

0000040924

137

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS E AGRÍCOLA

ESTUDO DE ALGUMAS VARIÁVEIS NO
RESFRIAMENTO CONTÍNUO POR IMERSÃO
DE FRANGO

Lincoln de Camargo Neves Filho

Orientador

Prof. Dr. László Halász

Tese apresentada à Faculdade de Engenharia de Alimentos e Agrí-
cola da Universidade Estadual de Campinas para obtenção do tí-
tulo de Mestre em Engenharia de Alimentos.

Janeiro, 1978.

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. László Halász, mais que um orientador, o amigo e conselheiro de todas as horas.

À Faculdade de Engenharia de Alimentos e Agrícola, na pessoa do Dr. André Tosello, seu criador e diretor.

Ao Prof. Alexandre Morga, pela colaboração e sugestões, um amigo de raras qualidades.

Ao Engº Romeu Fiorezi, pelo auxílio inestimável no desenvolvimento deste trabalho assim como ao acadêmico Arlindo Sizuo Kusunoki, companheiro precioso na coleta de dados.

À Sociedade Avícola de Louveira Ltda., nas pessoas de:
Srs. José Argentieri e Dorival Cypriano, por autorizarem a realização deste trabalho nas dependências do abatedouro.
Sr. Célio B. Mazzali, por tornar possíveis as amostragens.
Engº Luiz Carlos Pinotti, pela fineza na apresentação de informações indispensáveis.

Ao Prof. Dr. Leopold Hartman, por seus conselhos e apoio.

À Eng^ã Ingrid M. Kiefer e Dra. Yaci dos Santos, no auxílio presta
tado através da tradução de artigos em alemão e russo.

À Srta. Maria Júlia M. Rodrigues e José Antonio M. Alberto pe
los trabalhos de datilografia e impressão assim como à Fundaç
ção Tropical de Pesquisas e Tecnologia, pelas facilidades mate
riais.

A todos aqueles que contribuíram direta ou indiretamente para o
bom andamento deste trabalho.

Para

LINCOLN

- queridos pais

HENEDINA

CIDA - esposa, sensibilidade e
mulher

Saul de Camargo Neves

- incentivadores e guias

Oswaldo L. Valente Filho

ÍNDICE GERAL

	página
RESUMO.....	i
SUMMARY.....	iii
ÍNDICE DE TABELAS.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
NOMENCLATURA.....	xi
1 - INTRODUÇÃO.....	1
2 - REVISÃO DA LITERATURA	
2.1 - Resfriamento.....	8
2.2 - Propriedades Termo-Físicas.....	18
2.3 - Métodos de Cálculo.....	22
2.4 - Microbiologia	
2.4.1 - Vazão de água.....	24
2.4.2 - Cloração.....	29
2.5 - Alteração no Peso.....	34
3 - MATERIAL E MÉTODOS	
3.1 - Processamento.....	40
3.2 - Resfriador por Imersão.....	43
3.3 - Resfriamento	
3.3.1 - Material	
3.3.1.1 - temperatura.....	47
3.3.1.2 - vazão de água.....	47
3.3.1.3 - peso.....	48

3.3.1.4 - carcaça.....	49
3.3.1.5 - espessura do peito.....	49
3.3.2 - Método	
3.3.2.1 - tempo de residência.....	49
3.3.2.2 - água.....	49
3.3.2.3 - carcaça.....	50
3.4 - Cálculos.....	50
3.4.1 - Diagrama de blocos.....	53
3.4.2 - Programa em linguagem FORTRAN.....	59
3.4.3 - Nomenclatura utilizada para o programa.....	62
3.5 - Microbiologia	
3.5.1 - Procedimento geral.....	65
3.5.2 - Coleta das amostras no abatedouro...	66
3.5.3 - Exame microbiológico.....	66
3.5.4 - Determinação da concentração de cloro.....	67
3.6 - Alteração no Peso.....	67
4 - RESULTADOS	
4.1 - Resfriamento.....	68
4.2 - Contagem Total.....	93
4.3 - Alteração no Peso.....	97
5 - DISCUSSÃO	
5.1 - Resfriamento	
5.1.1 - Modelo geométrico.....	104
5.1.2 - Precisão do método.....	105

5.1.3 - Propriedades termo-físicas.....	106
5.1.4 - Temperatura.....	108
5.2 - Microbiologia	
5.2.1 - Água.....	110
5.2.2 - Carcaça.....	114
5.2.3 - Cloração.....	115
5.3 - Alteração no Peso.....	118
6 - CONCLUSÕES.....	120
Possibilidades futuras de estudo.....	123
7 - ANEXOS	
Anexo 7.1 - Método Gráfico de Schmidt	
7.1.1 - Desenvolvimento teórico.....	127
7.1.2 - Aplicação do método.....	133
Anexo 7.2 - Método de Yokoya e Sulzke para Coleta de Amostras.....	141
Anexo 7.3 - Procedimento para Contagem Total em Placas.....	143
8 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	145

RESUMO

Após a escaldagem, depenação e posterior evisceração, a carcaça de frango encontra-se a uma temperatura de 38° a 40°C, a qual deverá ser rapidamente reduzida com o objetivo de inibir o desenvolvimento microbiano e outros processos responsáveis pela deterioração do produto.

Um processo largamente utilizado para o resfriamento das carcaças é a imersão em água a baixa temperatura. Esta água deverá receber uma série de tratamentos para tal objetivo assim como para fins de higiene. Como representa um item de grande peso em qualquer abatedouro, torna-se necessária uma otimização de seu emprego, com vistas a três objetivos: resfriamento, disseminação de microrganismos e ganho de peso.

Para tanto, desenvolveu-se um modelo matemático, cujo método de resolução foi preparado em linguagem FORTRAN, capaz de simular o processo de resfriamento contínuo obtido por meio da passagem de carcaças no interior de dois tanques em série e providos de rosca-sem-fim. Os valores obtidos teoricamente foram concordes com os determinados em experiências desenvolvidas em um abatedouro com capacidade para 4 mil aves por hora.

Através do método acima foi possível indicar os valores para as propriedades termo-físicas do frango apresentados pela literatura, tais como condutividade térmica, calor específico, densidade e coeficiente de transferência de calor entre a super

fície da carcaça e água.

Comparou-se o efeito de diferentes relações entre os fluxos de massa do produto e água sobre o processo de resfriamento.

A partir destes fluxos, determinou-se experimentalmente a contagem total de bactérias na água e na superfície das carcaças. Para comparação, foi empregada água tratada com dióxido de cloro, apresentando resultados favoráveis na redução da contagem.

Também foi determinado o ganho de peso, ponto este que necessita de estudos posteriores para sua redução.

Pode-se concluir que, quando bem operado, o sistema de resfriamento contínuo por imersão reduz a contagem total de bactérias nas carcaças de frango. Representa, ainda, um vantajoso método sob o ponto de vista de transferência de calor.

SUMMARY

After scalding, plucking and evisceration the carcass shows a temperature of 38° - 40° C and has to be cooled down rapidly to avoid the development of microorganisms and other processes responsible for its deterioration.

Immersion in low-temperature water is a process largely used for cooling down the poultry. As this water needs various treatments and represents an important item in the slaughter-house, its use must satisfy three objectives: refrigeration, count of microorganisms and gain of weight of the carcass.

A mathematical model expressed in FORTRAN language has been worked out to simulate the process of continuous cooling consisting in passing the carcasses through two tanks in series, provided with a screw conveyor. Theoretical data obtained showed good agreement with those determined experimentally in a slaughter-house having a capacity of 4000 poultries per hour.

With the above mentioned method it was possible to determine the thermo-physical characteristics of poultry, such as thermal conductivity, specific heat, density and heat transfer coefficient between the carcass surface and water, and compare them with literature data.

The effect of the relation between flow rate of product and water on the process of cooling was also studied.

The number of microorganisms in the water and on the

surface of the product was counted. The use of water treated by chlorine dioxide gave good results in reducing the counts.

The gain of weight was determined. Further study is needed to reduce this value.

It can be concluded that the continuous cooling system by immersion, if properly operated, reduces the total count of bacterias on the poultry carcass and represents an advantageous method from the point of view of heat transfer.

ÍNDICE DE TABELAS

	Página
Tabela 1.1 - Valor da produção de 26 dos principais produtos da agricultura paulista.....	2
Tabela 1.2 - Tempo de resfriamento para carcaças de 1,2 kg a diferentes temperaturas de água.....	9
Tabela 4.1 - Dados iniciais e resultados dos cálculos para o experimento (I), onde N = 40 e com 1,6 litros de água por kg de carcaça.....	73
Tabela 4.2 - Dados iniciais e resultados dos cálculos para o experimento (I), onde N = 20 e com 1,6 litros de água por kg de carcaça.....	74
Tabela 4.3 - Dados iniciais e resultados dos cálculos para o experimento (II). Relação de 2,0 litros de água por kg de carcaça.....	78
Tabela 4.4 - Dados iniciais e resultados dos cálculos para o experimento (III). Relação de 1,6 litros de água por kg de carcaça.....	82

Tabela 4.5	- Dados iniciais e resultados dos cálculos para o experimento (IV): Relação de 2,1 litros de água por kg de <u>carça</u>	85
Tabela 4.6	- Dados iniciais e resultados dos cálculos para o experimento (V). Relação de 2,14 litros de água por kg de <u>carça</u>	88
Tabela 4.7	- Dados iniciais e resultados dos cálculos para o experimento (VI). Relação de 3,4 litros de água por kg de <u>carça</u>	91
Tabela 4.8	- Sumário dos resultados bacteriológicos para incubação a 30°C.....	94
Tabela 4.9	- Sumário dos resultados bacteriológicos para incubação a 20°C.....	95
Tabela 4.10	- Sumário da contagem total de bactérias obtidas com a cloração da água.....	96
Tabela 5.1	- Comparação das maiores contagens observadas na água de resfriadores.....	112

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Fig. 1.1 - Evolução dos preços do frango vivo e abate <u>ido</u>	4
Fig. 2.1 - Efeito da temperatura da água no resfria <u>mento</u> de carcaças de 1,14 kg.....	16
Fig. 2.2 - Efeito de diferentes níveis de cloro re <u>sidual</u> livre na contagem de bactérias.....	31
Fig. 3.1 - Esquema de um abatedouro avícola, com as diversas etapas do processamento.....	41
Fig. 3.2 - Vista parcial do interior da planta de processamento.....	42
Fig. 3.3 - Vista interna de um resfriador por imer <u>são</u> tipo rosca-sem-fim.....	43
Fig. 3.4 - Resfriador contínuo por imersão em água gelada.....	44
Fig. 3.5 - Esquema de operação do sistema contínuo de resfriamento em dois estágios.....	46
Fig. 3.6 - Medida da temperatura no centro dos m <u>úsculos</u> peitorais.....	48
Fig. 3.7 - Disposição dos dados de entrada e dos resultados obtidos segundo o programa	

	desenvolvido.....	64
Fig. 4.1	- Tempo de residência das carcaças no interior do pré-resfriador.....	70
Fig. 4.2	- Tempo de residência das carcaças no interior do resfriador.....	71
Fig. 4.3	- Peso das carcaças para o experimento (I).....	72
Fig. 4.4	- Perfis das temperaturas a diferentes valores de condutividade térmica e número de camadas, para o experimento (I). Relação igual a 1,6 litros de água por kg de carcaça.....	75
Fig. 4.5	- Perfis das temperaturas para o experimento (I). Relação de 1,6 litros de água por kg de carcaça.....	76
Fig. 4.6	- Peso das carcaças para o experimento (II)....	77
Fig. 4.7	- Perfis das temperaturas a diferentes valores de condutividade térmica e número de placas para o experimento (II). Relação de 2,0 litros de água por kg de carcaça.....	79
Fig. 4.8	- Perfis das temperaturas para o experimento (II). Relação de 2,0 litros de água por kg de carcaça.....	80
Fig. 4.9	- Peso das carcaças para o experimento (III)...	81
Fig. 4.10	- Perfis das temperaturas para o experimento	

(III). Relação de 1,6 litros de água por kg de carcaça.....	83
Fig. 4.11 - Peso das carcaças para o experimento (IV)....	84
Fig. 4.12 - Perfis das temperaturas para o experimento (IV). Relação de 2,1 litros de água por kg de carcaça.....	86
Fig. 4.13 - Peso das carcaças para o experimento (V)....	87
Fig. 4.14 - Perfis das temperaturas para o experimento (V). Relação de 2,14 litros de água por kg de carcaça.....	89
Fig. 4.15 - Peso das carcaças para o experimento (VI)....	90
Fig. 4.16 - Perfis das temperaturas para o experimento (VI). Relação de 3,4 litros de água por kg de carcaça.....	92
Fig. 4.17 - Peso das carcaças durante a determinação do ganho de peso.....	98
Fig. 4.18 - Ganho de peso no pré-resfriador.....	99
Fig. 4.19 - Ganho de peso no resfriador.....	100
Fig. 4.20 - Ganho de peso após respingamento por 5 minu tos.....	101
Fig. 4.21 - Variação porcentual do ganho de peso duran te o resfriamento e respingamento.....	102
Fig. 5.1 - Corte longitudinal e transversal de carca	

	ças de frango com 1,2 kg.....	104
Fig. 6.1	- Esquema de um sistema de resfriamento por imersão e com um trocador de calor.....	125
Fig. 7.1	- Esquema representativo para o método de diferenças finitas.....	128
Fig. 7.2	- Determinação gráfica do gradiente de tem peratura na superfície de uma placa.....	131
Fig. 7.3	- Desenvolvimento do método gráfico de Schmidt.....	134
Fig. 7.4	- Comportamento da temperatura do produto e água no resfriamento.....	136
Fig. 7.5	- Retirada da amostra da pele de carcaça, segundo o método de Yokoya e Zulzke.....	141

NOMENCLATURA

A	- área de troca de calor	(m ²)
A _r	- área do resfriador, proporcional ao intervalo de tempo	(m ²)
c _a	- calor específico da água	(kcal/kg °C)
c _p	- calor específico do produto	(kcal/kg °C)
d _e	- densidade do produto	(kg/m ³)
G _m	- média do ganho de peso das carcaças	(kg)
h	- coeficiente de transferência de calor por convecção	(kcal/h m ² °C)
h _c	- coeficiente de transferência de calor por convecção entre a superfície do resfriador e o ambiente	(kcal/h m ² °C)
k	- condutividade térmica do produto	(kcal/h m °C)
L	- distância	(m)
m _a	- massa de água	(kg/h)
m _p	- massa do produto	(kg/h)
N	- metade no número de camadas em que foi dividida a placa	
N _c	- número de carcaças no período considerado	
P _m	- média dos pesos das carcaças	(kg)
q	- fluxo de calor	(kcal/h)
Q _a	- calor trocado pela água durante o intervalo de tempo Δτ	(kcal/h)
Q _c	- calor trocado entre a superfície externa	

	do equipamento e o ambiente durante o <u>in</u> tervalo de tempo $\Delta\tau$	(kcal/h)
Q_p	- calor trocado pelo produto durante o <u>in</u> tervalo de tempo $\Delta\tau$	(kcal/h)
s	- desvio-padrão	
S	- área total do resfriador em contato com o ambiente	(m ²)
t_{ai}	- temperatura da água no início do resfria dor (ponto <u>a</u> da Fig. 3.5)	(°C)
t_{af}	- temperatura da água à saída do resfriador (ponto <u>d</u> da Fig. 3.5)	(°C)
t_{ao}	- temperatura da água resfriada antes da <u>en</u> trada no resfriador	(°C)
t_{amb}	- temperatura ambiente	(°C)
t_{pi}	- temperatura inicial no centro do peito da carcaça (ponto <u>1</u> da Fig. 3.5)	(°C)
t_{pf}	- temperatura final no centro do peito da carcaça (ponto <u>3</u> da Fig. 3.5)	(°C)
t_r	- temperatura do meio de resfriamento	(°C)
t_s	- temperatura na superfície do produto em contato com o meio de resfriamento	(°C)
Δt	- diferença de temperatura	(°C)
Δx	- diferença ou incremento na espessura	(°C)
w	- conteúdo de água, em porcentagem	

ÍNDICES DE TEMPERATURA

A,0 - A,1 - A,2 - ... B,0 - B,1 - B,2 - ... C,0 - C,1 - C,2 - ...

a letra indica a localização da camada e o número, o intervalo de tempo decorrido.

a₁, a₂, a₃, ... a_n temperatura da água após o primeiro, segundo, enésimo intervalo de tempo.

P₁, P₂, P₃, ... P_n temperatura média da carcaça após o primeiro, segundo, enésimo intervalo de tempo.

SÍMBOLOS EM LETRAS GREGAS

α	- difusividade térmica do produto	(cm ² /min) ou (m ² /h)
α_w	- difusividade térmica da água	(cm ² /min)
β	- superfície real do produto	
τ	- tempo	(h)
τ_m	- tempo médio	(h)
$\Delta\tau$	- intervalo de tempo	(h)

RELAÇÕES

c/h	- número de carcaças por hora
l/c	- litro(s) de água por carcaça
l/kg	- litro(s) de água por kg de carcaça

Nº/cm² - número de bactérias por centímetro quadrado de pele da
carcaça.

Nº/ml - número de bacterias por mililitro de água .

NOMENCLATURA DO PROGRAMA

Vide página 62.

1 - INTRODUÇÃO

Nestas duas últimas décadas a criação de aves teve em todo o mundo considerável impulso. Para a produção de carne, que em 1976 atingiu 22,9 milhões de toneladas em termos mundiais segundo o Prognóstico Agrícola 77/78, o frango leva uma grande vantagem pois multiplica-se rapidamente em espaços relativamente pequenos além de ser importante fonte de elementos essenciais à vida.

O custo de sua carne é proporcionalmente mais baixo que o das carnes vermelhas em geral, cujo aumento de produção é limitado pelas despesas e tempo requerido para multiplicação e crescimento. Por diversos fatores o preço das carnes vermelhas tende a subir continuamente e, no futuro, os pedaços de primeira qualidade serão consumidos somente pelas classes mais favorecidas. Desta forma, a carne de frango representa uma resposta a tal problema.

Dados apresentados pelo Prognóstico Agrícola 77/78 demonstraram que em 1970, 1973 e 1976 a produção de carne de frango no Brasil atingiu 255000, 398000 e 570000 toneladas, respectivamente, onde no Estado de São Paulo foi de 275 mil toneladas em 1976. Apenas para comparação, também neste ano os Estados Unidos consumiram um total de 5,4 milhões de toneladas. A Tabela 1.1. relaciona diversos produtos da agricultura paulista, onde pode-se verificar a importância das aves para corte.

Outro setor em expansão vem a ser a exportação que, par

Produto	Quantidade (1000t)		Preço (Cr\$/unidade)		Unidade	Valor corrente (Cr\$1000)		Valor real em
	1975/76	1976/77 ⁽¹⁾	1975/76	1976/77 ⁽²⁾		1975/76	1976/77 ⁽²⁾	Cr\$1000 de 1976 ⁽³⁾ 1976/77
Cafê	112,2	420,0	1.948,00	2.800,00	sc. 60kg	3.642.760	19.600.000	13.420.532
Cana-de-açúcar	50.100,0	56.250,0	115,08	151,83	tonelada	5.765.508	8.540.437	5.847.817
Carne bovina	456,2	442,3	140,00	190,00	arroba	4.257.867	5.602.467	3.836.127
Leite (milhões litros)	1.536,8	1.565,3	1,86	2,75	litro	2.858.448	4.304.575	2.947.433
Ovos (milhões dúzias)	450,0	514,0	4,80	6,60	dúzia	2.160.000	3.392.400	2.322.848
Algodão	332,4	467,6	60,00	100,00	arroba	1.772.800	3.117.333	2.134.503
Milho	2.724,0	2.580,0	58,00	70,00	sc. 60kg	2.633.200	3.010.000	2.061.010
Laranja	3.984,0	3.848,0	12,00	30,00	cx. 40kg	1.195.200	2.886.000	1.976.105
Soja	765,0	780,0	110,00	180,00	sc. 60kg	1.402.500	2.340.000	1.602.247
Aves para corte	275,0	280,0	6,50	8,20	quilograma	1.787.500	2.296.000	1.572.119
Feijão	139,7	199,8	443,00	650,00	sc. 60kg	1.031.452	2.164.500	1.482.079
Batata ⁽⁴⁾	397,2	418,8	128,00	207,00	sc. 60kg	847.360	1.444.860	989.326
Carne suína	72,1	72,8	120,00	230,00	arroba	576.800	1.116.267	764.331
Arroz	840,0	399,6	100,00	165,00	sc. 60kg	1.400.000	1.098.900	752.440
Tomate envasado	296,8	305,2	3,24	2,96	quilograma	961.632	903.392	618.571
Trigo	161,0	258,0	127,80	190,20	sc. 60kg	342.930	817.860	560.006
Amendoim	331,1	212,5	51,00	80,00	sc. 25kg	675.444	680.000	465.616
Banana	585,8	640,2	580,00	700,00	tonelada	339.764	448.140	306.851
Mandioca	610,0	723,0	700,00	600,00	tonelada	427.000	433.800	297.032
Cebola	133,5	172,7	105,00	108,00	sc. 45kg	311.500	414.480	283.803
Uva de mesa	124,9	113,8	27,00	29,00	cx. 8kg	421.538	412.525	282.464
Tangerina	573,8	519,8	14,00	30,00	cx. 40kg	250.830	389.850	266.938
Limão	363,9	322,5	20,00	30,00	cx. 40kg	181.950	241.875	165.617
Tomate rasteiro	250,0	260,0	0,66	0,90	quilograma	165.000	234.000	160.225
Casulo	5,5	5,3	26,00	30,00	quilograma	143.000	159.000	108.871
Mamona	27,0	25,5	2,40	4,20	quilograma	64.800	107.100	73.334
Chá verde	27,7	28,1	1,80	3,00	quilograma	49.860	84.300	57.722
Valor da produção (26 produtos)				(crescimento real = 27,3%)		35.616.643	66.240.061	45.355.961
Valor total da produção sem café (25 produtos)				(crescimento real = -0,1%)		31.973.883	46.640.061	31.935.429
Valor total da produção de origem vegetal (20 produtos)				(crescimento real = 41,8%)		23.833.028	49.369.352	33.804.232
Valor total da produção de origem vegetal s/café (19 produtos)				(crescimento real = 1,0%)		20.190.268	29.769.352	20.383.700
Valor total da produção de origem animal (6 produtos)				(crescimento real = -2,0%)		11.783.615	16.870.709	11.551.729
Valor total da produção a preços de 1975/76				(crescimento físico = 32,0%)		35.616.643	47.026.044	-

⁽¹⁾ Quarta estimativa de safras, abril de 1977.

