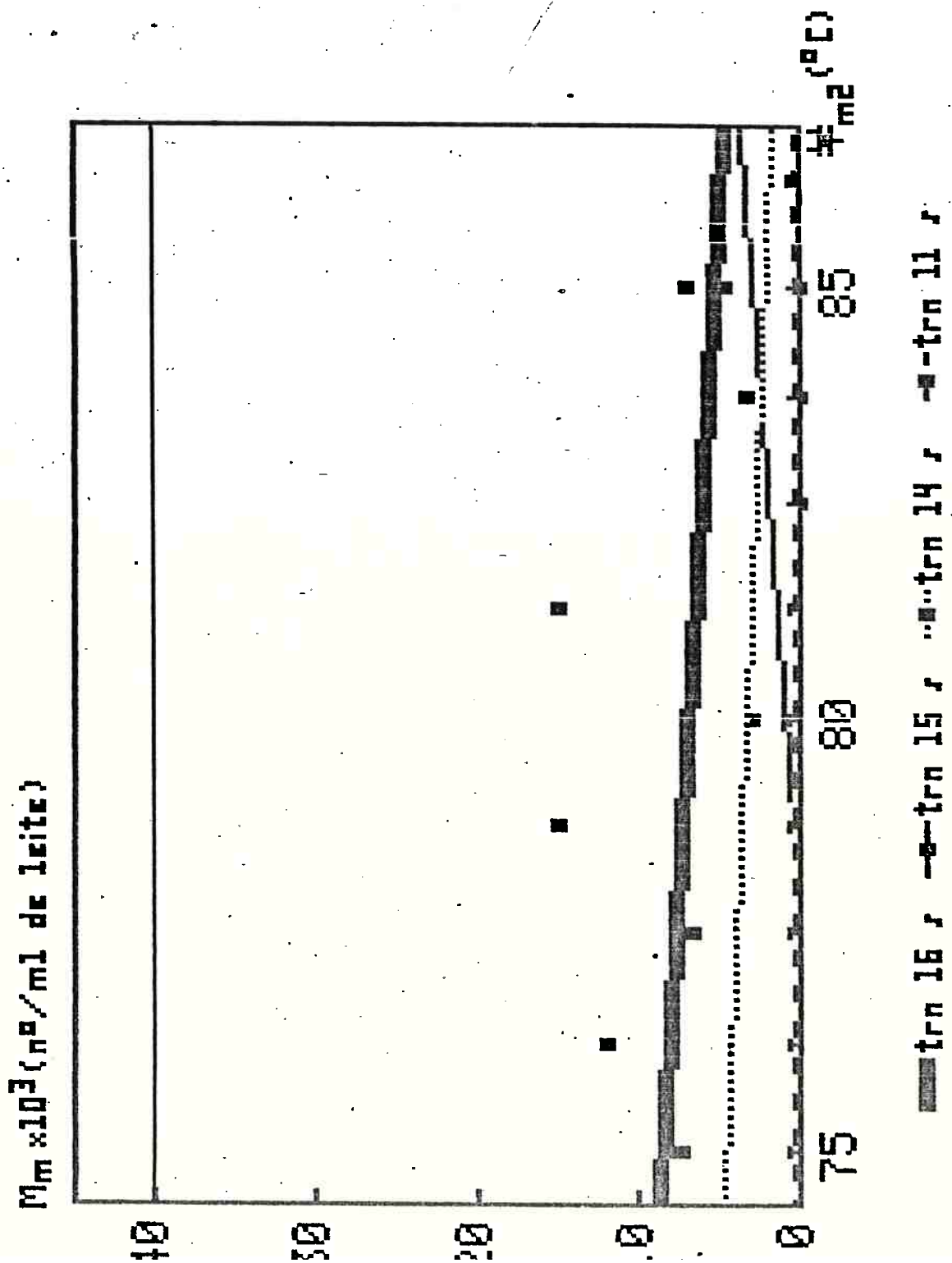