⁽²⁾ Estimativas preliminares, baseadas nas informações disponíveis até junho de 1977.

⁽³⁾ Deflator estimado (0,684721) em função da variação do Índice "Z" da Conjuntura Econômica, de junho de 1976 a junho de 1977.

⁽⁴⁾ A safra de inverno de 1976/77 foi estimada como igual à de 1975/76.

Tabela 1.1 - Valor da produção de 26 dos principais produtos da agricultura paulista, final do Ano Agrícola 75/76 e estimativa preliminar 76/77. (Prognóstico Agrícola 77/78).

tindo de apenas 3500 toneladas de frango congelado em 1975, pu
lou para 21000 toneladas já em 1976, devendo até o final de 1977
atingir entre 40 a 50 mil toneladas. Para 1978 espera-se que as
nossas exportações fiquem ao redor de 80 mil toneladas, geran
do divisas próximas aos US\$ 100 milhões.

Em um mercado que apresenta uma variação cíclica no cus
to da matéria-prima e no preço de venda, como indicado à Fig. 1.1,
é essencial o perfeito conhecimento de tódas as variáveis que
irão permitir a correta seleção do processo e equipamentos, de
tal forma a se obter um produto final com qualidade e custos
convenientes.

Como a preservação pelo frio é um método largamente uti
lizado pelas indústrias do ramo e que necessita uma otimiza
ção devido aos custos envolvidos, a tarefa do engenheiro que
trabalha com refrigeração pode ser dividida em duas fases prin
cipais. A primeira, refere-se ao cálculo das necessidades de
frio para o processo de resfriamento, considerando-se que o fe
nômeno de transferência de calor é estacionário além do conheci
mento do fluxo deste sistema, condições de entrada e saída, con
dições do ambiente e a carga térmica representada ao processo.
Pode-se, assim, dimensionar o sistema completo de refrigeração
em função do valor da temperatura do refrigerante, exigida por
condições de processamento.

Já a segunda parte refere-se à seleção do resfriador pro
priamente dito, onde são basicamente três os problemas:

- obter informações necessárias para a taxa de resfria

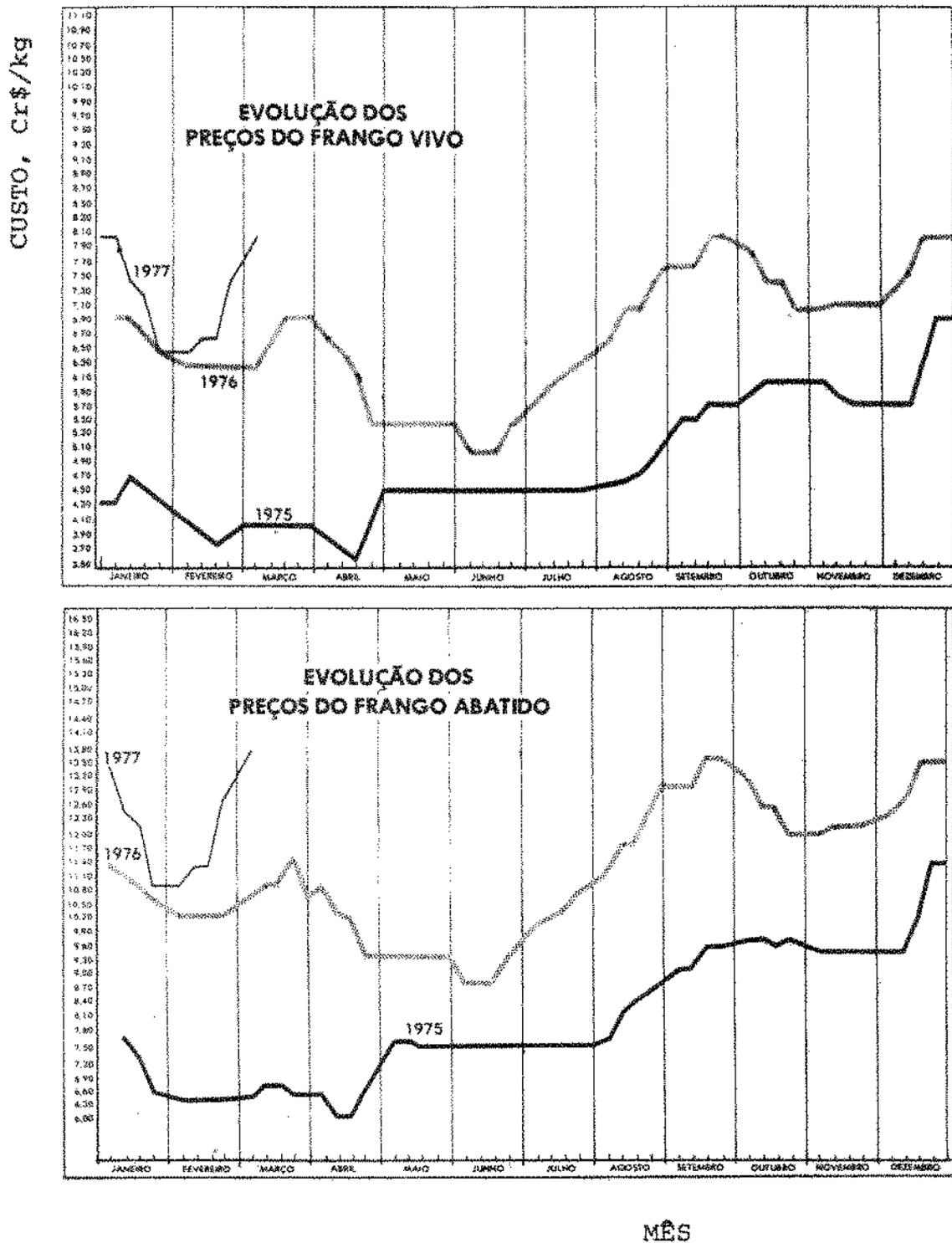


Fig. 1.1 - Evolução dos preços do frango vivo e abatido durante os anos de 1975, 1976 e 1977, (FSP, 1977).

mento exigida sob o ponto de vista qualidade, ligadas a uma técnica geral e possibilidades econômicas;

- determinar a combinação de condições externas (meio de resfriamento, temperatura e velocidade ou vazão deste meio), que irão permitir a obtenção da taxa de resfriamento ótima do produto em função de suas propriedades;

- selecionar o equipamento que permitirá a obtenção das condições de resfriamento prescritas.

No entanto, tais questões devem ser analisadas considerando-se um estado não estacionário de transferência de calor, caracterizado pela dependência do tempo em relação ao fluxo de calor e faixas de temperatura consideradas. Soluções exatas para os problemas práticos desta transferência são muito difíceis, se não impossíveis de obter. Assim a necessidade de uma solução aproximada do problema tem motivado um considerável esforço para o desenvolvimento de métodos capazes de apresentar tais respostas.

No Brasil, praticamente todos os abatedouros utilizam para redução da temperatura o método de imersão das carcaças em água resfriada ou em uma mistura de gelo e água. Ao lado das vantagens apresentadas quando comparado com outros métodos, tais como uma redução no tempo de resfriamento, menores custos de investimento e operação, além do espaço necessário, há o problema da água.

Após a evisceração, a carcaça de frango encontra-se a uma temperatura de 38° a 40°C, a qual deverá ser rapidamente re

duzida com o objetivo de retardar processos responsáveis pela deterioração do produto nos quais os microrganismos têm um papel preponderante. Ainda durante a remoção das penas, vísceras e outras partes da carcaça ocorre a disseminação de microrganismos originalmente existentes no meio onde a ave foi criada, transportada e abatida, assim como do próprio conteúdo das vísceras.

É inevitável, pois, que a carcaça fique contaminada com várias espécies de bactérias incluindo aquelas responsáveis por alterações indesejáveis no produto e outras que podem provocar doenças ou intoxicações no homem.

Caso não se tomem certos cuidados durante o processo de resfriamento por meio de imersão em água, poderá ocorrer uma redução na qualidade bacteriológica das carcaças. Ter-se-ia, em consequência, um menor tempo disponível de venda. Além dos problemas de captação, tratamento e condução, há que se levar em conta a redução da temperatura desta água assim como de sua manutenção em um valor adequado. A solução de tais itens envolve custos de investimento e de operação do equipamento a especificar, custos estes que podem alcançar valores significativos.

Ainda, para um necessário e compensador retorno do capital investido, a tendência é de instalar ou modificar abatedouros de tal forma a se obter uma produção contínua e de elevado número de aves. Desta forma, a água necessária representa um item de grande peso em qualquer planta. Tanto para fins de higiene ou resfriamento deverá ter inicialmente condições de pota

bilidade e, de outro lado, a água já utilizada irá apresentar problemas de tratamento, no que as autoridades responsáveis serão cada vez mais exigentes. É importante, assim, a determinação de uma vazão conveniente de água para resfriamento.

Pretendeu-se, em função do exposto, estudar e desenvolver um método de cálculo que apresentasse resultados com uma precisão razoável quando comparados com os valores experimentais obtidos em uma planta industrial.

Para facilidade destes cálculos foi preparado um programa de computador que também permitisse analisar o comportamento das diversas variáveis envolvidas no processo tais como temperatura, as propriedades termo-físicas do produto e do meio de resfriamento, além das condições do ambiente, de modo a se obter a melhor relação carcaça-água.

Ter-se-ia, assim, uma útil ferramenta na determinação das condições mais econômicas do sistema para o projeto de novas instalações ou alterações na planta já existente.

Ao mesmo tempo procurou-se verificar os efeitos da relação carcaça-água indicada pelos cálculos na contagem total de bactérias, tanto do produto como do meio de resfriamento, além da ação do dióxido de cloro nesta contagem. Também foi determinado o ganho de peso nos dois estágios de resfriamento.

2 - REVISÃO DA LITERATURA

Inicialmente é preciso indicar dois extensos trabalhos de revisão apresentados por BRANT (1963) e THOMSON e col. (1974), cobrindo aspectos microbiológicos, redução da temperatura, alteração no peso das carcaças assim como as propriedades organolépticas quando do emprego de diversos processos de resfriamento.

Procurou-se destas revisões, salvo algumas exceções, as referências relacionadas com o resfriamento contínuo. Note-se que após 1973, último ano que THOMSON e col. (1974) citaram na revisão feita, foram publicados diversos trabalhos na área do resfriamento contínuo por imersão, visto as novas normas do Mercado Comum Europeu proibindo o seu emprego a partir de janeiro de 1977. Tais normas são criticadas por grande número de especialistas no campo, tanto europeus como norte-americanos. É interessante verificar que até o presente momento não foi ainda proposto um método alternativo capaz de propiciar todas as vantagens do resfriamento contínuo por imersão em água.

2.1 - Resfriamento

MULDER e col. (1976) determinaram que em uma planta abatedouro tendo 3600 frangos por hora, à temperatura média inicial de 28°C após a evisceração e com o emprego de 1,5 e 2,5 litros de água por carcaça, as temperaturas médias das carcaças foram de 7,2°C e 7,7°C após 30 minutos de resfriamento. Tais resultados mostra

ram-se bastante próximos aos calculados por meio de modelo matemático, onde considerou-se o emprego de reatores ideais com temperatura da água constante durante os intervalos de tempo considerados.

ANDERSEN (1974) utilizou um resfriador provido de pás para agitação e deslocamento das carcaças, no qual o fluxo de água foi paralelo ao das carcaças e determinou o tempo de resfriamento para diversas temperaturas da água. As temperaturas do produto indicadas na Tabela 2.1. foram anotadas após a equalização da temperatura de grupos de 8 carcaças de 1,2 kg colocadas em um recipiente isotérmico.

	tempo min	temperatura, °C					
		5	8	6	9,5	3	5
temp. água		5	8	6	9,5	3	5
temp. inicial carcaça		26	30	26	30	26	32
temp. final carcaça após 10, 20 e 30 min. de imersão	10	11,5	-	11	13,5	9,5	10
	20	8,5	11	9,5	13	7,5	9,5
	30	9	11	8	12	5,5	8

Tabela 2.1 - Tempo de resfriamento para carcaças de 1,2 kg a diversas temperaturas da água.

WHITEHEAD (1975) resfriou até $4,4^{\circ}\text{C}$ carcaças de 1 kg, 1,2 kg e 1,4 kg inicialmente a $32,2^{\circ}\text{C}$. Em água a $0,6^{\circ}\text{C}$ o tempo foi de 29, 33 e 36 minutos; para a água a $3,3^{\circ}\text{C}$ necessitou-se de 42, 44 e 47 minutos. Ainda indicou que para cada 100 g de aumento no peso da carcaça houve necessidade de 1,5 minutos de resfriamento adicional para a água a $0,6^{\circ}\text{C}$.

SIMPSON (1975) indicou que no resfriamento contínuo segundo o "Código de Práticas" (ANÔNIMO, 1975), para carcaças de 1,1 kg e com tempo de 23 minutos, a temperatura no centro do músculo peitoral foi de $8,4^{\circ}\text{C}$. Já para carcaças de 1 kg e com 30 minutos, a temperatura foi de $6,7^{\circ}\text{C}$.

Também THOMAS, citado por PARRY (1973), utilizou um sistema de resfriamento em três estágios num total de 15 metros e com temperaturas de 18°C , 15°C e 2°C , respectivamente. Resfriou carcaças de 1,8 kg até 8°C em 33 minutos, obedecendo ao "Código de Práticas".

GISSKE e GLEES (1966) indicaram que a temperatura de carcaças de 0,9 a 1 kg resfriadas durante 30 a 35 minutos é de 6° a 10°C .

VEERKAMP e HOFMANS (1974) estudaram alguns fatores que influem no resfriamento e de cujos resultados apresentaram uma fórmula para o cálculo da energia total removida durante o resfriamento. Utilizaram um tanque com gelo e água, mantido a $0,5^{\circ}\text{C}$ e analisaram o efeito de uma grande e pequena agitação desta água. Também relacionaram os valores em função do coeficiente de transferência de calor assim como a influência do peso das

carcaças.

ANDERSEN (1975) comparou o processo de resfriamento em contra-corrente e corrente paralela quanto ao consumo de energia. O sistema empregado em ambos os casos foi de dois estágios, de tal forma que no primeiro estágio foi feita a adição de 1,5 litros de água a 11°C por kg de produto. Já no segundo estágio, o de contra-corrente recebeu 1,0 litro de água a 1°C e o corrente paralela 1,0 litro de água a 11°C mais 0,22 kg de gelo por kg de produto. O consumo de energia foi menor no método de contra-corrente.

FRAUENFELD (1973) indicou que a água no pré-resfriador deve ser de 20°C e no resfriador final 2°C, para que as carcaças saiam a 7°C. Ainda a quantidade de gelo no resfriador final foi de 0,4 a 0,5 kg por 1 kg de frango. Abatedouros com capacidade de 5000 kg/h a 10000 kg/h necessitam de 2 a 5 toneladas de gelo.

VEERKAMP e col.(1972) empregaram dois sistemas de resfriamento de carcaças de 0,8 kg. O primeiro era composto por dois tanques em série onde a água com temperaturas de 0°C, 2,5°C e 11°C, corre em paralelo com o produto, inicialmente a 31°C. Após 30 minutos, as carcaças atingiram as temperaturas de 2°C, 6°C e 13°C, respectivamente. A vazão de água foi de 0,5 litros por carcaça. Já o segundo sistema era constituído por um tanque provido de rosca-sem-fim que deslocava as carcaças, inicialmente a 33,5°C, em sentido contrário ao fluxo de água à razão de 1,4 litros por carcaça. A temperatura de entrada da água era de

2,5°C e a saída, 22°C. Após 30 minutos, a temperatura da carça atingiu 10°C. Em ambos os sistemas foi utilizado gelo mas os autores não especificaram a quantidade. As temperaturas indica das foram obtidas através da média aritmética de valores de 10 carças dispostas em uma caixa isolada termicamente, após um período de 30 minutos.

ERDTSIECK e VEERKAMP (1974) resfriaram até 4°C e após 12 minutos, carças de 1 kg inicialmente à temperatura de 30° a 32°C, utilizando 2,5 litros de água, a 1°C, por carça. A tem peratura de saída da água do resfriador foi de 18°C. Ainda em um sistema com mistura de água e gelo, onde a temperatura foi mantida entre 1° a 2°C, empregaram 0,5 kg de gelo e 2 litros de água a 1°C, por carça.

SIVACHEVA e col.(1970) resfriaram carças de 1 kg em uma mistura de água e gelo. Em uma primeira experiência a água não foi agitada ao passo que no segundo e terceiro teste era circ culada à razão de 0,1 a 5 m/s. Os tempos para se alcançar 4°C na carça foram de 40, 35 e 32 minutos, respectivamente.

KOTULA e col. (1960) estudaram o resfriamento de carça ças até 4°C em quatro diferentes abatedouros:

(a) por deslocamento contínuo das carças no interior de um primeiro tanque com 17 m, que recebia 1,9 litros de água a 5°C por carça. Em seguida, passavam a um segundo tanque de 17 x 3 m onde percorriam 68 m recebendo, também, 1,9 litros por carça e onde a água era mantida entre 0° a 0,6°C por adição de gelo. O tempo total foi de 58 min. e a produção,

de 3000 frangos/h.

- (b) por tambor rotativo, onde as carcaças foram resfriadas em corrente paralela ao fluxo de água. O primeiro tanque de 9 m recebia água a 9°C e à razão de 1,7 litros por carcaça. Já no segundo, também de 9 m e em série com o primeiro, era adicionado 0,5 a 0,8 kg de gelo por 1 kg de produto. O tempo total foi de 18 min. e a produção foi de 2000 frangos por hora.
- (c) por tambor giratório provido de pás, com as carcaças deslocando-se em sentido contrário ao fluxo de água com temperatura de 1°C . Esta água alimentava o primeiro tanque de 8 m. Já o segundo tanque com 9,5 m recebia 0,3 kg de gelo por cada kg de produto. O tempo total foi de 30 min. para resfriar 6250 carcaças por hora.
- (d) por agitação através da oscilação do tanque. O primeiro, de 5 m, recebia 3 litros de água, a 14°C , por carcaça. Já o segundo, com 10 m, era alimentado por água à razão de 0,6 litro por carcaça além de se prover gelo para manter esta água entre $0,6^{\circ}$ a $1,7^{\circ}\text{C}$. O tempo necessário foi de 40 min. para uma produção horária de 2500 frangos.

BISHOP (1972) descreveu vários tipos de resfriadores e indicou que deve-se adicionar 1 kg de gelo por cada kg de carcaça, necessitando o resfriamento de 35 a 40 minutos.

MICKELBERRY e col.(1962) determinaram que um melhor resfriamento foi obtido quando utilizado de 50 a 60% de gelo em relação ao meio de resfriamento.

RANKEN (1975) indicou que para o primeiro estágio do resfriamento deveriam ser utilizados 4 litros de água por kg de carcaça, de tal forma a se ter 10°C na entrada e 12°C na saída. Com estes valores, determinou que a temperatura da carcaça, inicialmente a 32°C , era reduzida a 24°C após 20 minutos. No segundo estágio o efeito do resfriamento era obtido somente pela fusão de gelo, o que após 30 a 35 minutos permitia reduzir a temperatura da carcaça a 4°C . Ainda analisou o fato de que o calor necessário para fundir 0,5 kg de gelo é equivalente à redução da temperatura de 40°C por kg de carcaça ou 20°C a uma eficiência do resfriador de 50%. Este fator é baseado na prática, segundo o autor, e pode variar de acordo com as condições de trabalho.

O isolamento térmico do resfriador seria vantajoso, conforme trabalhos de FROMM e col. (1966), que estudaram o consumo de gelo durante o resfriamento de carcaças em função da temperatura do ambiente e da espessura do isolante utilizado.

THOMSON e col. (1966) estudaram a relação tempo-temperatura no resfriamento de carcaças por três diferentes sistemas contínuos:

- (a) por meio da passagem das carcaças no interior de um primeiro tanque de 15 m com água a 20°C e, em seguida, em outro tanque de 116 m com água e gelo sob agitação. O tempo total foi de 2 horas.
- (b) tipo oscilante, onde as duas primeiras unidades tem 8,3 m cada e uma terceira de 16,6 m. Na primeira tem-se o pré-resfriamento com água a 20°C e nas restantes, água e gelo. O

tempo total foi de 30 a 40 minutos.

(c) tipo oscilante, com quatro unidades de 13,2 m cada. Na primeira procedeu-se ao pré-resfriamento com água a 17°C e nas restantes havia água e gelo. O tempo total foi de 45 a 60 minutos.

A temperatura de cada carcaça foi medida na parte mais profunda do peito, apresentando 3°C, 3,7°C e 1,9°C para os sistemas (a), (b) e (c), respectivamente. A temperatura inicial era de 34°C. Não foi apresentada a vazão de água assim como o peso das carcaças processadas.

MEADOWS (1974) desenvolveu cálculos comparativos para um resfriador utilizando água e gelo, para 1500 carcaças por hora e de 1,14 kg, com 2,5 litros de água por kg de carcaça. Assim, para o estágio que recebe gelo e onde a carcaça deverá ter a temperatura reduzida de 27°C para 4,4°C, o calor extraído será de 489900 kcal para uma produção de 27240 kg por dia. Para reduzir a temperatura da água será necessária a retirada do calor de aproximadamente 299880 kcal por dia. O calor total de 789780 kcal representa 29 kcal/kg de produto. De outro lado 0,23 kg de gelo a -12,2 C retira 21 kcal e as restantes 8 kcal são consideradas como perdas pelo resfriador, flutuação da temperatura das carcaças e a variação na água das unidades de resfriamento. Analizou também a importância da temperatura da água no efeito de resfriamento da carcaça, como visto na Fig. 2.1.

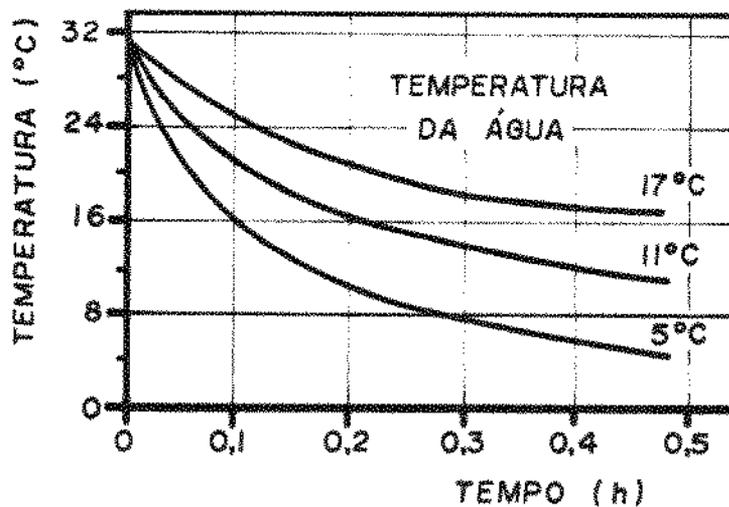


Fig. 2.1 - Efeito da temperatura da água no resfriamento de carcaças de 1,14 kg.

KNIGHT (1958) comparou teoricamente três métodos de resfriamento em corrente paralela e em contra-corrente com um ou dois estágios e determinou as necessidades mínimas de gelo e água. Os melhores resultados foram obtidos quando utilizado o sistema de contra-corrente em dois estágios, de tal forma que no primeiro estágio cada kg de carcaça a 38°C recebia 1 kg de água a 0°C proveniente do segundo estágio, saindo o frango a 8,3°C e a água a 23°C. Em seguida, o produto era conduzido para o segundo estágio saindo a 4,4°C quando era adicionado 0,69 kg de água e 0,31 kg de gelo. ASHRAE (1974) indica 0,55 kg de gelo por kg de carcaça assim como SCHNEIDER (1973), o qual consi

derou ideal uma relação de 1 kg de gelo por kg de carcaça.

VEERKAMP (1971) citado por RANKEN (1975) indicou que a taxa de resfriamento por meio de aspersão de água a 0°C, imersão da carcaça em água a uma temperatura constante de 0°C e por imersão em água e gelo é a mesma.

RODGERS e MAY (1963) concluíram que a temperatura da água de resfriamento é muito mais importante no rápido resfriamento da carcaça que altas taxas de fluxo de água, principalmente nos últimos 15 graus.

ANÔNIMO (1977) apresentou que para o resfriamento de 8100 carcaças por hora foi utilizado um sistema por imersão em dois estágios. O primeiro, que corresponde ao pré-resfriamento, com 6,6 m de comprimento e utilizando água a 5,6°C, era seguido do resfriamento em um tanque de 23 m com água a 2,2°C mantida a esta temperatura com adição de gelo e com vazão de 1,9 litros de água por carcaça. Para uma economia de 22 toneladas de gelo por dia foi empregado um trocador de calor que recebe a água de pré-resfriador a 5,6°C e reduz a temperatura da água fresca a ser adicionada no resfriador de 22,2°C a 8,9°C. A água já utilizada no trocador sai a 18,9°C e segue para o descarte.

SIMPSON e THOMAS (1973) indicaram que apesar do consumo de água ser maior, o método por imersão é o que reúne melhores vantagens quando comparado o tempo de resfriamento, trabalho, área de piso e custos. Da mesma opinião foram KLOSE (1974), FURNISH (1974), TRAYLOR (1974), MEADOWS (1974) e BRANT (1974).

2.2 - Propriedades Termo-Físicas

SWEAT e col. (1973) determinaram através de experimentos que a condutividade térmica da carne branca e escura de frango era de $0,4464 \text{ kcal/h m } ^\circ\text{C}$ quando a temperatura estava acima de 0°C . Indicaram que o conteúdo de água era de 74,4% e o de gordura 0,3% para carne branca. Já para a escura, obtiveram os resultados de 76,3% e 2,5% respectivamente.

HAUGH e col. (1974) concluíram que a condutividade acima de 0°C era de $0,4464 \text{ kcal/h m } ^\circ\text{C}$ para carne de frango e de $0,424 \text{ kcal/h m } ^\circ\text{C}$ para a pele. LENTZ (1961), utilizando o sistema de placa quente indicou que acima de 0°C a condutividade do músculo do peito de peru foi de $0,4176 \text{ kcal/h m } ^\circ\text{C}$. A composição da amostra apresentava 74% de água e 2,1% de gordura.

GOGOL e col. (1972) compararam os valores da condutividade obtidos pelo método da placa quente e do comparador térmico de Powell, à temperatura de 23 e 28°C . Para a pele de frango, os valores foram de 0,27014 e $0,31488 \text{ kcal/h m } ^\circ\text{C}$; já para o músculo foram de 0,42242 e $0,454252 \text{ kcal/h m } ^\circ\text{C}$, respectivamente. A densidade do músculo apresentada pelos autores foi de 1100 kg/m^3 . SIVACHEVA e col. (1970) consideraram que a condutividade do músculo de frango é de $0,35 \text{ kcal/h m } ^\circ\text{C}$ e que a água em convecção livre e com velocidades de 0,1 e 5 m/s apresentavam um coeficiente de película de 250, 1000 e $3500 \text{ kcal/h m}^2 ^\circ\text{C}$, respectivamente.

SWEAT e HAUGH (1974), através de experiências, determina

ram que para a carne branca de frango a condutividade para 0°, 10° e 20°C foi de 0,4094, 0,413 e 0,421 kcal/h m °C. Já para a carne escura, os valores foram de 0,414, 0,42 e 0,428 kcal/h m °C. SWEAT (1974) apresentou uma fórmula para o cálculo da condutividade:

$$k = 0,0798 + 0,00517 W \quad (W/m \text{ } ^\circ\text{C})$$

onde W é o conteúdo de água em porcentagem por peso em base úmida. É aplicável para temperaturas entre 0° e 60°C e para W entre 60 a 80%.

DICKERSON (1977) utilizou a seguinte fórmula para o cálculo do calor específico (c_p) de diversos produtos, inclusive frango, entre 0° a 20°C:

$$c_p = 0,40 + 0,006 \cdot (\% \text{ água})$$

Já para a difusividade térmica, seria para produtos com mais de 40% de água:

$$\alpha = 0,053 + (\alpha_w - 0,053) \cdot (\% \text{ água})$$

onde

$$\alpha = \text{difusividade térmica} \quad (\text{cm}^2/\text{min})$$

$$\alpha_w = \text{difusividade térmica da água à temperatura considerada} \quad (\text{cm}^2/\text{min})$$

ANDERSEN (1974) empregou os valores de 0,4 kcal/h m °C para a condutividade; 0,75 kcal/kg °C para o calor específico; um coeficiente de transferência de calor entre água e superfície do produto de 800 kcal/h m² °C e densidade do produto de

1000 kg/m³. DICKERSON (1968) relaciona alguns valores para carne de frango com 69 a 75% de água e 0,6% de gordura: condutividade de 0,36 kcal/h m °C, calor específico de 0,85 kcal/kg °C e difusividade de 0,00039 m²/h.

LOGINOV e SIVACEVA (1974) determinaram fórmulas empíricas para o resfriamento e congelamento de frango utilizando para a condutividade 0,352 kcal/h m °C e para o calor específico 0,87 kcal/kg °C. A densidade foi de 1040 kg/m³. MOTT (1964) apresentou o valor de 1026 kg/m³ para a densidade e que o ar normal apresenta um coeficiente de película de 6,34 kcal/h m² °C. Também relaciona a entalpia do frango a diversas temperaturas.

ROBINSON, citado por MORLEY (1972), indicou que músculo de frango com 73% de água e na faixa de 0° a 17°C tem um calor específico de 0,82 kcal/kg °C. Ainda RJUTOV (1950), citado pelo mesmo autor, apresentou os valores da entalpia segundo a temperatura considerada.

WALTERS e MAY (1963) concluíram que a condutividade do músculo de frango foi de 0,355 kcal/h m °C na faixa de 26° a 4°C e com um teor de água entre 69,1 a 74,9% de água. Já para a pele foi de 0,026 kcal/h m °C. As densidades foram de 1070 e 1030 kg/m³, respectivamente. ASHRAE Fundamentals (1972) indica que o calor específico é de 0,79 kcal/kg °C.

ERDTSIECK e VEERKAMP (1974) empregaram para o calor específico o valor de 0,8 kcal/kg °C ao passo que JASPER (1966) 0,82 kcal/kg °C para um conteúdo de água de 70%. KONWENHOVEN (1972) apresentou a variação do calor específico e da entalpia com a

temperatura para um material semelhante à carne de frango.

KNIGHT (1958) utilizou valores de 0,79 kcal/kg^oC para o calor específico assim como 8,1 e 9,7 kcal/h m² °C para o coeficiente de transmissão de calor por convecção entre o ar e uma superfície metálica seca e úmida, respectivamente, quando a velocidade do ar está entre 0,08 e 0,13 m/s. KOPELMAN e col. (1966) determinaram que o mesmo coeficiente entre a superfície seca de um cilindro de alumínio e o ar com velocidades de 0 e 0,91 m/s era de 8,3 e 22,94 kcal/h m² °C.

DICKERSON e READ (1975) estudaram a difusividade térmica da carne bovina, que ficou entre 0,00048 m²/h para o coxão e 0,00045 m²/h para o pescoço, onde o conteúdo de água era de 67 e 66%, respectivamente.

MULDER e col. (1976) indicaram que o coeficiente de transferência de calor por convecção forçada entre a água e a superfície do frango foi de 860 kcal/h m² °C.

VEERKAMP (1970) concluiu que as propriedades físicas da Tylose são praticamente idênticas às do músculo de frango e que poderia ser utilizada diversas vezes. A difusividade térmica foi de 0,00054 m²/h.

LENTZ (1969) calculou a área de superfície para frangos e sua relação com o peso através da fórmula:

$$A = 440 W^{2/3}$$
 onde A representa a área em cm² e W o peso em kg.

MAY e col. (1961) estudando os pontos que necessitavam um maior tempo para se atingir determinados valores de temperatura

obtidos a partir de termopares, determinaram que a inserção deveria ser feita nos músculos do peito, na posição média ventral, entre a quilha do externo e o inter-clavicular, e extendendo-se do dorso anterior à junção das extremidades dos ossos coracoides.

VACINECK e TOLEDO (1973), MAY e col.(1961), CONNOLLY e col.(1954), VENGER e col.(1973), LENTZ e BERG (1963, 1957), BRODINE e CARLIN (1968), THOMSON e col.(1966), RODGERS e MAY (1963), GISSKE e GLEES (1966), ANDERSEN (1974), LOGINOV e SIVA CEVA (1977), SCHOLTYSSEK e GUHNE (1973) citados por VEERKAMP e HOLMANS (1974) e WHITEHEAD (1975) indicaram que a temperatura deverá ser obtida no ponto médio da maior espessura dos músculos peitorais. Ainda WHITEHEAD (1975) e RODGERS e MAY (1963) compararam o tempo necessário para resfriar o peito e a coxa de frango, concluindo que era maior para o peito.

2.3 - Métodos de Cálculo

ANDERSEN (1975), ERDTSIECK e VEERKAMP (1974), SIMPSON e THOMAS (1973), KNIGHT (1958), JASPER (1966) e PARRY (1973) apresentaram diversos comentários a respeito do processo de transferência de calor durante o resfriamento de carcaças por imersão em água.

VEERKAMP e HOFMANS (1974) e MULDER e col.(1976) calcularam o tempo de resfriamento de carcaças através da energia total removida no processo e com o auxílio da temperatura média

do produto. Já ANDERSEN (1974), LOGINOV e SIVACEVA (1977) como VEERKAMP e col.(1972) empregaram o método analítico, considerando que a transferência de calor se dava ao longo da espessura de uma placa imersa em água, onde a temperatura do meio de resfriamento permanecia constante. O valor da espessura desta placa corresponderia à espessura do peito da carcaça. VACINECK e TOLEDO (1973) e WHITEHEAD (1975) desenvolveram os cálculos baseados também neste método onde, no entanto, o meio de resfriamento era ar à baixa temperatura. Ainda HAYAKAWA (1972), GAC (1964) e DICKERSON (1972) apresentaram uma revisão deste método quando empregado para cálculo do resfriamento e aquecimento de alimentos, seguidas de bibliografia.

KOUWENHOVEN (1972) considerou como modelos representativos da carcaça uma esfera e um cilindro com paredes de certa espessura, no cálculo do tempo de congelamento. Concluiu que a esfera apresentou melhores resultados quando comparados com valores experimentais obtidos a partir de uma substância de propriedades semelhantes ao músculo de frango. VEERKAMP (1970) utilizou um método numérico na determinação do tempo de congelamento de carcaças, consideradas como esferas, de paredes com certa espessura. LENTZ e BERG (1963) relacionaram a um cilindro a forma geométrica da carcaça na obtenção do tempo de congelamento por meio de um calorímetro. Ainda VENGER e col.(1973) analisaram os resultados práticos e teóricos no tempo de congelamento, levando em consideração uma placa de espessura igual ao peito da carcaça de frango.

2.4 - Microbiologia

2.4.1 - Vazão de água

MEAD (1975) concluiu que quando bem operado, o sistema de resfriamento contínuo por imersão reduz a contagem de bactérias na carcaça de frangos. Tal opinião é partilhada também por RANKEN (1973), CASALE e col.(1965), BRANT (1974), THOMSON e col.(1975), BRANT (1973), SIMONSEN (1975), RANKEN (1975), MEADOWS (1974), PARRY (1973), MULDER e col.(1976), SIMPSON (1975), MAY (1974) e JUL (1975).

PIETZSCH e LEVETZOW (1974) determinaram por experiências que durante as duas primeiras horas de processamento, quando as condições de higiene foram as mais favoráveis, a incidência de casos positivos de Salmonella foi reduzido de 68 para 38% após o resfriamento. Quanto à contagem total e de coliformes em carcaças, COX e col.(1975) encontraram uma redução significativa após o resfriamento.

PARRY (1973) apresentou estudos desenvolvidos na Inglaterra, Holanda e Dinamarca que mostraram a redução de bactérias fecais presentes na carcaça quando utilizado o sistema de imersão. SIMPSON (1975) desenvolveu testes bacteriológicos em três abatedouros que operavam segundo o "Código de Práticas" (ANÔNIMO, 1975) e concluiu que ocorreu uma redução na contagem total assim como na de Coli-Aerogenes.

NOTERMANS e col.(1973) indicaram que a redução de microor

ganismos não evitará a contaminação cruzada no sistema de resfriamento. O que pode ocorrer não depende somente do modo de operação do resfriador mas também do número de microrganismos conduzidos para ele através de carcaças contaminadas. Concluíram que se a linha de abate receber uma série de cuidados higiênicos, principalmente antes do resfriamento, esta etapa será consideravelmente melhorada neste ponto de vista.

MAY (1974) relacionou os diversos pontos onde poderá ocorrer contaminação cruzada na planta de processamento que, com condições sanitárias convenientes, permitirá uma redução no número de bactérias após o resfriamento. SIMONSEN (1975) foi de opinião que o resfriamento por imersão é de menor importância sob o ponto de vista higiênico em função dos processos ocorridos antes e após esta etapa. Quando operado devidamente, é um método econômico na redução da temperatura da carcaça assim como reduz a contaminação bacteriana que tem lugar na linha de abate. JUL (1975) apresentou algumas observações sobre o resfriamento por imersão e indicou alterações que levaram a uma maior eficiência do sistema.

CLARK e LENTZ (1969) estudaram os aspectos microbiológicos em dois abatedouros com diferentes tipos de depenadeiras mas com o mesmo meio de resfriamento contínuo. Os resultados indicaram a importância desta etapa, pois ocorreu um aumento na contagem total de bactérias, principalmente de psicrófilas, com o transcorrer da operação. Após o resfriamento houve uma redução na contagem total mas um aumento na contagem de bactérias psicrófilas.

KOTULA e col. (1962) determinaram a contagem bacteriana na pele do peito de carcaças durante o resfriamento em dois abatedouros, onde ambos apresentavam uma primeira seção de pré-resfriamento seguida do resfriamento. Em um deles a água fresca era adicionada na primeira seção ao passo que na de resfriamento a água provinha da fusão de gelo aí adicionado. Já no outro abatedouro o fluxo de água era em contra-corrente, sendo descartada após a passagem na seção de pré-resfriamento. No primeiro caso o número de bactérias não aumentou mas no segundo, foi reduzido significativamente.

MULDER e VEERKAMP (1974,b) analisaram o efeito de limpeza em carcaças provocado por diversos métodos de resfriamento. No de imersão, determinaram que este efeito é melhor quando o fluxo de água obedeceu à relação de 3,2 litros por carcaça, em contra-corrente com o fluxo das carcaças e que houve uma redução na contagem de coliformes.

THOMSON e col. (1975) utilizaram um resfriador contínuo, constituído de duas seções. A contagem total foi reduzida significativamente na seção final, onde havia gelo e água à razão de 1,9 litros por carcaça. Já na primeira seção, que operava como pré-resfriamento, não houve diferença. Também a contagem de coliformes apresentou o mesmo comportamento.

VEERKAMP e col. (1972) determinaram a contagem bacteriana na pele de frango em dois sistemas de resfriamento. Um deles, composto por dois tanques em série, de tal forma que o primeiro recebia 0,5 e 1,0 litro de água por carcaça, tinha o papel de

seção de lavagem. Já o segundo sistema era constituído por um tanque provido de rosca-sem-fim, que deslocava as carcaças em contra-corrente com o fluxo de água, à razão de 3,2 litros por carcaça. Concluíram que a contagem total e de coliformes no primeiro caso e com 0,5 litro por carcaça não variou significativamente. Já para 1 litro por carcaça ocorreu uma sensível redução. Quanto ao processo de contra-corrente, obtiveram uma redução satisfatória em relação à coliformes assim como quanto à contagem total. Ainda a contagem bacteriana das carcaças diminuiu à medida que se aproximavam do ponto de saída do resfriador.

MULDER e col. (1976) não indicaram diferença na contagem total quando utilizaram 1,5 e 2,5 litros de água por carcaça em um sistema de contra-corrente. Observaram que a contagem total permaneceu ao mesmo nível antes e após o resfriamento, motivado pela elevada contagem bacteriana na água do sistema. No entanto, após a limpeza dos equipamentos ocorreu uma redução bastante significativa tanto na água como na superfície do produto.

BRANT (1974) apresentou os resumos e comentários de diversos trabalhos apresentados no Poultry Meat Symposium realizado na Dinamarca em 1973 e foi de opinião que um melhor controle no processo, principalmente antes do resfriamento, é importante para a qualidade do produto. BRANT (1973) descreveu os equipamentos existentes no mercado norte-americano para o resfriamento contínuo por imersão de carcaças além dos problemas e controles do processo. Indicou que uma lavagem após a evisceração é uma das mais importantes medidas para um resfriamento sanitário.

SCHOLTHORST e col.(1972), citados por PARRY (1973), concluíram que uma maior contaminação das carcaças se dá durante o escaldamento, depenação e evisceração, de tal forma que ao final da evisceração a contaminação por fecais atinge níveis máximos. Tal observação foi corroborada por SURKIEWICZ e col.(1969) através da determinação de que a maioria dos casos positivos de Salmonella em carcaças foi devido a contato anterior ao resfriamento. Ao utilizarem 1,9 litros de água por carcaça, segundo as condições exigidas por normas norte-americanas (USDA, 1972), obtiveram uma redução significativa no número de Salmonella.

MULDER e VEERKAMP (1974,a) indicaram que a condição bacteriológica do produto final dependerá do controle em todos os estágios do processamento, particularmente durante o escaldamento e depenação. Também SIMONSEN (1975) é de opinião que o resfriamento por imersão é de menor importância sob o ponto de vista higiênico em função de processos ocorridos antes e após esta etapa. SCHOLTHORST e col.(1972), SURKIEWICZ e col.(1969), CLARK e LENTZ (1969), MULDER e VEERKAMP (1974,a) e BRANT (1974) apresentaram idêntica observação quando estudaram as diversas etapas do abate de frangos. PANETTA (1971) estudou a ação de certas modificações feitas antes e após as etapas de resfriamento e embalagem assim como o desenvolvimento de diversos microrganismos ao longo de um dia de operação em um abatedouro industrial.

2.4.2 - Cloração

RANKEN (1975) propôs que o problema de Salmonella e outras bactérias poderia ser bastante reduzido pelo emprego de 50 ppm de cloro residual na água. Informou também que este tratamento tem sido aplicado extensivamente na Inglaterra nos últimos 10 anos e não foram observados efeitos negativos na qualidade da carcaça, corrosão no equipamento ou outros problemas relativos a seu emprego.

Segundo MEAD (1975), o efeito ótimo da cloração depende do emprego de um fluxo adequado de água para diluir a matéria orgânica que poderia reduzir a atividade anti-bacteriana do cloro.

SURKIEWICZ e col. (1969) analisaram 9 diferentes abatedouros e notaram que o único que utilizava cloro adicionado no resfriador final, cuja água seguia para o pré-resfriador, não apresentou coliformes no último trecho do resfriamento além de ter um baixo número na contagem total de bactérias. Também a água no primeiro resfriador apresentou menos coliformes e um menor número de bactérias que as equivalentes nas outras plantas. Sugeriu que a cloração pode auxiliar no controle da contaminação cruzada.

SIMPSON (1975) comparando o resfriamento contínuo em três plantas que abatiam entre 3000 a 5000 frangos por hora, verificou que a planta que utilizava cloro (50 a 75 ppm de cloro total), apresentou contagem bem menor que as restantes. As condições durante o resfriamento foram as do "Código de Prática"

(ANÔNIMO, 1975).