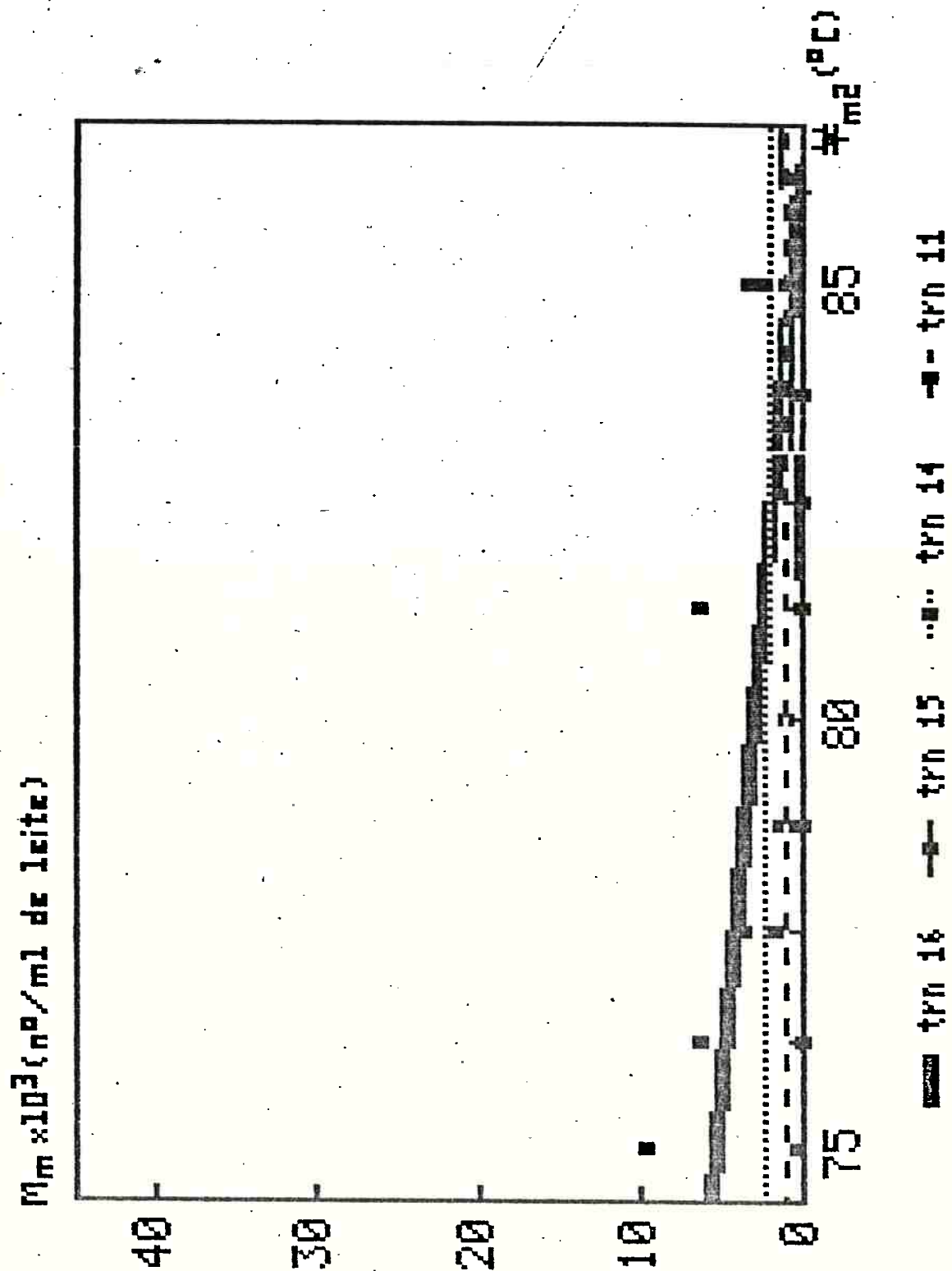