BRANT (1973) concluiu que a cloração da água destinada ao resfriamento foi bastante efetiva na redução da contagem total e de coliformes, além de reduzir a transferência de microrganismos de carcaça a carcaça. Comparou os resultados encontrados quando não havia cloração e com o emprego de 20 a 50 ppm de cloro, sendo inteiramente favoráveis neste último caso.

MEAD e col. (1975), através da cloração da água do resfriador a 10 e 20 ppm, determinaram que houve uma redução no número de bactérias fecais e deterioradoras. Esta redução foi da ordem de dez vezes. Ainda indicaram que quando se procedia à lavagem das carcaças com água clorada e de mesma concentração antes do resfriamento, o efeito era menor devido o reduzido tempo de contato com o cloro.

MAY (1974) analisou a alteração na contagem de microrganismos em carcaças de frango durante a lavagem final e resfriamento em quatro plantas, onde em todas elas o pré-resfriamento era feito por tambor giratório seguido do resfriador tipo Frick. O nível de cloro residual total foi de 18 a 25 ppm e os resultados acusaram redução significativa tanto na contagem total quanto na de psicotróficas.

MEAD e THOMAS (1973,a) compararam a combinação de três vazões de água (2,5, 5,0 e 8,0 litros por carcaça) valores estes que representam o total da soma das vazões de água igualmente distribuídas em três resfriadores em série. Ainda utilizaram

três diferentes concentrações de cloro residual total (10 a 15, 25 e 30 a 50 ppm) obtidas pela adição de hipoclorito de sódio. Concluíram que a maioria das bactérias existentes na água foram destruídas pelo emprego de 45 a 50 ppm de cloro em conjunção com 5 litros de água por carcaça. Resultados semelhantes foram obtidos quando utilizados 8 litros por carcaça e 25 a 30 ppm de cloro. A uma concentração mais baixa (10 a 15 ppm) e com menor vazão de água (2,5 litros por carcaça) apresentaram uma marcada redução no número de bactérias presentes na água em comparação com o semelhante experimento onde não foi empregado cloro.

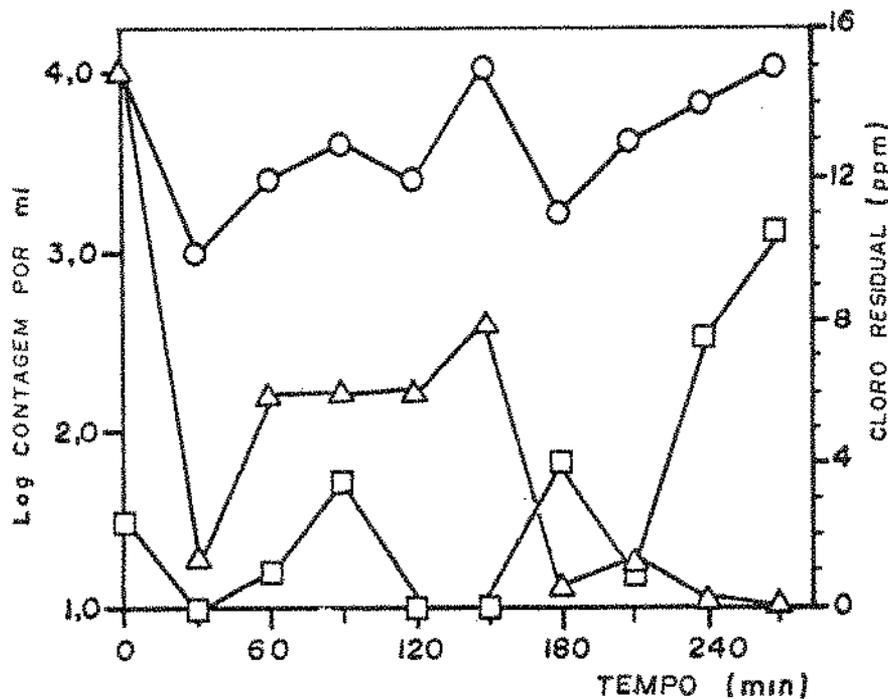


Fig. 2.2 - Efeito de diferentes níveis do cloro residual livre na contagem de bactérias a 20°C, no resfriador intermediário que recebia 0,8 litro por carcaça e 10 a 15 ppm de cloro. ○ cloro residual total, △ cloro residual livre, □ contagem de bactérias a 20 °C.

Concluíram que o cloro adicionado na forma de gás foi menos eficiente que o hipoclorito. Ainda demonstraram a importância do nível de cloro residual livre para que ocorresse uma redução na contagem bacteriana, como pode-se observar à Fig. 2.2. Também indicaram que o efeito ótimo da cloração depende do emprêgo de um certo fluxo de água para diluir a matéria orgânica.

Notaram que após 30 minutos o nível de cloro residual livre foi reduzido, provocando em sequência um aumento na contagem bacteriana. Já entre 120 e 150 minutos houve um aumento na concentração de cloro livre, o que acarretou uma redução na contagem bacteriana. Finalmente, quando a concentração de cloro livre tendeu para zero (dos 210 minutos em diante) a contagem bacteriana apresentou os maiores valores.

BLOOD e JARVIS (1974) estudaram o efeito de diversos níveis de cloração e vazão de água em cinco diferentes abatedouros. A contagem de bactérias foi feita com amostras de água retiradas dos resfriadores em dois estágios, ao longo de 8 horas de operação. Determinaram que para 4 litros de água por kg de carcaça e com 25 a 45 ppm de cloro total residual obteve-se 11 a 32 bactérias por ml de água. Já um maior número de bactérias (menor que 10^5 por ml de água) foi encontrado para 4 litros por kg e 5 ppm de cloro residual total ou quando foi empregado 1 litro por kg e 7 a 16 ppm de cloro residual.

RANKEN e col. (1965) utilizaram altas concentrações iniciais de cloro no resfriamento de carcaças em tanques contendo

água e gelo, durante um período de imersão de 4 horas. Indica ram que o tempo de vida útil para venda das carcaças aumentou em 20% e que um painel de provadores não detectou efeitos orga nolépticos desagradáveis até 100 ppm de cloro livre inicial.

GREEN (1974) observou que a água de resfriamento deve apresentar de 15 a 50 ppm de cloro, ao passo que MEADOWS (1974) indica 50 ppm. SIMONSEN (1975) apontou que a "World Association of Veterinary Food-Hygienists" recomenda a cloração da água no tanque de resfriamento assim como a Suécia e Inglaterra, porém na Alemanha Ocidental tal procedimento não é permitido.

MERCER e SOMERS (1957) estudaram o cloro líquido sob pres são e o hipoclorito, indicando que o primeiro poderia ser mais interessante para vazões relativamente altas de água e com con centração de 5 a 7 ppm de cloro, apresentando uma restrição quanto ao custo inicial do equipamento necessário para o contrô le da cloração. Já BARAN e col. (1973) concluíram que o dióxido de cloro apresentou melhores resultados sôbre a contagem de mi crorganismos durante o resfriamento de perus quando comparado ao cloro líquido sob pressão. CRAVENS (1966) indicou que o dió xido de cloro estabilizado tem 2,6 vezes maior poder germicida que o cloro e é 10 vezes mais estável na água.

MEAD e THOMAS (1973,b) trabalharam com um sistema de três resfriadores em série para a determinação da flora bacteriana na carcaça de frangos em função de diferentes vazões de água e concentrações de cloro. A maioria das bactérias foram elimina das da água de resfriamento quando empregaram 1,7 litros de água

por carcaça com 45 a 50 ppm de cloro residual total nos dois primeiros resfriadores e 1 litro de água por carcaça com 25 a 30 ppm no terceiro e último resfriador. A contagem total a 20° e 37°C e de coli-aerogenes das carcaças foram reduzidas mais que 90% durante o resfriamento. Houve, também, redução quando empregado o mesmo sistema mas sem cloração. Concluíram ainda que o principal efeito da cloração nos resfriadores foi o de destruir microrganismos retirados das carcaças pela imersão em água, prevenindo a recontaminação.

2.5 - Alteração no Peso

ANDERSEN (1975) discutiu vários aspectos no resfriamento por imersão onde a absorção de água é influenciada por diferentes fatores tais como: tempo de imersão, agitação das carcaças, temperatura da água assim como cortes ou incisões durante a evisceração. RANKEN (1975) desenvolveu o mesmo assunto além de analisar os métodos de determinação da água absorvida. BRANT (1963) indicou que a temperatura da água de resfriamento parece apresentar um menor efeito que a agitação da água, dimensão da ave, temperatura de escaldamento e do pré-resfriamento.

ERDTSIECK (1975) discutiu com o auxílio de dados da literatura como se dá a absorção da água durante o processamento e resfriamento das carcaças, além dos métodos de medida desta absorção. KLOSE (1973) analisou a variação do peso em diferentes métodos de resfriamento e acusou para o de imersão um ganho de

4 a 15%.

MATAMOROS e RAMA (1973) determinaram um ganho durante o resfriamento em água e gelo de 7,1% e em água a 15°C, foi de 6,3%. Tais valores foram obtidos por pesagem das carcaças após o escoamento durante meia hora em uma câmara a 1°C. DAELMAN e col. (1975) indicaram que na Bélgica a água em excesso na carcaça após todo o processamento deve ser de no máximo 6%, valor obtido pelo método de Woltersdorf. As experiências feitas demonstraram que o aumento foi de 8% na etapa de resfriamento e que para todo o processamento foi de 10%. Também compararam este método e o de exudação, o qual seria mais rápido além de mais fácil, segundo os autores.

JUL (1975) teceu diversos comentários aos três métodos de determinação de água além de rever conceitos sobre a influência da água na qualidade do produto. Observou que no Canadá, Estados Unidos e Dinamarca o controle na planta é feito por pesagem antes e depois do resfriamento, um método bastante simples e que permite variações rápidas no processamento quando necessário. Informou, ainda, que o Mercado Comum Europeu está patrocinando diversos estudos a respeito de relações entre os três métodos.

CASALE e col. (1965) utilizando água resfriada e mistura de água mais gelo, indicaram que o ganho de peso para as carcaças foi praticamente o mesmo. Ainda após o escoamento por 15 minutos, passou de 18,8 para 11,5%. MULDER e col. (1976) desenvolveram uma série de experiências com um resfriador operando

com o princípio de contra-corrente. Apresentaram que o ganho de peso após a embalagem ficou entre 6,8 a 7,8%, quando empregaram o método de determinação do exudado.

GUHNE (1973) estudou o ganho de peso em função do tempo de imersão em "spin-chiller" de carcaças de 1,2 kg e concluiu que houve um ganho de 5,7%, 7% e 10,5% para tempos de 30 a 35, 45 e 70 minutos, respectivamente. As temperaturas da água foram de 2° e 8°C, não provocando diferenças nos valores de ganho de peso. Relacionou, também, os dados obtidos de experiências em laboratório utilizando água entre 0° e 2°C com e sem agitação. Notou que neste último caso o ganho foi maior. Também ANDERSEN (1975) não indicou alteração quando utilizou água a 9° e 19°C.

THOMSON e col. (1974) indicaram que o ganho após o processo de lavagem devido ao resfriamento por 25 minutos em dois estágios, cujas temperaturas de saída foram 7° e 13°C, e posterior respingo durante 5 minutos foi de 7,4%. O método foi de pesagem das carcaças.

BOLDER (1975) comparou o ganho de peso desde o escalda_umento até o respingo de 3,5 minutos em dois abatedouros aplicando os métodos de Woltersdorf além do de Simonsen. As amostras foram congeladas logo após a coleta para a posterior determinação. Em uma planta (A), onde as temperaturas no pré-resfriador e resfriador foram de 16,5° e 11,5°C com tempos de permanência de 11 e 30 minutos, respectivamente, foi de 7%. Na outra (B), com temperaturas de 25° e 13°C, tempos de 10 e 20 minutos, obteve 6,3%. Ainda determinou que o ganho antes do resfriamento foi de

3 a 4% para a planta (A) e 6% para a (B), maior neste caso devido à existência de lavagem por aspersão com maior volume de água. Os resultados por pesagem antes e após o resfriamento apresentaram 7 a 4% para as plantas (A) e (B), respectivamente.

SIVACHEVA e col. (1970) pesquisaram o ganho de peso durante o resfriamento de carcaças de um kg em água e gelo. Tais carcaças foram suspensas pela asa ou coxas e imersas em água a duas diferentes velocidades de circulação como 0,1 e 5 m/s. O ganho de peso para carcaças suspensas pela coxa foi de 5,3% ao passo que quando livres ou presas pela asa apresentaram ganho de 3,4% para velocidade da água de 0,1 m/s. Já para a velocidade de 5 m/s, o ganho foi de 9 a 12% para carcaças suspensas pela asa e 10 a 14% quando imersas livremente. Ainda indicaram que os primeiros 15 a 20 minutos de contato com a água foram responsáveis por mais da metade do ganho de peso das carcaças após resfriamento durante uma hora. No respingo houve uma redução de 30% da água absorvida durante os primeiros 10 a 15 minutos. Os autores concluíram que uma maior retirada de água somente poderia ser efetuada por meios mecânicos. O melhor método foi o emprêgo de um equipamento semelhante à depenadeira e provido de batedores de borracha, com o que extraiu-se mais 1,5% de água no tempo de 20 segundos. Foi comparado com a utilização de circulação forçada de ar a 3°C por 20 minutos, ar comprimido a 3 atm e com temperatura de 8°C durante 20 minutos, além de tambor rotativo por 20 segundos.

SIMPSON (1975), comparando o resfriamento em três abate

douros e que obedeciam o "Código de Práticas", determinou que o ganho foi de 6,5% para um tempo de imersão entre 23 a 30 minutos. KLOSE e col.(1960) indicaram um maior ganho de peso para carcaças resfriadas por meio de tambor rotativo que em água sem agitação e são comparável a um tempo de 18 a 23 horas de imersão em tanques.

KOTULA e col.(1960,a) desenvolveram estudos quanto ao ganho de peso, obtidos através da medida do peso, em carcaças resfriadas por quatro diferentes métodos por imersão contínua. Concluíram que o de tambor rotativo em contra-corrente apresentou um ganho maior que o de tambor rotativo em corrente paralela, seguido pelo de oscilação com 25% menos de ganho de peso. Já o por deslocamento contínuo das carcaças em tanque com água e gelo acusou um valor 50% menor que o de oscilação. Os tempos de resfriamento para os métodos citados foram de 30, 18, 40 e 58 minutos, respectivamente.

THOMSON e col.(1966) demonstraram que após 15 dias de estocagem a 1°C houve uma maior quantidade de água nas embalagens de carcaças resfriadas durante 55 minutos que a 25 e 40 minutos, pelo mesmo tipo de resfriador. KOTULA e col.(1960,b) estudaram três tipos de cortes na carcaça para a evisceração onde, para um respingo de 15 minutos, o executado longitudinalmente entre a parte posterior do esterno e ao redor da cloaca apresentou um ganho menor.

SCHNEIDER (1973) determinou que após a saída do "spin-chiller" ocorreu um aumento de 17% que foi reduzido para 10%

após 10 minutos de respingo. GISSKE e GLEES (1966) indicaram um ganho de peso entre 6,5 a 9,7% no resfriamento contínuo em água através de "spin-chiller" durante 35 minutos e de 3 a 3,5% quando empregaram um tanque com mistura de água e gelo.

VEERKAMP e col. (1972) consideraram que no resfriamento por imersão, um por contra-corrente e outro em corrente paralela, o ganho foi semelhante e ao redor de 10%. PAVLUS e SZENTKUTI (1970) apresentaram que o ganho no peso de carcaças foi de 3,5%, 5% e 7% utilizando um resfriador em dois estágios, onde a água na seção de lavagem foi conservada a 10°, 25° e 30°C, respectivamente.

ERDTSIECK e VEERKAMP (1974) concluíram que a absorção de água pela carcaça durante o resfriamento por imersão aumentou com o tempo utilizado, pois para 8, 17 e 25 minutos o ganho para as carcaças foi de 68, 96 e 110 gramas, respectivamente. A temperatura da água na entrada foi de 2°C e à saída, 18°C.

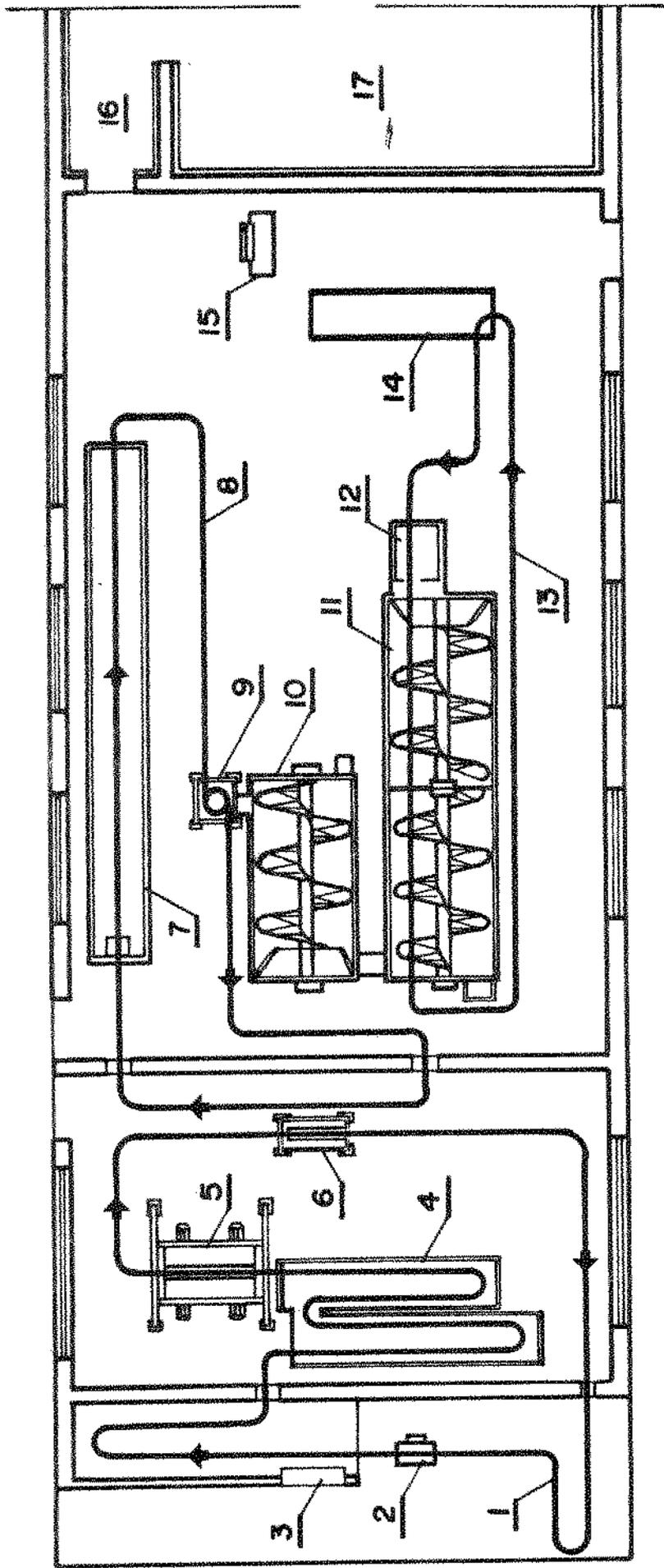
O "Código de Práticas" (ANÔNIMO, 1975) determina que o ganho de peso não deverá exceder 8% após as etapas de lavagem e resfriamento. As normas norte-americanas indicam que o máximo valor para ganho de água até a etapa de embalagem deverá ser de 12% no máximo. As normas do DIPOA (1973) permitem um ganho a é de 8% após o resfriamento.

3 - MATERIAL E MÉTODOS

3.1 - Processamento

As aves, recebidas em caixas de madeira, foram penduradas pelos pés em ganchos especiais presos a uma primeira linha aérea pela qual seguiam para a insensibilização por descarga elétrica. Pelo corte com tesoura das veias palatinas foi obtida a sangria durante 4 minutos, após o que foram escaldadas durante 2,5 minutos em água a 56-58 °C. Para a retirada das penas foram utilizadas duas depenadeiras Stork tipo S, providas de dedos de borracha com movimentos circulares, nas quais o tempo total foi de um minuto. Em seguida, era feita a escaldagem e retirada da pele dos pés assim como a passagem para uma segunda linha aérea, através da qual foram transportadas para a área de evisceração.

Após a incisão da cloaca, tinha lugar a abertura do abdômem por meio de corte manual executado na parte inferior do abdômem transversalmente ao peito e entre as duas coxas. Seguiam-se a eventração, inspeção, retirada das vísceras, extração dos pulmões, "toilette", chuveiro de limpeza, corte pela base do pescoço por tesoura pneumática e, finalmente, o corte dos pés através de equipamento automático. Neste ponto, as carcaças caíam no tanque de pré-resfriamento seguindo para o resfriador final.



- | | | |
|------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| 1 - recepção e pendura | 7 - calha de evisceração | 13 - linha aérea de resfriamento |
| 2 - insensibilização | 8 - linha aérea de evisceração | 14 - mesa de embalagem |
| 3 - sangria | 9 - corte dos pés | 15 - pesagem |
| 4 - escaldamento | 10 - pré-resfriador | 16 - ante-câmara |
| 5 - depenação | 11 - resfriador final | 17 - câmara frigorífica |
| 6 - limpeza dos pés | 12 - pendura para respingamento | |

Fig. 3.1 - Esquema de um abatedouro avícola, onde são indicadas as diversas etapas do processamento.



Fig. 3.2 - Vista parcial do interior da planta de processamento. Em primeiro plano tem-se o sistema de resfriamento por imersão e, ao fundo, o cortador de pés e linha de evisceração, respectivamente.

À saída do resfriamento, foram penduradas manualmente por uma das asas em uma terceira linha aérea destinada ao gotejamento, cujo tempo foi de 5 minutos. Por meio de um dispositivo as carcaças caíam na mesa de embalagem onde recebiam pés, miúdos e pescoço. Posteriormente foram pesadas, distribuídas em caixas plásticas e conduzidas às câmaras frigoríficas ou túnel de congelamento.

3.2 - Resfriador por imersão

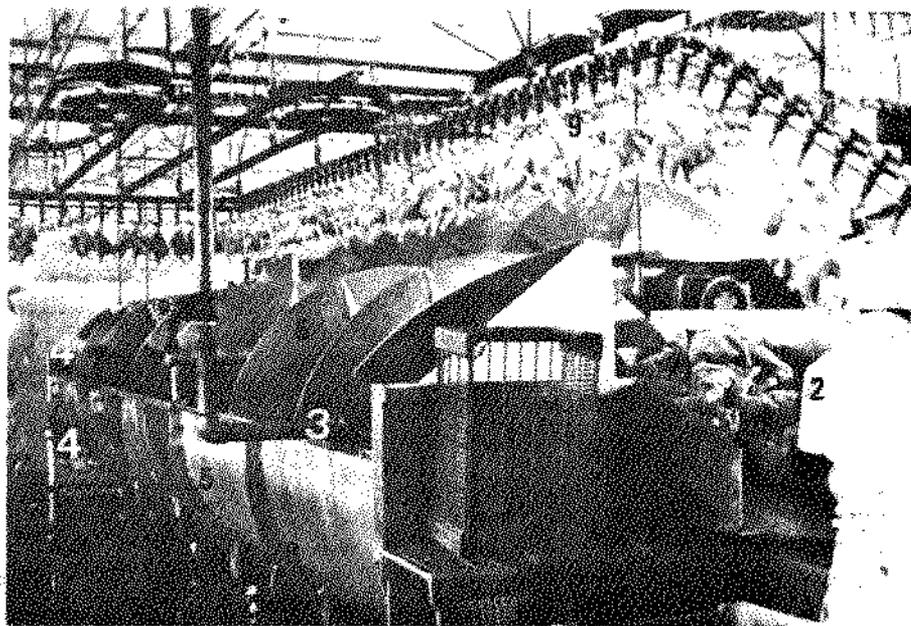
Empregou-se um sistema contínuo por imersão de dois estágios, onde o primeiro tinha o papel de pré-resfriador e cujo comprimento foi de 6 metros; já no segundo, ter-se-ia o resfriador final, com 9 metros de comprimento.

Basicamente são constituídos de um tanque semi-circular de alumínio, com 1,8 metros de diâmetro, provido de um transportador helicoidal acoplado a um eixo central movido por um redutor externo, como apresentado à Fig. 3.3.



Fig. 3.3 - Vista interna de um resfriador por imersão tipo rosca-sem-fim.

O deslocamento das carcaças foi feito em sentido contrário ao fluxo de água e cuja agitação era promovida por meio de injeção de ar comprimido através de orifícios distribuídos na parte inferior e ao longo do comprimento do tanque. A alimentação aos orifícios é feita por meio de tubos plásticos conectados a uma linha principal. A Fig. 3.4 apresenta um resfriador por imersão tipo rosca-sem-fim em operação.

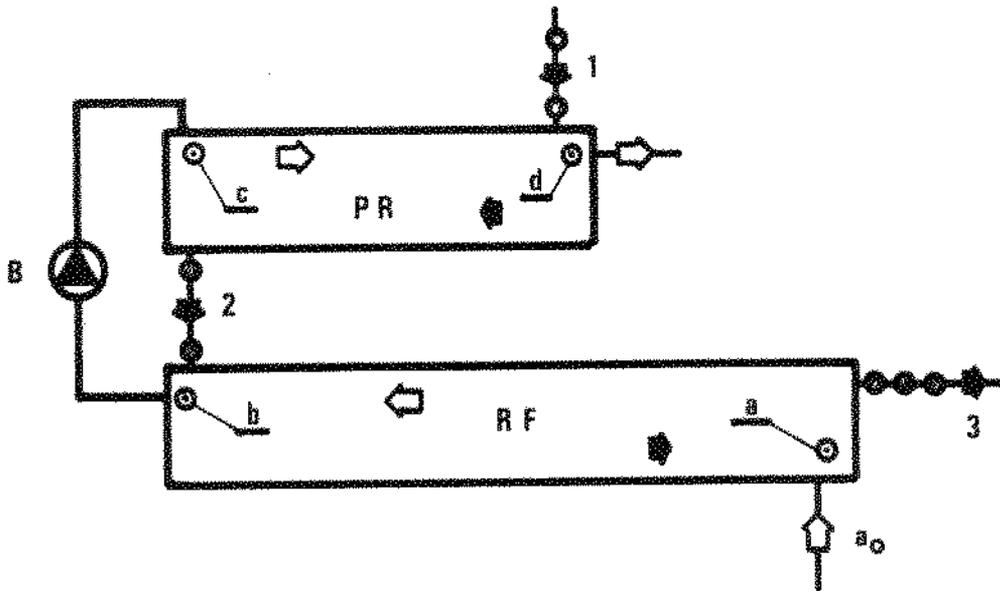


- | | |
|-------------------------------------|---|
| 1- entrada das carcaças evisceradas | 6- transportador helicoidal |
| 2- saída das carcaças resfriadas | 7- eixo de acionamento do transportador |
| 3- alimentação de água gelada | 8- injeção de ar comprimido |
| 4- saída da água do resfriador | 9- linha de gotejamento |
| 5- tanque do resfriador | |

Fig. 3.4 - Resfriador contínuo por imersão em água gelada de carcaças de frango.

A água, previamente resfriada em um tanque externo à área de processamento, é bombeada até o ponto do tanque que corresponde à saída das carcaças. Há uma válvula, tipo globo, de regulagem manual, que controla o fluxo de água ao nível desejado. Após utilizada, a água é descartada no ponto de entrada das carcaças quentes.

Como o conjunto é de dois estágios, torna-se necessária uma bomba cuja função é deslocar a água utilizada no resfriador final para o pré-resfriador, segundo o esquema da Fig. 3.5 pois o primeiro estágio está a uma cota superior ao do segundo estágio. Já as carcaças deslocam-se por gravidade para o interior deste último.



- (1), (2) - entrada e saída das carcaças no pré-resfriador
 (2), (3) - entrada e saída das carcaças no resfriador final
 (a₀) - entrada da água resfriada em tanque externo à área de pro_ cessamento
 (b) - saída da água do resfriador
 (c), (d) - entrada e saída da água no pré-resfriador
 (B) - Bomba de água
 (PR) - tanque de pré-resfriamento ou primeiro estágio
 (RF) - tanque de resfriamento ou segundo estágio

Fig. 3.5 - Esquema de operação do sistema contínuo de resfriamen_ to por imersão das carcaças em água, em dois estágios.

3.3 - Resfriamento

3.3.1 - Material

3.3.1.1 - temperatura - a temperatura de cada carcaça foi determinada como indicado na Fig. 3.6, através de um termopar de cobre-constantã BS-1818, tipo espeto, cuja capa de aço inoxidável tinha 2 mm de diâmetro. A introdução era feita perpendicularmente à superfície da parte mais espessa da região peitoral até que se atingisse seu centro geométrico.

Obtinha-se, assim, uma diferença de potencial em milivolts através de um potenciômetro marca Foster, modelo 3156, que era convertida em temperatura por meio de tabelas previamente preparadas e levando-se em conta a temperatura de referência. Já para o ar e água, foram utilizados termômetros de mercúrio anteriormente calibrados e com divisões de vigésimo de grau Celsius.

3.3.1.2 - vazão de água - através de um desvio feito a partir da válvula de alimentação da água, cronometrava-se o tempo de um minuto durante o qual a água era recolhida em um tanque. Em seguida, procedia-se à medida do volume por meio de um recipiente calibrado.

3.3.1.3 - peso- utilizou-se uma balança analítica marca Micronal modelo , com capacidade para 3 kg e precisão de um grama.

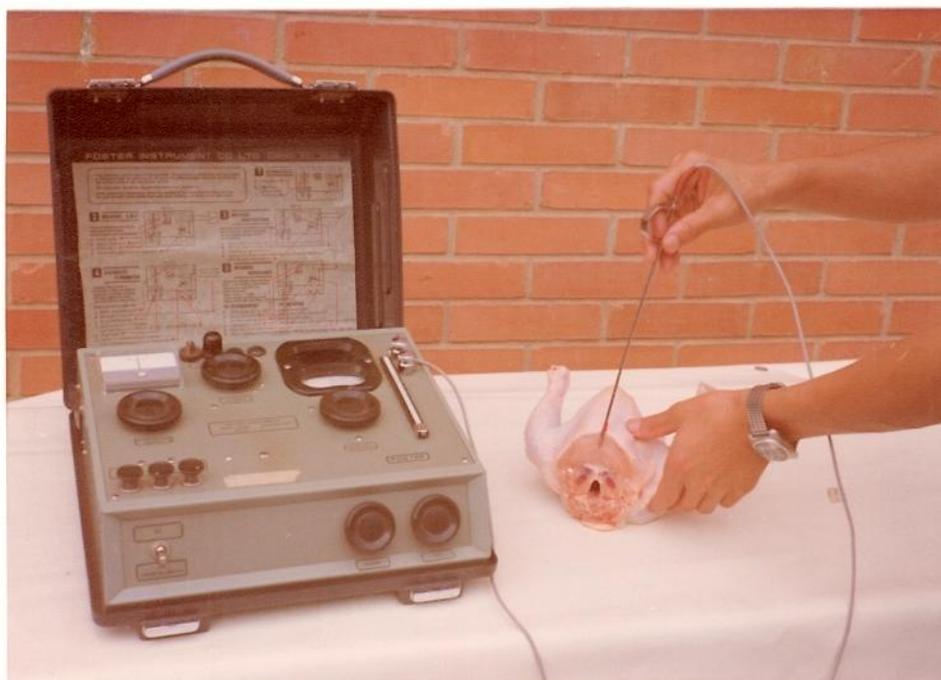


Fig. 3.6 - Medida da temperatura no centro geométrico dos músculos peitorais por meio de termo par acoplado a um potenciômetro.

3.3.1.4 - carcaça - os testes foram desenvolvidos a partir de lotes de frangos da raça Peterson, de mesma procedência e de idade entre 58 a 59 dias.

3.3.1.5 - espessura do peito- foram anotados os valores obtidos através de um paquímetro marca Mitutoyo. Mediram-se as regiões de maior e menor espessura assim como o comprimento correspondente a tais partes, após o retalhamento de carcaças previamente pesadas.

3.3.2 - Método

3.3.2.1 - tempo de residência- inicialmente foi determinado o tempo de residência das carcaças no interior do sistema de resfriamento e durante o processamento normal. Marcaram-se 10 lotes de 23 carcaças, retiradas após o corte dos pés, que foram pesadas e reconduzidas à calha entre o cortador e a entrada do pré-resfriador. Também foram anotados separadamente os tempos para o primeiro e segundo estágios.

3.3.2.2 - água- a vazão de água foi mantida ao nível desejado por meio da regulagem da válvula existente no tubo condutor de água e localizada no ponto do resfriador correspondente à saída das carcaças já resfriadas. O valor foi determinado pela média de três medidas para cada experiência, onde a temperatura da água foi anotada a cada 10 minutos e nos seguintes pontos (vide Fig. 3.5):

- após a válvula de controle da água resfriada, (a_0)

- no início do segundo estágio, (a)
- à saída do segundo estágio, (b)
- no início do primeiro estágio, (c)
- à saída do primeiro estágio, (d)

3.3.2.3 - carcaça- quarenta minutos antes do início da tomada das temperaturas para cada teste, pesaram-se 100 a 110 carcaças logo após o corte dos pés. No decorrer da experiência, 35 a 40 carcaças também foram pesadas e marcadas antes da entrada no pré-resfriador e anotaram-se as temperaturas das carcaças nos seguintes pontos:

- antes da entrada no pré-resfriador, (1)
- à saída do pré-resfriador, (2)
- à saída do resfriador, (3)

Determinou-se, também, o número total de aves processadas em cada período.

3.4 - Cálculos

Para um estado não estacionário de transferência de calor em uma direção através de uma placa plana, tem-se uma equação diferencial cuja solução é extremamente difícil. No entanto, BINDER (1911) sugeriu um método gráfico empregando diferenças finitas que, mais tarde, foi desenvolvido por SCHMIDT (1924). É possível, assim, determinar-se o perfil da temperatura em função do tempo além do seu valor em cada ponto do objeto considerado.

O procedimento para a utilização de tal processo foi apresentado por KERN (1950), JACOB e HAWKINS (1957), KREITH (1969), ECKERT e DRAKE (1972) e RAZELOS (1973).

No presente caso foi estudado um processo de resfriamento no qual, além da transferência de calor em estado não estacionário, também ocorre uma variação na temperatura do meio de resfriamento ao longo do tempo. Desta forma, foi necessária a execução de um programa para computador destinado a calcular o tempo de resfriamento assim como as temperaturas do produto e da água, levando-se em conta o método e as condições acima referidas. O estudo teórico do método e o desenvolvimento dos cálculos são apresentados no ANEXO 7.1.

Considerou-se que a transferência de calor dar-se-ia através de uma placa infinita, de espessura igual à maior espessura medida do peito da carcaça de frango. Ambas as superfícies da placa estariam em contato com o meio de resfriamento, de tal forma que o plano central da placa é perpendicular ao fluxo de calor conteria o ponto no qual se deseja obter uma temperatura mínima. Ainda admitiu-se que as propriedades térmicas do produto e do meio não variaram durante o processo de resfriamento.

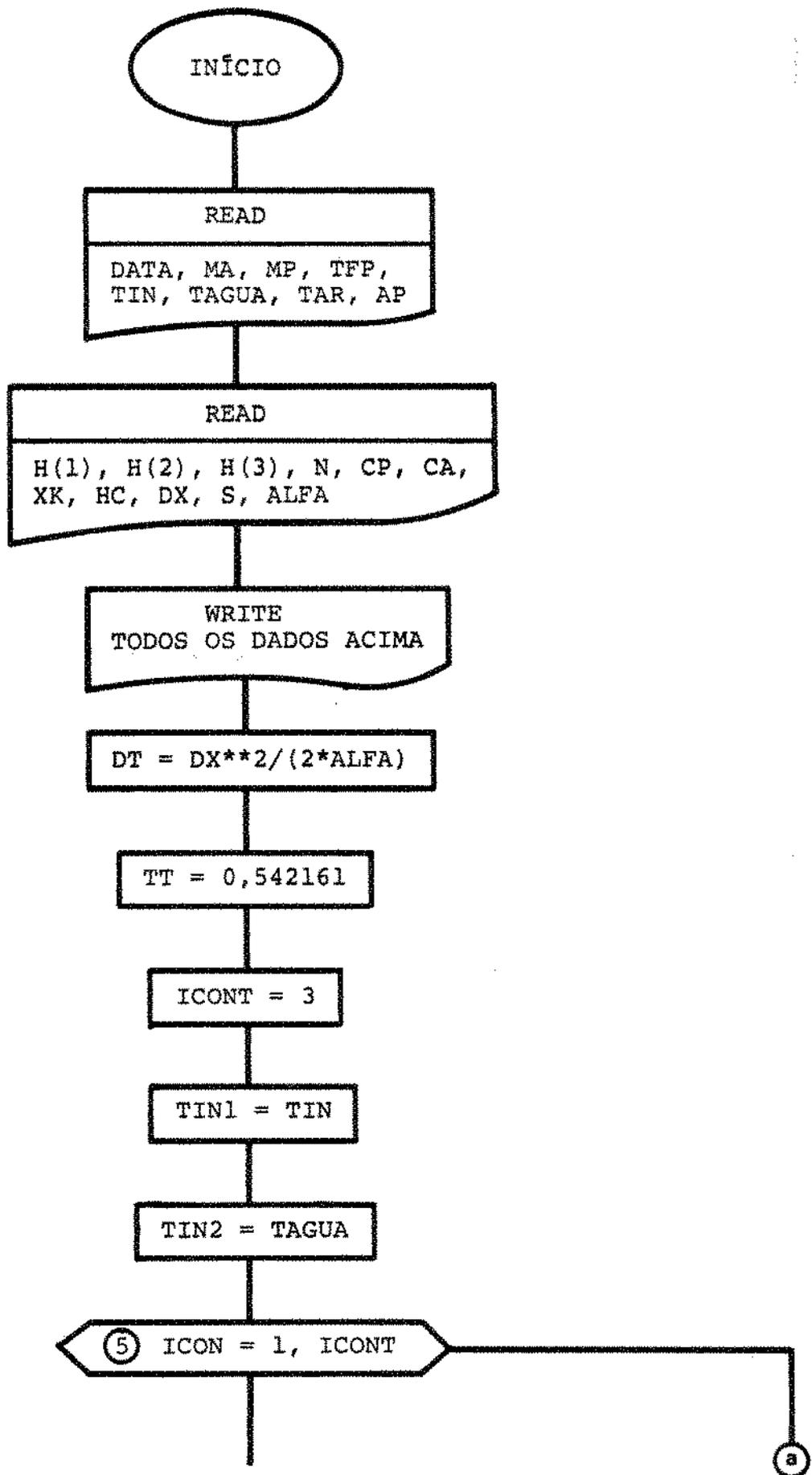
Para cada experiência determinou-se a média dos pesos das carcaças e o número de aves processadas durante uma hora, com o que obteve-se o total resfriado de produto neste período. A média das medidas da vazão de água permitiu encontrar a massa de água que passou pelo sistema no mesmo período de uma hora.

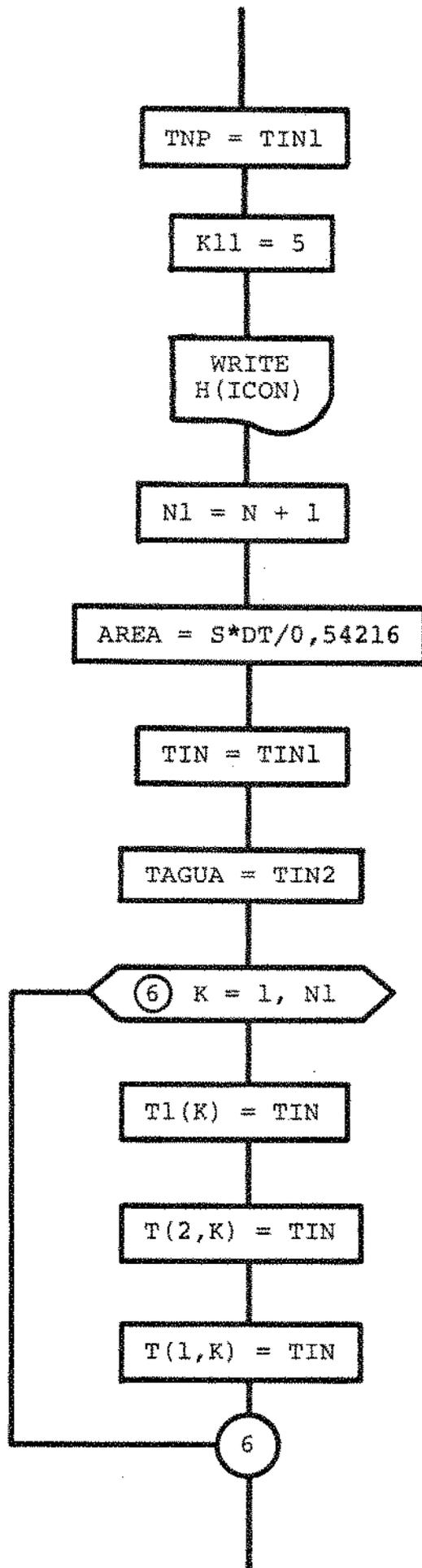
Também foram utilizados os valores médios das temperaturas

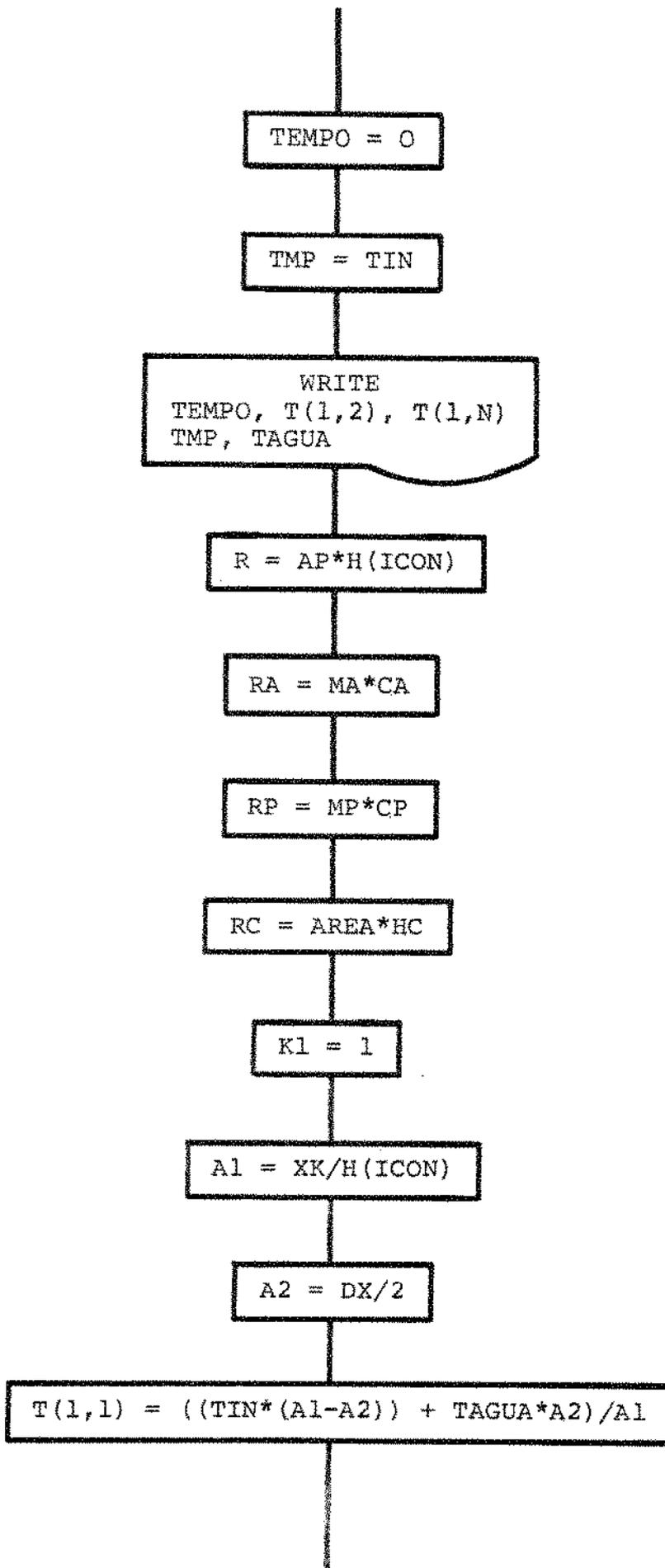
ras tomadas no centro do peito das carcaças e da água, anotados nos pontos anteriormente indicados. Os restantes dados necesários para o cálculo foram retirados da literatura.