Figura 13 : Efeito da temperatura de pasteurização (T_{m2}) sobre a concentração de microorganismos mesófilos (M_m) para cada tempo de retardamento (t_{rn}) empregado no 7º dia de armazenamento do leite pasteurizado (ver Tabela 4.56).



CAPITULO 5 - DISCUSSAO DOS RESULTADOS

Os valores de acidez em graus Dornic, pH, densidade, testes de fosfatase alcalina e peroxidase, determinados no leite cru e no leite pasteurizado nos diferentes ensaios, nos permite avaliar se há transformações severas na estrutura fisico-química do leite.

Verificou-se que o leite produzido nos diferentes ensaios, de uma maneira geral, apresentou bom aspecto, sabor e odor agradáveis.

A gordura se encontra no leite na forma de uma emulsão de pequenos glóbulos, cujo diâmetro varia de 2 a 10 micra, segundo a raça do animal. Estes glóbulos estão envolvidos por uma "membrana" protéica. A integridade da estrutura dos glóbulos condiciona a estabilidade da matéria graxa no leite. Qualquer alteração, na sua estrutura, seja pela ação direta de certos microorganismos, seja pelo desenvolvimento da acidez ou ainda por ação física, favorece a aproximação e a aderência dos glóbulos [38].

O leite quando em repouso, há a tendência dos glóbulos de gordura virem à superfície, devido a sua densidade específica ser menor do que a densidade específica da porção aquosa do leite. Quando o leite é homogeneizado, os glóbulos de gordura são reduzidos a um diâmetro médio de cerca de 1 micron, e em consequência disso, há considerável diminuição desse efeito [15].

Neste trabalho, não foi possível proceder-se a homogeneização do leite durante a realização dos tratamentos térmicos, pois não tínhamos disponível equipamento compatível com as características do trocador de calor, portanto, nos diferentes ensaios foi obtido leite pasteurizado integral não homogeneizado.

Observando o aspecto visual do leite pasteurizado produzido nos diferentes ensaios, pudemos constatar que quanto maior era a temperatura de pasteurização empregada, maior era a separação da

gordura e esse efeito se acentuava com o aumento do tempo de armazenamento.

Isto ocorre porque há o rompimento da membrana que envolve os glóbulos de gordura e estes fundidos se aglomeram provocando a subida à superfície do leite mais rapidamente do que os glóbulos isolados. A este tipo de agrupamento se deve a subida normal da nata [38].

O fato de obtermos leite não homogeneizado, pasteurizado as temperaturas de 80 °C e 85 °C, comprometeu o aspecto final do produto.

A caseína, constituindo cerca de 2.8 % da proteína do leite, é uma fosfoproteína, na qual a fração não-protéica da molécula está representada pelo ácido fosfórico. A caseína se encontra no leite no estado de caseinato cálcico em solução coloidal. Por outro lado as micelas de caseinato adsorvem micelas de fosfato cálcico, de modo que o fósforo se encontra nas micelas de fosfocaseinato em duas formas: mineral, adsorvida na superfície das micelas de caseinato cálcico e outra orgânica, em que o fósforo toma parte na constituição da molécula da própria caseína. Quando a acidez do leite aumenta, por adição de ácido, ou por azedamento natural, os ions positivos resultantes da dissociação do ácido neutralizam as cargas negativas das micelas de caseína. Quando o ponto isoelétrico (pH = 4.6), isto é, quando todas as cargas negativas são neutralizadas, as micelas da caseína flocculam formando um gel, que constituem o coágulo ácido [15 , 38].

A alfa-lactoalbumina e a beta-lactoglobulina representam cerca de 18 a 20 % das substâncias nitrogenadas solúveis presentes no soro do leite, e são desnaturadas pelo calor. Quando o leite é aquecido a partir de 60 °C, a flocculação começa, tornando-se importante a partir de 80 °C. Ocorre, portanto, a formação de um precipitado flocculento que se assenta no fundo e paredes do recipiente.

Ao término de cada dia de trabalho, ao desmontar o trocador para limpeza, observava-se o aspecto das placas, principalmente aquelas que constituíam a seção de aquecimento, onde o leite era aquecido a temperatura de pasteurização. Foi verificado, em todos os tratamentos térmicos realizados, que não ocorreu nenhum depósito sobre as placas e nem apresentou coágulos no produto final durante o armazenamento, o que nos leva a concluir que não houve precipitação da proteína.

Não houve também coagulação da proteína causada pelo abaixamento do pH, pois a tabela 4.53 não apresentou valores inferiores a 4.6, ponto isoelétrico da proteína [15 e 38].

Em nenhum ensaio houve mudanças profundas na acidez do leite, não ocorrendo valores discrepantes do pH antes e depois da cada tratamento térmico (Tabela 4.53).

O leite fresco e normal é ligeiramente ácido, apresentando pH entre 6.5 e 6.7. Quando o leite é aquecido, sua acidez inicialmente decai devido à liberação de dióxido de carbono, para então aumentar pela libertação de íons hidrogênio quando o cálcio e o fosfato formam compostos insolúveis. Um equilíbrio entre esses fatores opostos previne grandes mudanças de pH durante o aquecimento [15].

Não houve aumento significativo da acidez no leite pasteurizado em relação ao leite cru, devido ao aumento da temperatura de pasteurização, nem devido ao tempo de armazenamento. Na Tabela 4.52; verificamos que o leite pasteurizado que apresentou acidez abaixo de 15 mEq/l , provinha de leite cru que também apresentou baixa acidez.

O fato de todas as amostras analisadas acusarem teste de fosfatase alcalina negativo (Tabela 4.55), confirma que ocorreu a pasteurização dentro dos padrões mínimos exigidos [7], o que era de se esperar, uma vez que nos ensaios realizados a menor temperatura de pasteurização foi de 75.9 $^{\circ}\text{C}$ (Tabela 4.23), superior a mínima

necessária para inativar a enzima.

A Figura 5 mostra o intervalo de temperatura onde ocorreu a inativação da enzima peroxidase, em função do tempo de retardamento. Nos ensaios com os parâmetros 83.4 °C - 14.4 s, 84.0 °C - 17.0 s, 84.3 °C - 14.0 s, 84.5 °C - 14.9 s e 84.5 °C - 16.4 s, ocorreu a inativação da enzima e portanto não estão de acordo com a legislação vigente. Desse modo, para aplicar esse novos parâmetros de pasteurização ao leite tipo B é necessário que se faça uma adequação na legislação com respeito à exigência da enzima peroxidase permanecer ativa após o processamento [7].

O método de Contagem Padrão em Placas para estimar a concentração de microorganismos mesófilos do leite cru e do leite pasteurizado, é um meio de estabelecer as condições sanitárias do equipamento e embalagem que entraram em contato com o leite após sua pasteurização. O fundamento desse método é que praticamente todas as bactérias que cresceriam bem no leite em 5 dias de armazenamento a 7 °C, são destruídas pela pasteurização, o que sugere o problema da contaminação pós-pasteurização.

Aplicando esse método ao leite pasteurizado durante o armazenamento e ao leite cru, podemos obter duas importantes informações [33]:

- se a concentração aumentar apreciavelmente, durante o armazenamento, a evidência é forte que a contaminação pós-pasteurização ocorreu. Os ensaios que foram empregados os parâmetros 80.5°C - 15.1 s, 84.7 °C - 15.1 s e no leite pasteurizado na usina confirmam esse fato:
- se a contagem no leite pasteurizado é alta logo após o processo, sugere que a população inicial no leite cru era também alta, situação que ocorreu nos ensaios 75.9 °C-16.4 s, 79.1 °C-16.5 s, 84.0 °C-17.0 s e 84.4 °C-10.7 s, sendo que os tres primeiros empregaram a mesma matéria prima (ver Tabela 4.56).

As Figuras 10 a 13 indicam que quanto maior a temperatura de pasteurização empregada produzimos leite com menor concentração de microorganismos mesófilos para um tempo de armazenamento de 2 a 7 dias sob refrigeração e que quanto menor o tempo de retardamento usado, é menor a taxa de destruição térmica dos microorganismos.

Aplicou-se o Método de Contagem Padrão também para estimar a concentração de bactérias psicotróficas no leite pasteurizado.

Os microorganismos psicotróficos estão raramente presentes no úbere do animal. A concentração inicial no leite cru depende das condições sanitárias de produção e da temperatura e duração do armazenamento antes da pasteurização. A influência dos microorganismos psicotróficos na vida de prateleira do leite pasteurizado depende principalmente da sua concentração após a embalagem, suas taxas de crescimento, dos níveis de atividade bioquímica e do tempo de armazenamento. A maioria dos psicotróficos são destruídos na pasteurização exceto os do gênero *Bacillus*. A presença de psicotróficos em produtos pasteurizados pode ser atribuída grandemente a contaminação pós-pasteurização [2].