O item 3.4.1 mostra o diagrama de blocos do programa, cujo desenvolvimento é apresentado adiante. A linguagem utilizada foi FORTRAN. Para exemplificar, foi reproduzida a disposição e símbolos utilizados para os dados de entrada assim como para os resultados obtidos e indicados na Fig. 3.7. A descrição de cada um deles também é feita a seguir.

3.4.1 - Diagrama de Blocos

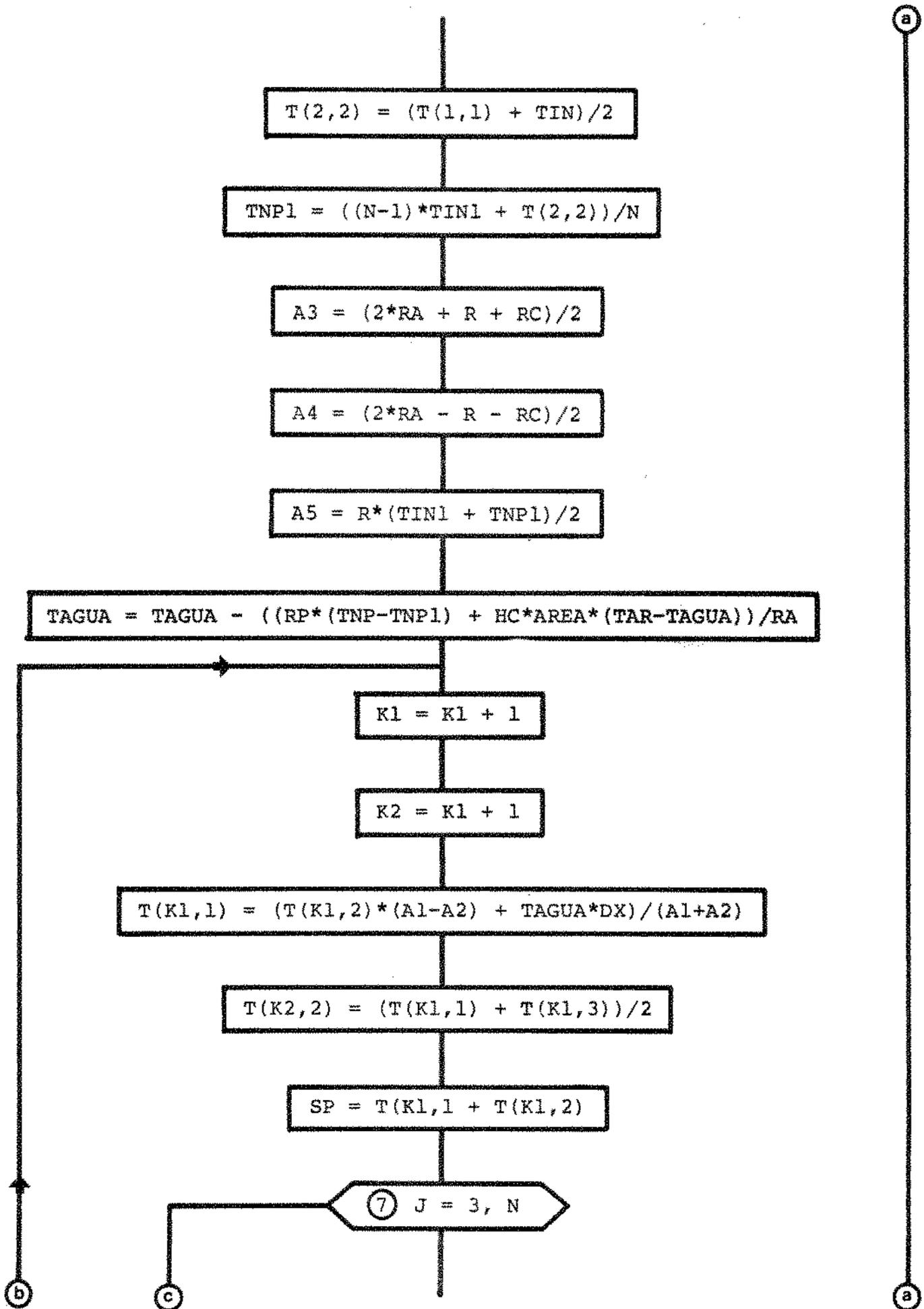


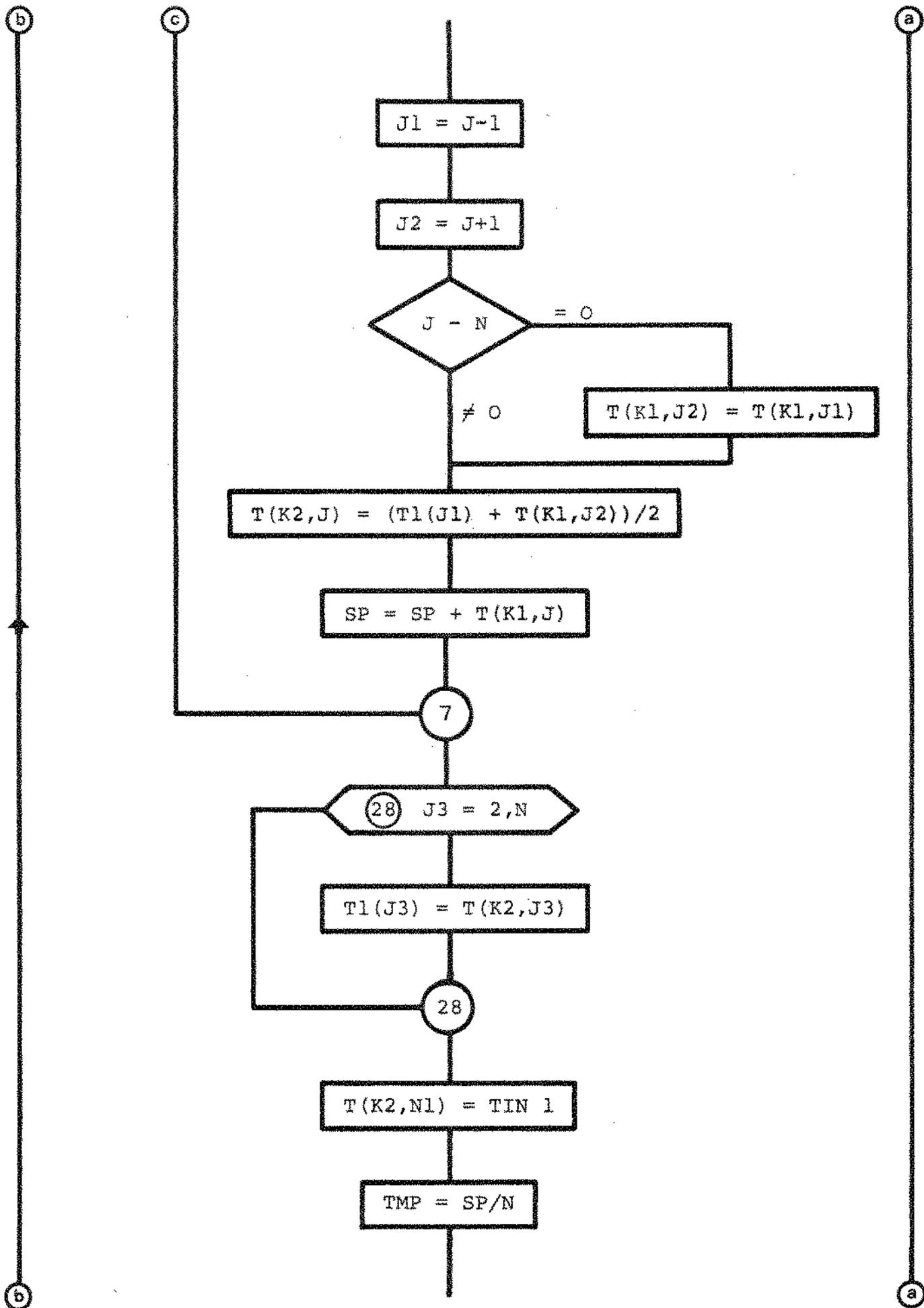


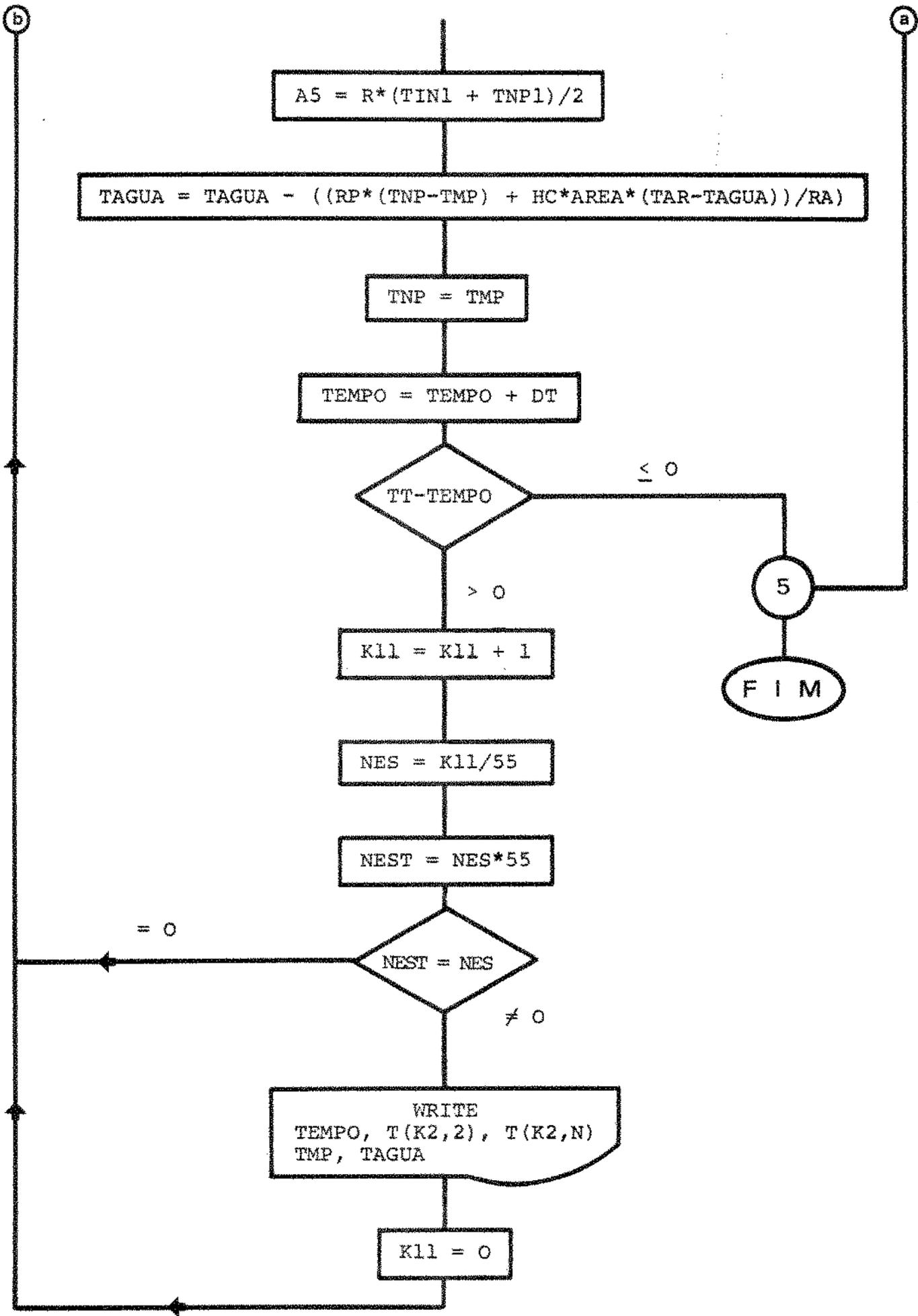


2

3







3.4.1 - Programa em Linguagem

FORTRAN

```

DIMENSION T(2500,42),T1(42),H(3)
REAL MA,MP
CALL IFILE(1,'PENA64.DAT')
DATA ITA,JTA/1,3/
READ(ITA,20)DATA1,DATA2,DATA3,MA,MP,TFP,TIN,TAGUA,TAR,AP
10 FORMAT(3I2,2F8.2,4F6.2,F9.6)
READ(ITA,21)H(1),H(2),H(3),N,CP,CA,XK,HC,DX,S,ALFA
11 FORMAT(3F5.0,13,3F5.2,F4.0,F6.4,F7.2,F9.6)
WRITE(JTA,22)DATA1,DATA2,DATA3,N,CP,CA,XK,HC,DX,S,ALFA,AP
12 FORMAT(20X,'DATA DAS DETERMINACUES:',13,1X,'/',13,1X,'/',13,1X,'/',2
10X,'ENTRADA DE DADOS',//,5X,'N=',13,14X,'CP=',F5.2,16X,'CA=',F5.
22,/,5X,'XK=',F5.2,11X,'HC=',F4.1,17X,'DX=',F6.4,/,5X,'S=',F7.2,1
30X,'ALFA=',F9.6,10X,'AP=',F9.6)
WRITE(JTA,23)MA,MP,TIN,TFP,TAGUA,TAR
13 FORMAT(5X,'MA=',F8.2,8X,'MP=',F8.2,13X,'TIN=',F5.2,/,5X,'TFP=',
1F5.2,10X,'TAGUA=',F5.2,15X,'TAR=',F5.2)
DT=DX**2/(2*ALFA)
TT=0.542161
ICONT=3
TINI=TIN
TIN2=TAGUA
DO 5 ICUN=1,ICONT
TNP=TINI
K11=5
WRITE(JTA,24)H(ICUN)
24 FORMAT(1X,/,15X,'*****',/,/,28X,
1'H(ICUN)=' ,F7.1)
WRITE(JTA,25)
25 FORMAT(1X,/,15X,'*****')
WRITE(JTA,27)
27 FORMAT(/,5X,'TEMPO',9X,'T(K2,2)',7X,'T(K2,4)',7X,'TMP',10X,'TAGUA
1')
N1=N+1
AREA=S*DT/0.542161
TIN=TINI
TAGUA=TIN2
DO 6 K=1,N1
T1(K)=TIN
T(2,K)=TIN
T(1,K)=TIN
CONTINUE
TEMPO=0
TMP=TIN
WRITE(JTA,29)TEMPO,T(1,2),T(1,N),TMP,TAGUA
29 FORMAT(5X,F5.2,9X,F5.2,9X,F5.2,9X,F5.2,9X,F6.2)
TITULO DA TEMPERATURA NA PRIMEIRA CAMADA DA PLACA
R=AP*H(ICUN)
RA=MA*CA
RP=MP*CP
RC=S*HC
K1=1
A1=XK/H(ICUN)
A2=DX/2.
T(1,1)=((TIN*(A1-A2))+TAGUA*A2)/A1
T(2,2)=(T(1,1)+TIN)/2.
TITULO DA TEMPERATURA DA AGUA NO PRIMEIRO INTERVALO DE TEMPO
TNP1=((N-1)*TINI+T(2,2))/N
A3=(2*RA+R+RC)/2.
A4=(2*RA-R-RC)/2.
A5=R*(TINI+TNP1)/2.

```

```

TAGUA=TAGUA-((RP*(TNP-TNP1)+HC*AREA*(TAR-TAGUA))/RA)
CALCULO DAS TEMPERATURAS DAS N-1 CAMADAS DO PRODUTO
10 K1=K1+1
    K2=K1+1
    T(K1,1)=(T(K1,2)*(A1-A2)+TAGUA*DX)/(A1+A2)
    T(K2,2)=(T(K1,1)+T(K1,3))/2.
    SP=T(K1,1)+T(K1,2)
    DO 7 J=3,N
        J1=J-1
        J2=J+1
        IF(J=N)11,12,11
12 T(K1,J2)=T(K1,J1)
11 T(K2,J)=(T(K1,J1)+T(K1,J2))/2.
    SP=SP+T(K1,J)
7 CONTINUE
    DO 28 J3=2,N
        T1(J3)=T(K2,J3)
28 CONTINUE
    T(K2,N1)=TIN1
    TMP=SP/N
CALCULO DAS TEMPERATURAS DA AGUA NOS N-1 INTERVALOS DE TEMPO
AS=R*(TNP+TMP)/2.
TAGUA=TAGUA-((RP*(TNP-TMP)+HC*AREA*(TAR-TAGUA))/RA)
TNP=TMP
15 TEMPO=TEMPO+DT
    IF(PT-TEMPO)16,16,17
17 K11=K11+1
    NES=K11/55.
    NEST=NES*55
    IF(NEST=NES)30,31,30
31 GO TO 10
30 WRITE(JTA,26)TEMPO,T(K2,2),T(K2,N),TMP,TAGUA
26 FORMAT(5X,F5.2,9X,F5.2,9X,F5.2,9X,F5.2,9X,F6.2)
    K11=0
    GO TO 10
16 CONTINUE
    WRITE(JTA,32)TEMPO,T(K2,2),T(K2,N),TMP,TAGUA
32 FORMAT(5X,F5.2,9X,F5.2,9X,F5.2,9X,F5.2,9X,F6.2)
CALCULOS COM UM NOVO COEFICIENTE DE PELICULA : H(I)
5 CONTINUE
    END

```

3.4.3 - Nomenclatura utilizada para o programa

ALFA	- difusividade térmica do produto	(m ² /h)
AP	- área da superfície do produto	(m ²)
CA	- calor específico da água	(kcal/kg °C)
CP	- calor específico do produto	(kcal/kg °C)
DATA	- data do experimento	
DT	- intervalo de tempo, obtido da relação	

$$DT = \frac{(DX)^2}{2 (ALFA)} \quad (h)$$

DX	- espessura de cada camada em que foi dividida a placa na direção do fluxo de calor	(m)
H(ICON)	- coeficiente de transferência de calor entre o produto e a água	(kcal/h m ² °C)
HC	- coeficiente de transferência de calor entre a superfície da parede do resfriador e o ar	(kcal/h m ² °C)
MA	- massa de água que passa pelo sistema	(kg/h)
MP	- massa do produto	(kg/h)
N	- metade do número de camadas em que foi dividida a placa, na direção da espessura	
S	- área do resfriador em contato com o ar ambiente	(m ²)
TAGUA	- temperatura da água	(°C)
TAR	- temperatura do ar ambiente	(°C)
TFP	- temperatura final no centro da placa	(°C)
TIN	- temperatura inicial no centro da placa	(°C)
T(K2,2)	- temperatura na superfície da placa	(°C)
T(K2,N)	- temperatura no centro da placa	(°C)

TMP - temperatura média da carcaça (°C)
XK - condutividade térmica do produto (kcal/h m °C)

Ainda, para simplificação do fluxograma, foram empregados os símbolos:

$$\begin{aligned}RA &= (MA) . (CA) \\RP &= (MP) . (CP) \\RC &= (AREA) . (HC)\end{aligned}$$

Considerou-se para a área do resfriador em contato com o ar ambiente durante cada intervalo de tempo, o valor AREA, obtido da relação:

$$AREA = \frac{(S) . (DT)}{0,542161} \quad (m^2)$$

onde a constante 0,542161 representa o tempo médio de permanência da carcaça no interior do sistema de resfriamento.

DATA DAS DETERMINACOES: 4 / 4 / 77

ENTRADA DE DADOS

N= 40	CP= 0.80	CA= 1.00
XK= 0.42	HC=10.0	DX= .0004
S= 119.47	ALFA= 0.000507	AP= 0.050003
MA= 7680.00	MP= 4912.32	TIN=40.36
TFP= 5.00	TAGUA=21.10	TAR=19.50

H(ICUN)= 1000.0

TEMPO	T(K2,2)	T(K2,N)	TMP	TAGUA
0.00	40.36	40.36	40.36	21.10
0.54	3.43	10.39	7.86	2.90

H(ICUN)= 800.0

TEMPO	T(K2,2)	T(K2,N)	TMP	TAGUA
0.00	40.36	40.36	40.36	21.10
0.54	3.70	10.68	8.14	3.08

H(ICUN)= 600.0

TEMPO	T(K2,2)	T(K2,N)	TMP	TAGUA
0.00	40.36	40.36	40.36	21.10
0.54	4.13	11.13	8.59	3.35

Fig. 3.7 - Disposição dos dados de entrada e dos resultados obtidos de acordo com o programa de desenvolvimento.

3.5 - Microbiologia

3.5.1 - Procedimento geral

Durante três semanas procedeu-se ao exame microbiológico com o objetivo de se avaliar a contagem total de bactérias na água de resfriamento e na pele das carcaças. Para cada semana de trabalho mantinha-se a vazão de água a um valor fixo e a coleta das amostras foi feita em 4 dias, sempre ao final do primeiro período de resfriamento compreendido entre as 6,30 e 11,30 horas. Na última semana, a água destinada ao resfriamento recebeu dióxido de cloro.

O material para o presente estudo foi obtido por meio da retirada da pele do peito das carcaças, em número de oito por cada dia de trabalho, nos seguintes pontos:

- antes da entrada no pré-resfriador
- à saída do pré-resfriador
- à saída do resfriador

Para a análise microbiológica da água, as amostras foram colhidas:

- à saída do tubo que alimentava o resfriador com água resfriada
- à saída do resfriador
- à saída do pré-resfriador

3.5.2 - Coleta das amostras no abatedouro

A tomada de amostras das carcaças, destinadas ao exame microbiológico, foi feita através da técnica desenvolvida por YOKOYA e ZULSKE (1975) e descrita no ANEXO 2.