A concentração de microorganismos psicotróficos foi pequena em todos os ensaios realizados, indicando baixos índices de recontaminação no produto após a pasteurização (Tabela 4.57).

A aplicação do teste para bactérias do grupo coliforme foi para medir a eficiência das temperaturas de pasteurização empregadas nos ensaios e não com o objetivo de detectar contaminação fecal nem para identificar *Escherichia coli* [2]. Em 95.5 % dos ensaios realizados comprovou-se a eficiência dos tratamentos (Tabela 4.58).

Os resultados apresentados nas Tabelas 4.52, 4.53, 4.54, 4.56, 4.57 e 4.58 e Figuras 10 a 13 sugerem que podemos processar leite a temperaturas de pasteurização mais altas com obtenção de um produto de pelo menos 5 dias de armazenamento sob refrigeração, dentro dos

padrões mínimos exigidos por lei [7].

Em termos tecnológicos ou industriais, ao conceito de qualidade pode ser atribuído duas variáveis: conservação e valor comercial, que muitas vezes se sobrepõem as demais [26].

Grande parte dos problemas relacionados com a má qualidade do leite pasteurizado ao atingir a mesa do consumidor, se deve ao fato de termos um sistema de fiscalização nos pontos de venda, deficiente. Trabalhos já realizados de levantamento das condições higiênico-sanitárias do leite pasteurizado tipo B na cidade de São Paulo, indicam alto índice de rejeição com padrões de qualidade abaixo dos limites mínimos [5 e 32].

Pelas informações tecnológicas já existentes na literatura, bem como os resultados alcançados neste trabalho nas condições ensaiadas (temperaturas de pasteurização cerca de 79.5 °C e 84.5 °C a tempos de retardamento de 14 s e 11 s respectivamente) de processamento em planta-piloto, nos permitem afirmar que o "leite tipo B" pode alcançar um período da vida útil de pelo menos cinco dias de conservação no refrigerador doméstico. Para tanto é preciso por parte dos industriais e produtores de leite um maior conhecimento técnico-científico dos contaminantes microbiológicos na conservação do leite e uma melhoria no seu sistema de controle de qualidade.

Também devemos destacar que só a partir de um sistema racional de fiscalização do leite por amostragens no ponto final de comercialização, é que poderemos responsabilizar os diversos segmentos pela melhoria da qualidade do leite.

CAPITULO 6 - CONCLUSOES

Os tratamentos térmicos realizados produziram leite pasteurizado de bom aspecto e com sabor e odor agradáveis.

Nos diferentes ensaios produziu-se leite pasteurizado integral não homogeneizado e naqueles que se empregaram temperatura de pasteurização cerca de 80 °C e 85 °C, houve comprometimento no aspecto final do produto devido à separação da gordura.

Em todos os tratamentos térmicos não houve precipitação da proteína durante o processamento, nem no produto final durante o armazenamento.

Não houve mudanças profundas na acidez do leite antes e depois de cada tratamento térmico realizado (Tabela 4.53).

Não houve aumento significativo da acidez no leite pasteurizado em relação ao leite cru, devido ao aumento da temperatura de pasteurização, nem devido ao tempo de armazenamento (Tabela 4.52).

Em todos os tratamentos térmicos ocorreu efetivamente a inativação da enzima fosfatase alcalina (Tabela 4.55).

Nos ensaios com os parâmetros 83.4 °C - 14.4 s, 84.0 °C - 17.0 s, 84.3 °C - 14.0 s, 84.5 °C - 14.9 s e 84.5 °C - 16.4 s, ocorreu a inativação da enzima peroxidase (Figura 5).

Nos ensaios onde foram empregados temperaturas de pasteurização-tempo de retardamento de 80.5 °C - 15.1 s, 84.7 °C - 15.1 s e no leite pasteurizado da usina, houve contaminação pós-pasteurização (Tabela 4.56).