Para as amostras de água foi realizada a coleta utilizando-se "Erlenmeyers" esterilizados de 250 ml, no qual se recolhia 100 a 150 ml água. Nas experiências onde foi utilizada a cloração, adicionou-se 2 ml de tiosulfato de sódio a 20% nos "Erlenmeyers" para neutralizar o cloro residual, segundo indicado por BARNES (1965), MEAD e col. (1975) e MEAD e THOMAS (1973,a).

Em seguida, os recipientes com as amostras eram dispostos no interior de uma caixa isotérmica na qual foi adicionado gelo e transportadas ao laboratório de microbiologia da FEAA.

3.5.3 - Exame microbiológico

A contagem total de bactérias para a água e carcaça foi feita segundo as recomendações da A.P.H.A., descritas por GILLILAND e col. (1976), como indicado no ANEXO 7.3. As temperaturas de incubação utilizadas foram de 20°C e 30°C por 48 horas. Os resultados obtidos foram expressos em número de bactérias por centímetro quadrado para as carcaças e por mililitro, para a água.

3.5.4 - Determinação da concentração de cloro

Os valores do cloro residual livre nos pontos (a₀), (b) e (d) indicados na Fig. 3.5 foram determinados por titulação em pregando-se tiosulfato de sódio e, como indicador, amido a 1%. Também foi utilizado o método colorimétrico de Taylor-Enslow, se gundo as recomendações de BETZ (1962).

Os resultados foram expressos em partes por milhão (ppm).

3.6 - Alteração no Peso

Marcaram-se 175 carcaças já evisceradas, sem os pés e pescoço, após o que foram pesadas antes da entrada no primeiro estágio e após a saída do primeiro e segundo estágios. Ainda foi determinado o peso depois de 5 minutos de gotejamento, segundo o processamento normal. Para quatro lotes de 20 carcaças proce deu-se à pesagem após 5, 10, 15 e 20 minutos de gotejamento.

Com os valores obtidos, calculou-se a variação em porcen tagem, referindo-se sempre ao peso inicial da carcaça.

4 - RESULTADOS

Para a apresentação dos resultados obtidos foram confeccionados gráficos e tabelas, explicados em cada ítem e na sequência adotada. Os símbolos utilizados estão detalhados no início do trabalho.

4.1 - Resfriamento

Inicialmente tem-se os gráficos indicados nas Fig.4.1 e 4.2, que relacionam o número de carcaças no eixo vertical e o tempo de residência no eixo horizontal. Considerando-se uma distribuição normal, foram calculados o tempo médio (τ_m) e respectivo desvio-padrão (s).

Em seguida, para cada experiência realizada, tem-se o gráfico representativo da variação do peso das carcaças assim como o seu número dentro de cada faixa de peso. É indicado, também, o valor médio do peso obtido (P_m) e o desvio-padrão (s), tomando-se a distribuição como normal.

Com este valor médio foi possível o cálculo das temperaturas finais da água (TAGUA) e do centro do peito da carcaça $T(K2,N)$ através do programa desenvolvido, cujos resultados em função do coeficiente de transferência de calor entre a carcaça e a água (HICON), a densidade (d_e) do produto além de seu calor específico (CP) e condutividade térmica (XK) são apresentados nas tabelas respectivas. Ainda foram indicados outros valores

utilizados na experiência e cálculos.

Finalmente, tem-se o gráfico relacionando a temperatura no eixo vertical em função do tempo decorrido no eixo horizontal, além do comprimento do resfriador necessário. Através dos cálculos desenvolvidos pelo programa preparado e que indicaram os melhores resultados quando comparados aos valores experimentais, foi possível construir-se as curvas que representam as temperaturas no centro do peito (A) e na superfície da carcaça (C), a sua temperatura média (B) assim como a da água (D), todas em função do tempo. Os índices (1), (3), (a₀), (a), (b), (c) e (d) representam os valores experimentais obtidos segundo os pontos indicados pela Fig.3.5.

Os cálculos para a determinação dos perfis das temperaturas apresentadas foram desenvolvidos considerando-se, salvo observações na figura, que:

Condutividade térmica do frango, (XK)	= 0,42 kcal/h m °C
Calor específico do frango, (CP)	= 0,80 kcal/kg °C
Densidade do frango, (d _e)	= 1070 kg/m ³
Número total de camadas	= 80
Coef. de transferência de calor entre a superfície da carcaça e a água, H (ICON)	= 800 kcal/h m ² °C

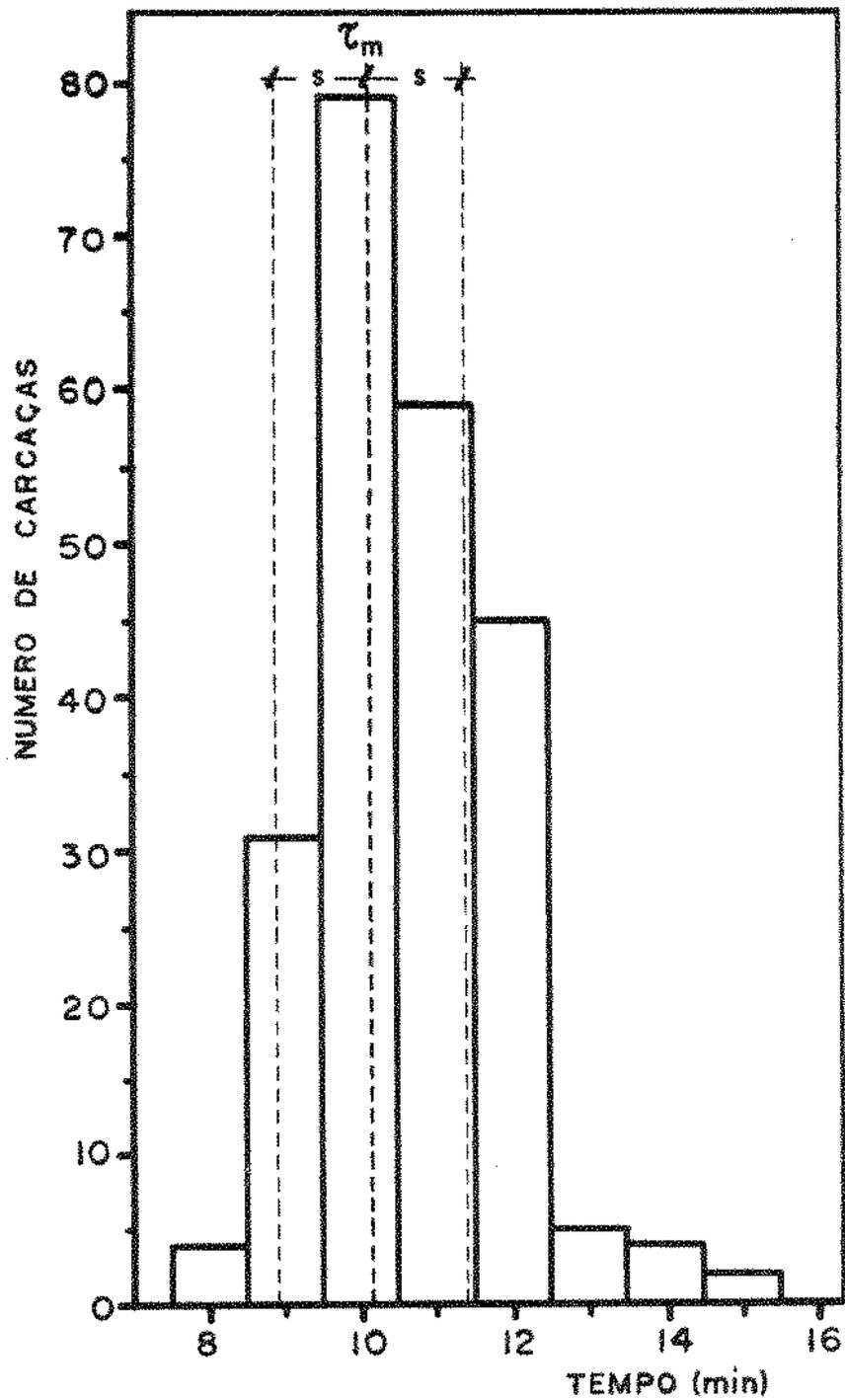


Fig. 4.1 - Tempo de residência de 225 carcaças no pré-resfriador ($\tau_m = 10,3$ min. e $s = 1,2$ min.).

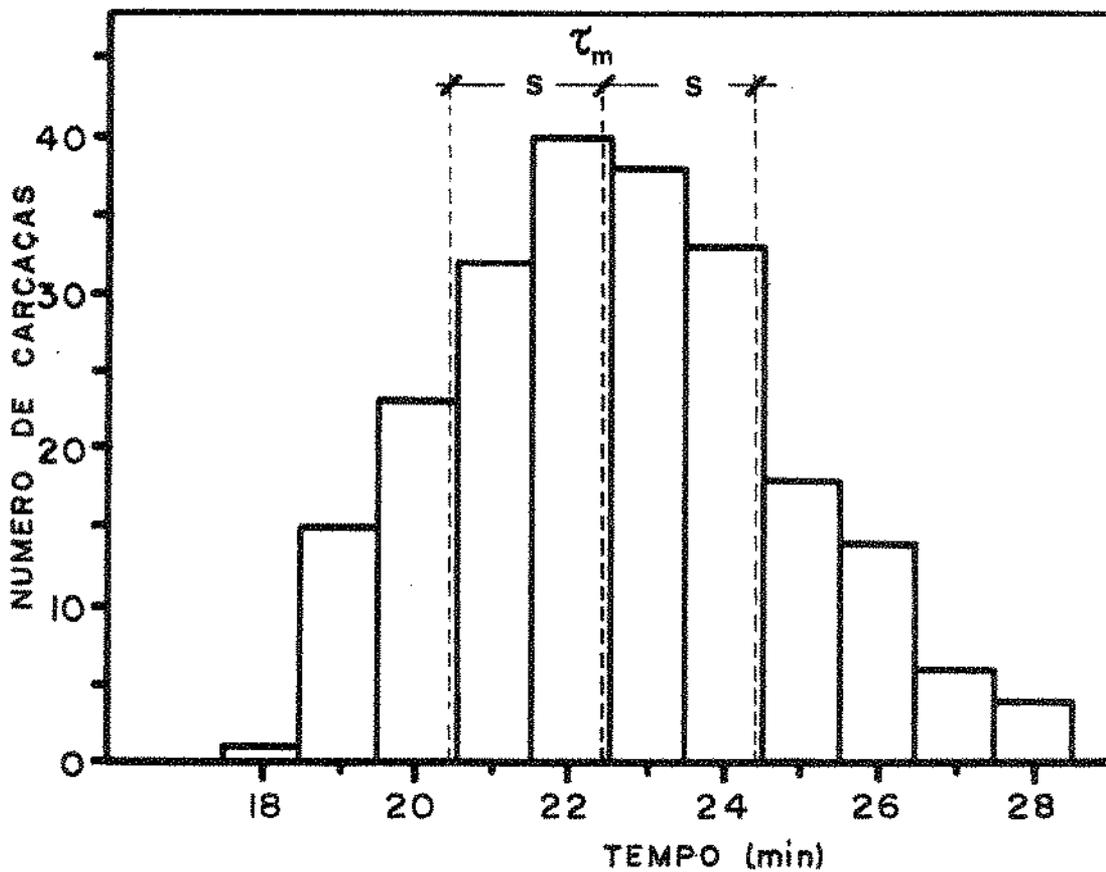


Fig. 4.2 - Tempo de residência de 225 carcaças no interior do resfriador ($\tau_m = 22,2$ min. e $s = 2,1$ min.).

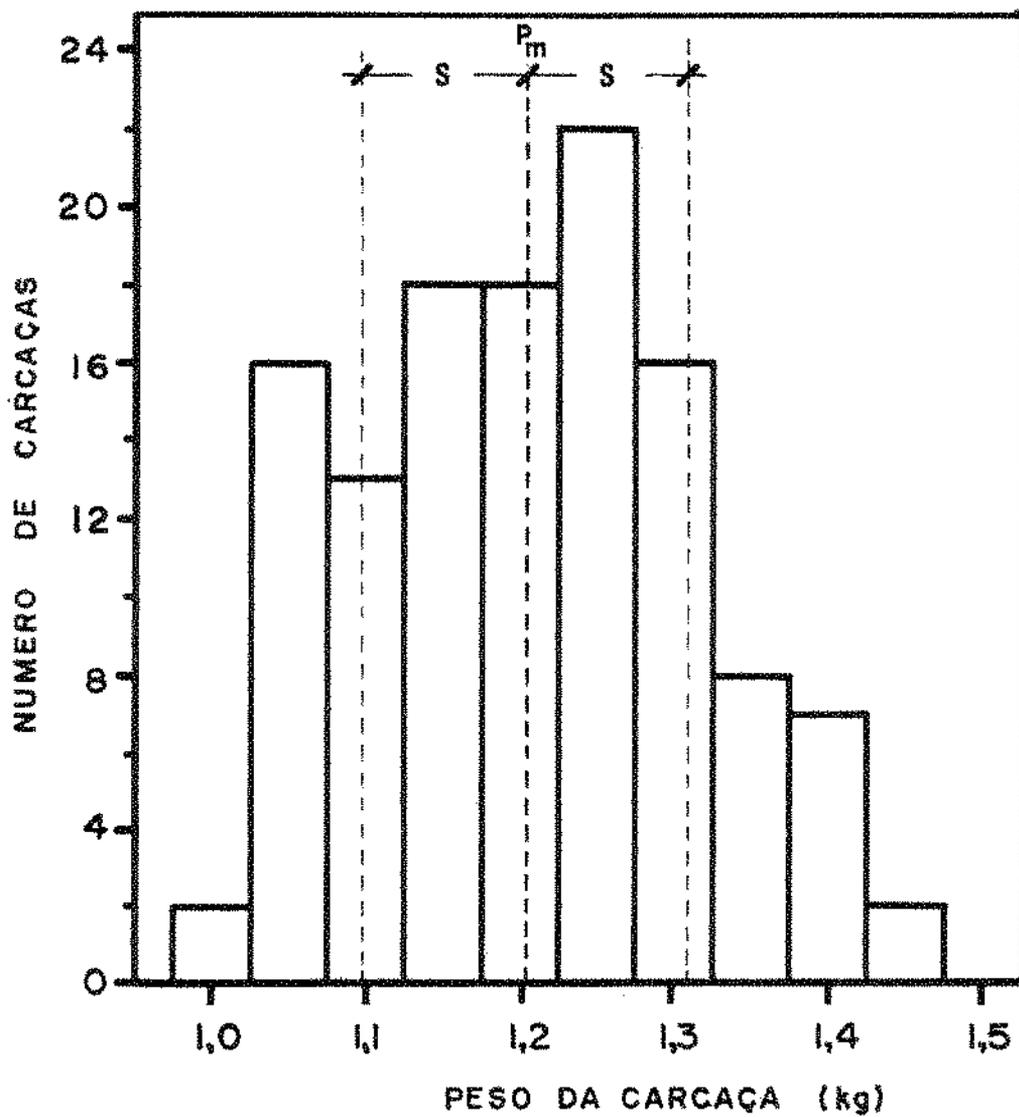


Fig. 4.3 - Distribuição do peso de 123 carçaças evisce-
radas para o experimento (I), onde $P_m = 1,21$
kg e $s = 0,11$ kg.

MA = 7680,00 kg/h	MP = 4912,32 kg/h	TAR = 19,50 °C
t _{af} = 21,10 °C	t _{pl} = 40,36 °C	HC = 10,00 kcal/h m ² °C
CA = 1,00 kcal/kg °C	t _{pf} = 10,95 °C	N = 40
t _{ai} = 3,80 °C	P _m = 1,21 kg	l/c = 1,88
t _{ao} = 0,20 °C	N _c = 4080 c/h	l/kg = 1,56

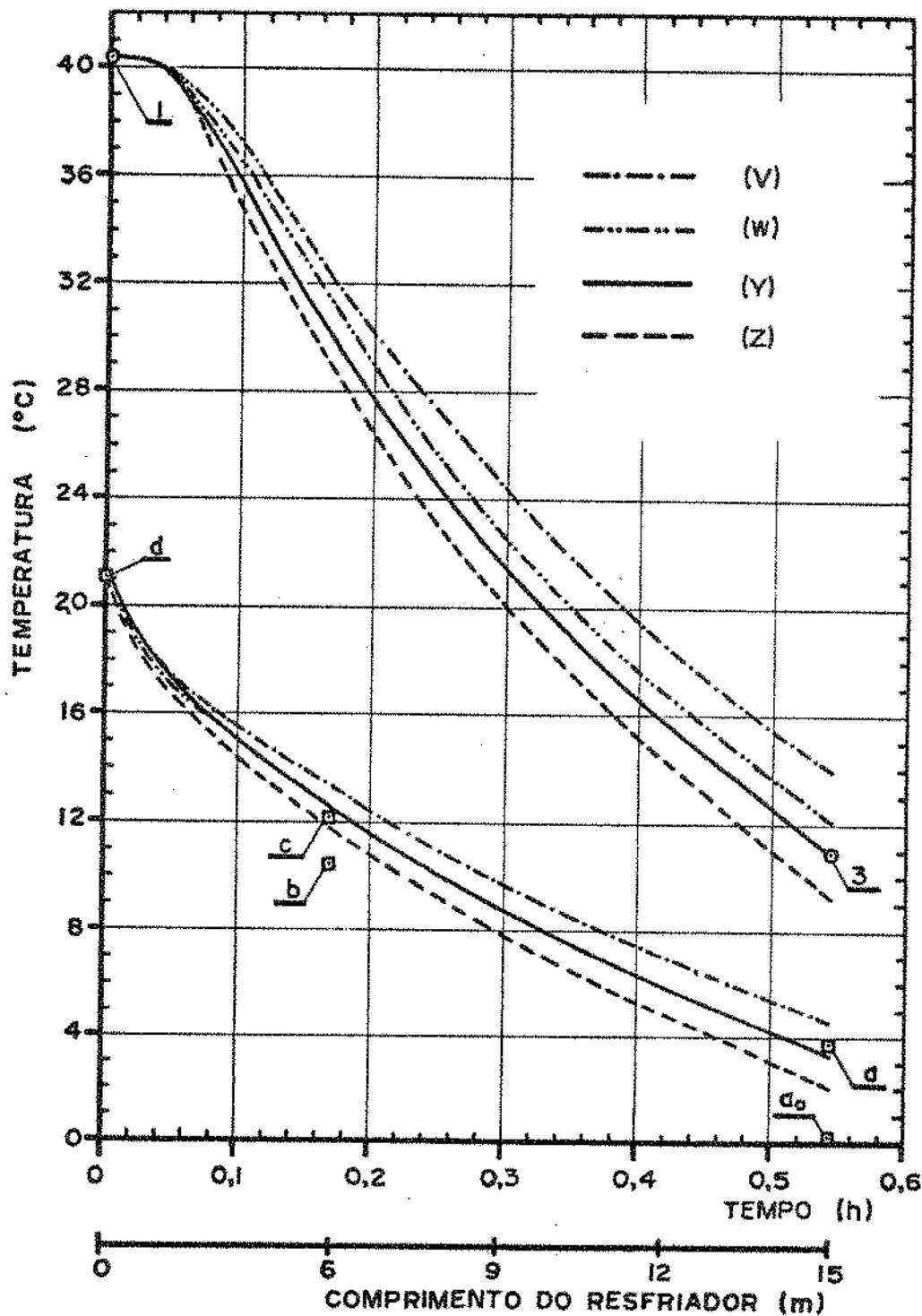
H (ICON)	1000				800				600			
d _e	1070		1036		1070		1036		1070		1036	
CP	0,80	0,75	0,80	0,75	0,80	0,75	0,80	0,75	0,80	0,75	0,80	0,75
XK = 0,42 kcal/h m °C												
TAGUA, °C	3,15	4,56	2,90	4,33	3,33	4,71	3,08	4,48	3,62	4,94	3,35	4,71
T (K2,N), °C	10,93	11,08	10,39	10,57	11,22	11,33	10,68	10,82	11,68	11,74	11,13	11,22
XK = 0,35 kcal/h m °C												
TAGUA, °C	4,52	5,70	4,26	5,47	4,68	5,85	4,42	5,61	4,93	6,06	4,68	5,82
T (K2,N), °C	13,85	13,75	13,35	13,20	14,15	13,98	13,60	13,43	14,55	14,34	14,00	13,80

Tabela 4.1 - Dados iniciais e resultados dos cálculos teóricos para comparação com os valores obtidos do experimento (I) quando a vazão foi de 1,56 litros de água por kg de carcaça. Ainda: H (ICON) = kcal/h m² °C; d_e = kg/m³ e CP = kcal/kg °C.

MA = 7680,00 kg/h	MP = 4912,32 kg/h	TAR = 19,50 °C
t _{af} = 21,10 °C	t _{pi} = 40,36 °C	HC = 10,0 kcal/h m ² °C
CA = 1,00 kcal/kg °C	t _{pf} = 10,95 °C	N = 20
t _{ai} = 3,80 °C	P _m = 1,21 kg	l/c = 1,88
t _{ao} = 0,2 °C	N _c = 4080 c/h	l/kg = 1,56

H (ICON)	1000				800				600			
d _e	1070		1036		1070		1036		1070		1036	
CP	0,80	0,75	0,80	0,75	0,80	0,75	0,80	0,75	0,80	0,75	0,80	0,75
KX = 0,42 kcal/h m °C												
TAGUA, °C	2,01	3,58	1,76	3,37	2,28	3,81	2,03	3,59	2,64	4,12	2,39	3,90
T (K2,N), °C	9,20	9,51	8,66	9,03	9,56	9,83	9,02	9,34	10,09	10,31	9,55	9,81
KX = 0,35 kcal/h m °C												
TAGUA, °C	3,28	4,63	3,02	4,39	3,54	4,86	3,29	4,62	3,90	5,16	3,64	4,92
T (K2,N), °C	12,07	12,07	11,52	11,53	12,40	12,38	11,85	11,83	12,88	12,82	12,34	12,27

Tabela 4.2 - Dados iniciais e resultados dos cálculos teóricos para comparação com os valores obtidos do experimento (I) quando a relação é de 1,56 l/kg e N = 20. Ainda: H (ICON) = kcal/h m² °C; d_e = kg/m³ e CP = kcal/kg °C.