Nos ensaios onde foram empregados temperaturas de pasteurização-tempo de retardamento de 75.9 °C - 16.4 s, 79.1 °C - 16.5 s, 84.0 °C - 17.0 s e 84.4 °C - 10.7 s utilizou-se matéria-prima com uma população inicial de microorganismos mesófilos alta, que resultou num produto com concentração de microorganismos também alta (Tabela

Quanto maior foi a temperatura de pasteurização empregada, menor ocorreu a concentração de microorganismos mesófilos no leite produzido. Quanto menor o tempo de retardamento aplicado, menor foi a taxa de destruição térmica dos microorganismos (Figuras 10 a 13).

Em todos os ensaios realizados houve baixos índices de recontaminação por microorganismos psicotróficos no produto após a pasteurização (Tabela 4.57).

Em 95.5 % dos ensaios realizados comprovou-se a eficiência dos tratamentos térmicos (Tabela 4.58).

O "leite tipo B" pode alcançar um período de vida útil de pelo menos cinco dias de conservação no refrigerador doméstico nas condições ensaiadas de processamento em planta piloto: temperaturas de pasteurização cerca de 79.5 °C e 84.5 °C a tempos de retardamento de 14 s e 11 s respectivamente.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. ADAMS, D.M. et alii. Heat resistance proteases produced in milk by psychrotrophic bacteria of dairy origin. *Journal of Dairy Science*, Champaign, 58 (8) : 828-834, 1975.
2. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, Washington, D.C. *Standard methods for the examination of dairy products*. 15. ed. Baltimore, RICHARDSON, G.H., ed., 1985, 412 p.
3. A.P.V. DO BRASIL S.A., São Paulo. *Seminário paraflow*, s.d., 30 p.
4. _____ Ultramatic-super-processo UHT por aquecimento indireto, s.d., 10 p.
5. BARUFFALDI, Renato et alii. Condições higiênico-sanitárias do leite pasteurizado tipo "B" vendido na cidade de São Paulo, SP (BRASIL), no período de fevereiro a agosto de 1982. *Revista Saúde Pública*, São Paulo, 18: 367-374, 1984.
6. BEHMER, M.L. Arruda. *Laticínios; leite, manteiga, queijo, caseína e instalações*. 3.ed. São Paulo, Ed. Melhoramentos, 1965, 294 p.
7. BRASIL. Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Inspeção de Produtos de Origem Animal. Inspeção industrial e sanitária do leite e derivados. Capítulo 1: Leite em natureza. In: _____ Decreto nº 30.691 de 29 de março de 1952 alterado pelo Decreto nº 1.255 de 25 de junho de 1962, Brasília.

8. CHEFTEL, J.C. & CHEFTEL, H. *Introducción a la bioquímica y tecnología de los alimentos* [Introduction a la biochimie et a la technologie des Aliments]. Zaragoza, Ed. Acribia, 1976, 2v.
9. COELHO, D.T. & COELHO, E.B.B. Contagem de psicotróficos em leite e derivados utilizando diferentes meios de cultura. *Rev. Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, Juiz de Fora, 33 (199): 11-16, 1978.
10. DEANE, D.D. et alii. Pasteurization treatment and consumer acceptance of milk. *Journal of Dairy Science*, Champaign, 50 (8): 1216-1220, 1967.
11. DIXON, W.J. & MASSEY JR, F.J. *Introduction to statistical analysis*. 3. ed. Tokyo, McGraw-Hill Kogakusha, 1969, 638 p.
12. ECKLES, C.H. & COMBS, W.B. *Milk and milk products*. 4.ed. New York, Mc Graw Hill, 1951, 454 p.
13. E.MERCK, Darmstadt. *Examen bacteriológico de águas*, 1972, 44p.
14. FRANSEN, J.H., ed. *Dairy handbook and dictionary*. Pennsylvania, Pub. Comp. State College, 1958, 843 p.
15. GRISWOLD, Ruth M. *Estudo experimental dos alimentos* [The experimental study of foods]. São Paulo, Ed. Edgard Blücher, 1972, 469 p.
16. HADDAD, G.S. & LOEWENSTEIN, M. Effect of several heat treatments and frozen storage on thiamine, riboflavin and ascorbic acid content of milk. *Journal of Dairy Science*, Champaign, 66 (8): 1601-1606, 1983.

17. HALL, C.W. & TROUT, G.M. *Milk pasteurization*. Westport, The A.V.I. Publishing, 1968, 234 p.
18. INSTITUTO ADOLFO LUTZ, São Paulo. *Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz*. 2.ed. São Paulo, Cia. Melhoramentos, 1976, 371 p.
19. JANSEN, J.J. et alii. Shelf-life of pasteurized fluid milk as affected by age of raw milk. *Journal of Dairy Science*, Champaign, 65 (12): 2233-2236, 1982.
20. KREITH, Frank. *Princípios da transmissão de calor* [Principles of heat transfer]. São Paulo, Ed. Edgard Blücher, 1969, 641 p.
21. MELLO, V.C. dos Santos & LEITE, A de Mello. Condições higiênico-sanitárias na obtenção de leite tipo B. *Rev. Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, Juiz de Fora, 32 (190): 63-72, 1977.
22. MERCK S/A Ind. Químicas, Rio de Janeiro. *Merckotest R - fosfatase alcalina*, s.d., 1 p.
23. MORITA, T. *Manual de soluções, reagentes e solventes; padronização, preparação e purificação*. São Paulo, Ed. Edgard Blücher, 1968, 628 p.
24. MULLER, H.G. & TOBIN, G. *Nutricion y ciencia de los alimentos*, [Nutrition and food processing]. Zaragoza, Ed. Acribia, s.d., 321 p.
25. OLIVEIRA, J.J. Qualidade microbiológica do leite. *Rev. Instituto de Laticínios Cândido Tostes*. Juiz de Fora, 31 (186): 15-20, 1976.

26. _____ & BORGES, S.F. Qualidade do leite pasteurizado. *Rev. Instituto de Laticínios Cândido Tostes*. Juiz de Fora, 39 (235): 29-33, 1984.
27. PELCZAR, M. et alii. *Microbiologia [Microbiology]*. 5.ed. São Paulo, Ed. Mc Graw-Hill, 1981, 2V.
28. REDDISH, G.F. *Antiseptics, disinfectants, fungicides, and chemical and physical sterilization*, 2.ed. Philadelphia, Lea, 1957, 975 p.
29. ROBINSON, H.B. Present problems in high-heat pasteurization processes. *Journal of Milk and Food Technology*. Shelbyville, 23 (2): 49-53, 1960.
30. RUEGG, M & BLANC, B. Influence of pasteurization and UHT processing upon the size distribution of casein micelles in milk. *Milchwissenschaft* 33 (6): 364-368, 1978.
31. SILVA, R.B. *Manual de termodinâmica-transmissão de calor*. 4.ed. São Paulo, D.L.P. da USP, 1972, n.p.
32. SILVEIRA, N.V.V. et alii. Avaliação das condições físico-químicas e bacteriológicas de leite pasteurizado consumido na cidade de São Paulo. In: ANAIS DO X CONGRESSO NACIONAL DE LATICÍNIOS. Juiz de Fora, Rev. do Inst. Lat. Cândido Tostes, ed., 1988, p. 30-31.
33. SING, E.L. et alii. Effective testing procedures for evaluating plant sanitation. *Journal of Milk and Food Technology*. Shelbyville, 30 (4): 103-111, 1967.
34. SIQUEIRA, J.F.M. Trocador de calor de placas. *Rev. Instituto de Laticínios Cândido Tostes*. Juiz de Fora, 35 (308): 3-10, 1980.

35. STANIER, R.Y. et alii. *Mundo dos micróbios* [The microbial world]. São Paulo, Ed. Edgard Blücher, 1969, 741 p.
36. THE APV Company Ltd., Crawley. *Uperistation continuous sterilisation by direct steam heating*. s.d., 15 p.
37. VALLE, J.L. Etoze do & CONTIERO, J. Efeitos do processamento térmico sobre as proteínas do leite. *Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos*. Campinas, 18 (4): 449-468, 1981.
38. VEISSEYRE, R. *Lactologia técnica* [Techniques laitières]. Zaragoza, Ed. Acribia, 1972, 643 p.
39. WITTER, L.D. Psychrophilic bacteria - a review - *Journal of Dairy Science*. Champaign, 44: 983-1015, 1961.
40. _____ & TOBIAS, J. A temperature for the pasteurization of milk with no intended holding time. *Journal of Dairy Science*, 42: 905, 1959.