Linha	V	W	Y	Z
Condutividade Térmica (kcal/h m °C)	0,35	0,35	0,42	0,42
Número total das camadas	80	40	80	40

Fig. 4.4 - Perfis das temperaturas no centro da placa e da água, determinados em função do tempo de imersão, da condutividade térmica e do número total de camadas da placa. São indicados, também, os valores de temperatura obtidos no experimento (I).

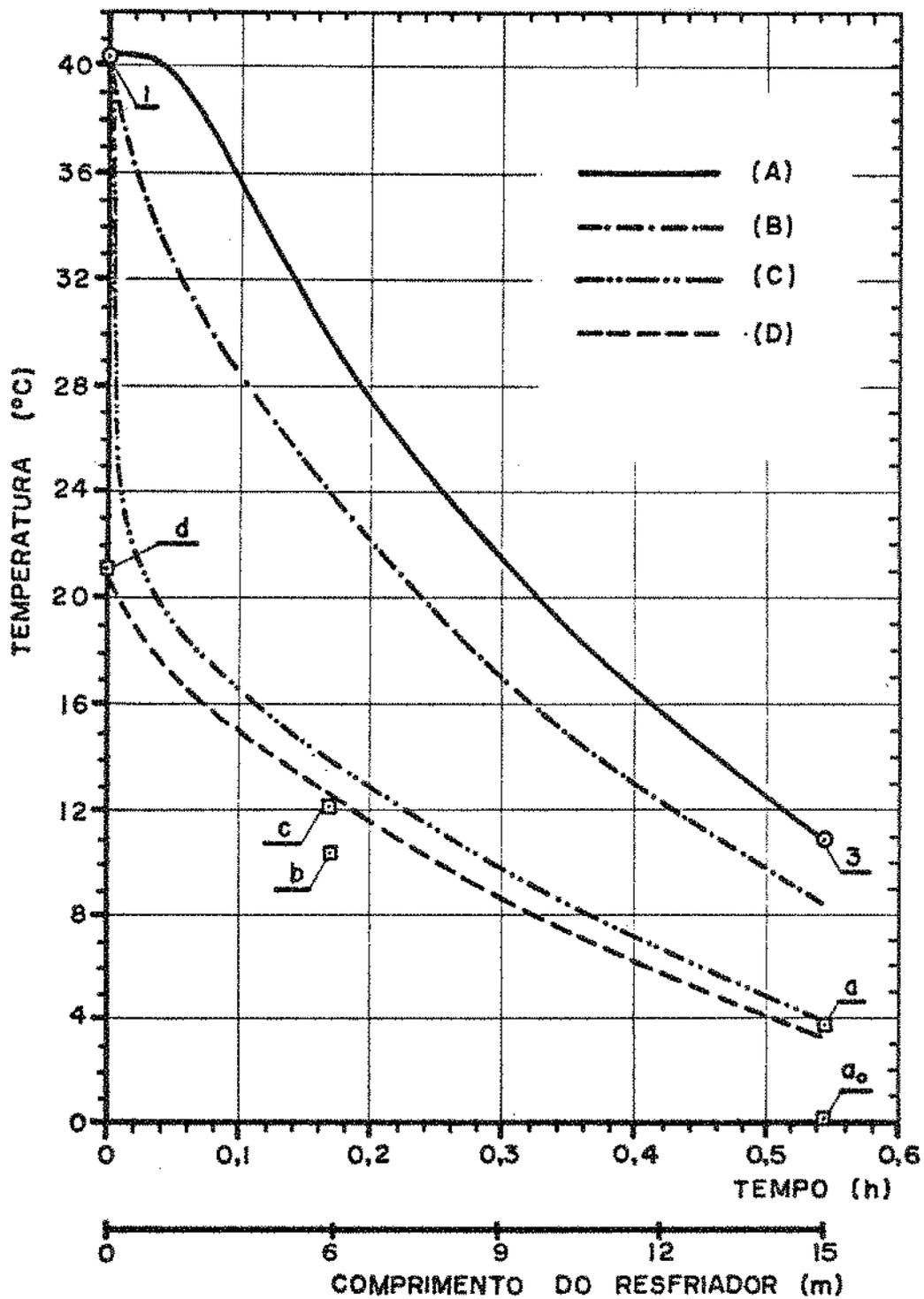


Fig. 4.5 - Perfis das temperaturas calculadas em função do tempo de imersão e valores de temperatura obtidos no experimento (I), onde a relação foi de 1,6 litros de água por kg de carcaça.

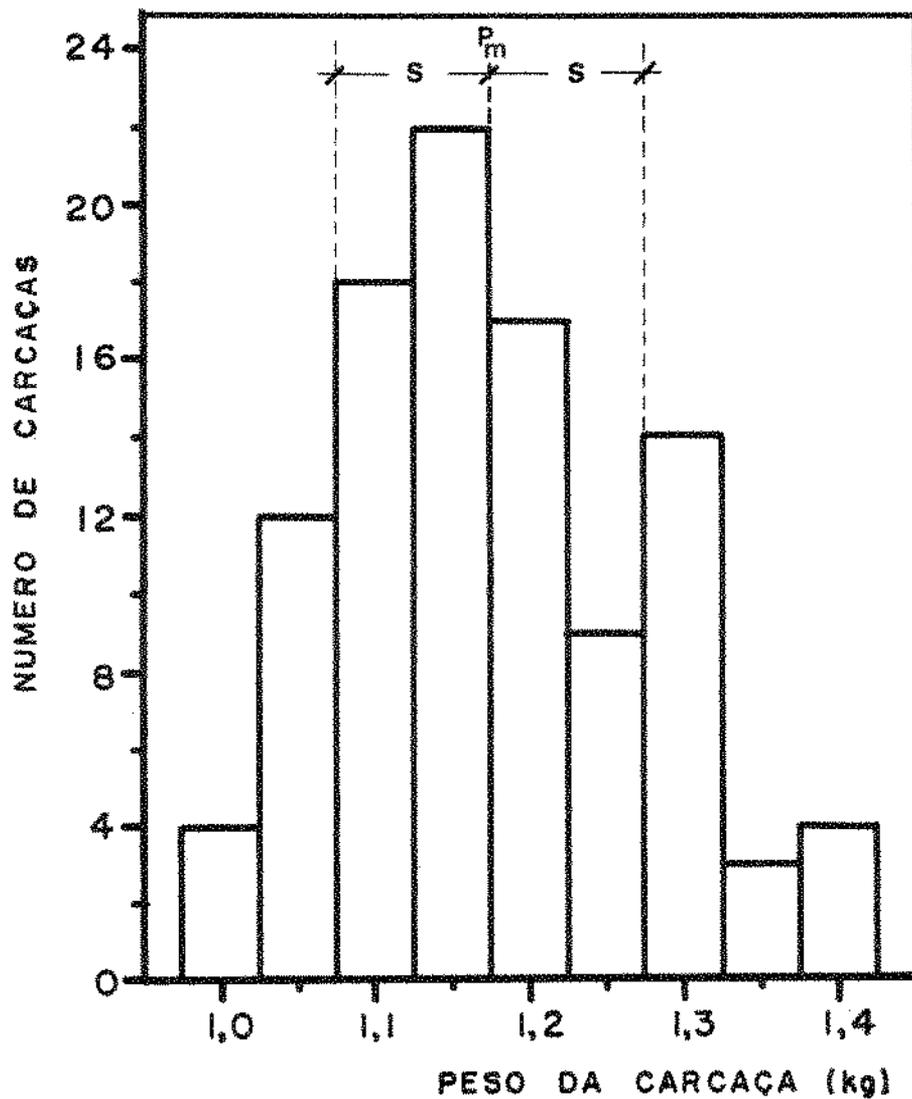
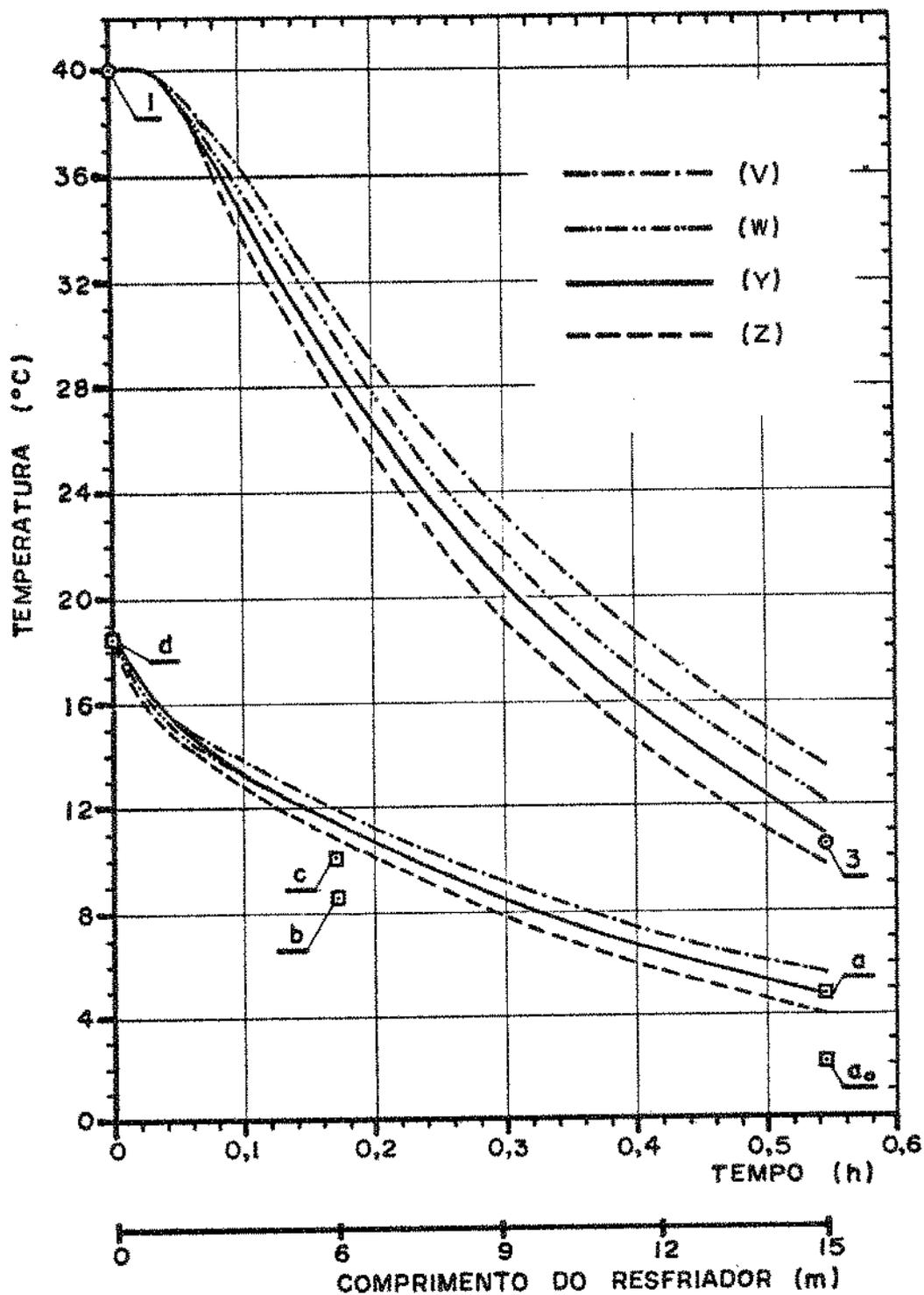


Fig. 4.6 - Distribuição do peso de 103 carcaças evisceradas para o experimento (II), onde $P_m = 1,18$ kg e $s = 0,1$ kg.

MA = 9738,00 kg/h	MP = 4874,73 kg/h	TAR = 19 °C
t _{af} = 18,50 °C	t _{pi} = 40,05 °C	HC = 10,0 kcal/h m ² °C
CA = 1,0 kcal/kg °C	t _{pf} = 10,5 °C	N = 40
t _{ai} = 4,9 °C	P _m = 1,18 kg	l/c = 2,35
t _{ao} = 2,1 °C	N _c = 4140 c/h	l/kg = 2,00

H (ICON)	1000				800				600			
d _e	1070		1036		1070		1036		1070		1036	
CP	0,80	0,75	0,80	0,75	0,80	0,75	0,80	0,75	0,80	0,75	0,80	0,75
XK = 0,42 kcal/h m °C												
TAGUA, °C	4,84	5,80	4,69	5,66	4,95	5,89	4,80	5,75	5,12	6,03	4,96	5,89
T (K2,N), °C	11,07	11,05	10,63	10,63	11,30	11,25	10,85	10,83	11,67	11,58	11,21	11,15
XK = 0,35 kcal/h m °C												
TAGUA, °C	5,69	6,51	5,52	6,36	5,79	6,60	5,63	6,45	5,95	6,74	5,78	6,58
T (K2,N), °C	13,59	13,33	13,12	12,86	13,80	13,52	13,33	13,05	14,14	13,83	13,66	13,35

Tabela 4.3 - Dados iniciais e resultados dos cálculos teóricos para comparação com os valores obtidos do experimento (II) quando a relação é de 2,0 l/kg. Ainda: H (ICON) = kcal/h m² °C; d_e = kg/m³ e CP = kcal/kg °C.



Linha	V	W	Y	Z
Condutividade Térmica (kcal/h m °C)	0,35	0,35	0,42	0,42
Número total das camadas	80	40	80	40

Fig. 4.7 - Perfis das temperaturas no centro da placa e da água, de terminados em função do tempo de imersão, da condutividade de térmica e do número total de camadas da placa. São indicados, também, os valores de temperatura obtidos no experimento (II).

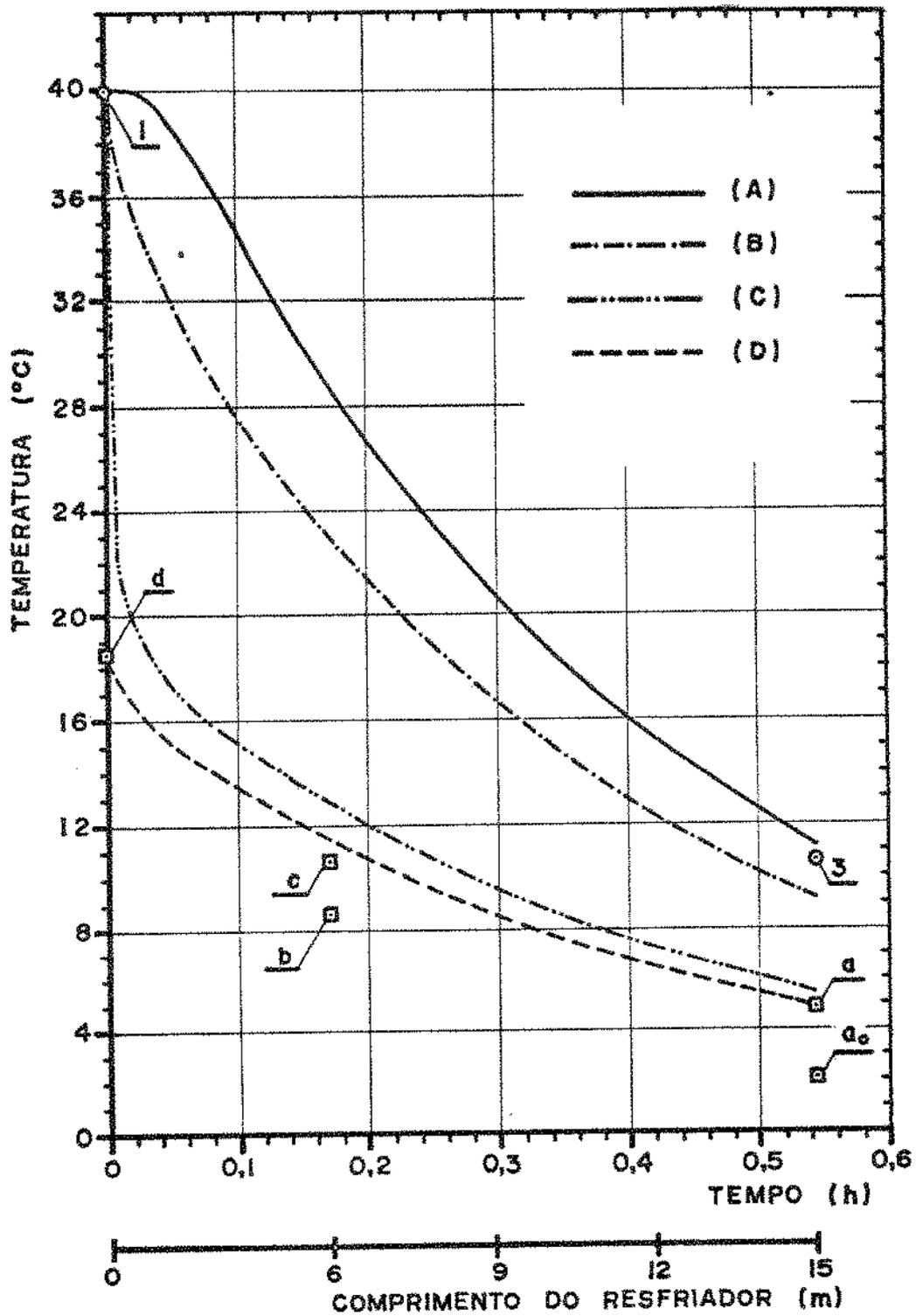


Fig. 4.8 - Perfis das temperaturas calculadas em função do tempo de imersão e valores de temperatura obtidos no experimento (II), onde a relação foi de 2,0 litros de água por kg de carcaça.

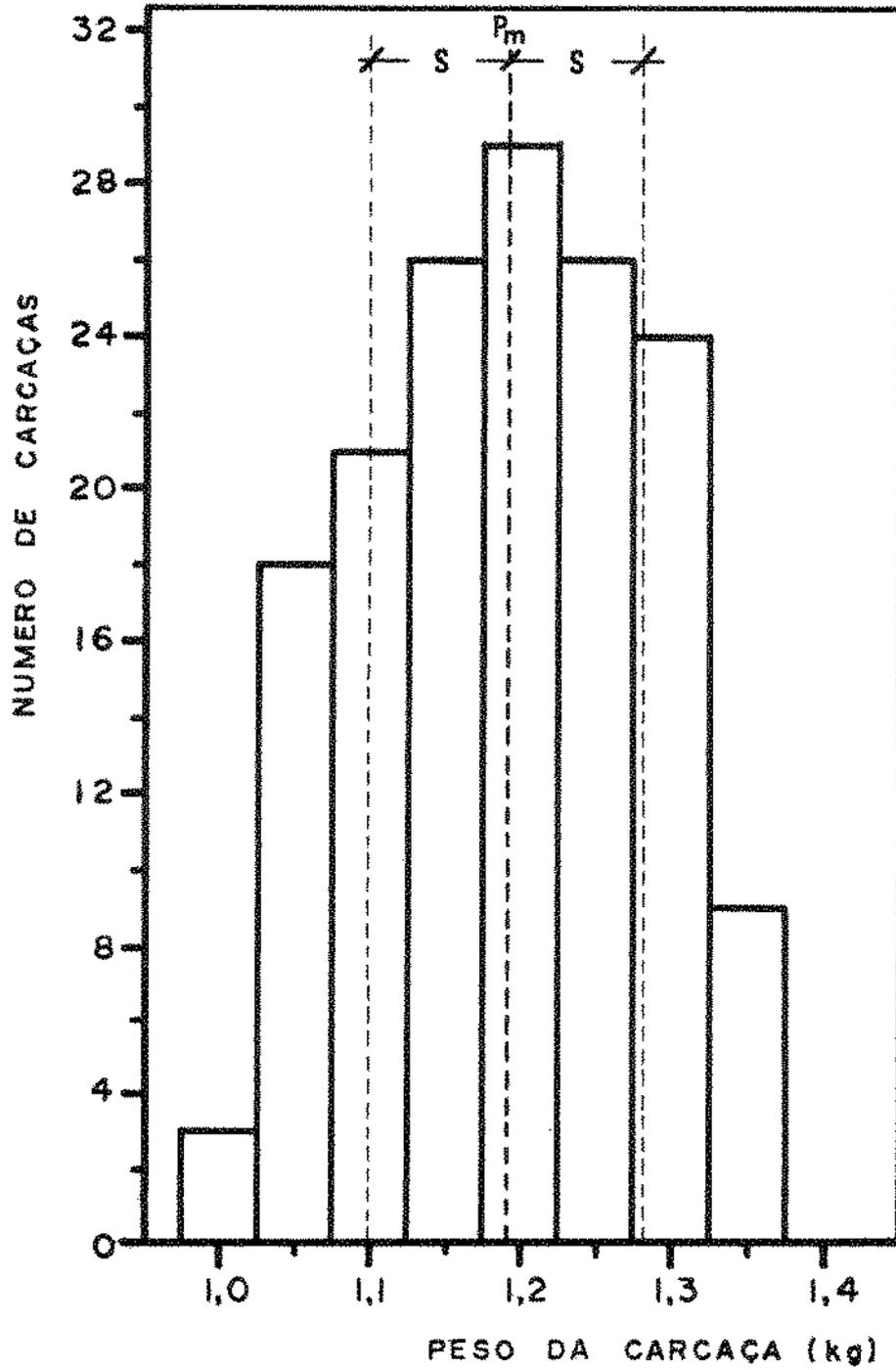


Fig. 4.9 - Distribuição do peso de 156 carcaças evisceradas para o experimento (III), onde $P_m = 1,19$ kg e $s = 0,09$ kg.

MA = 7030,00 kg/h	MP = 4425,42	TAR = 24,5 °C
t _{af} = 21,50 °C	t _{pi} = 39,14	HC = 10,00
CA = 1,00 kcal/kg °C	t _{pf} = 11,78	N = 40
t _{ai} = 4,9 °C	P _m = 1,19 kg	l/c = 1,89
t _{ao} = 0,65 °C	N _c = 3720 c/h	l/kg = 1,59

H (ICON)	1000				800				600			
d _e	1070		1036		1070		1036		1070		1036	
CP	0,80	0,75	0,80	0,75	0,80	0,75	0,80	0,75	0,80	0,75	0,80	0,75
XK = 0,42 kcal/h m °C												
TAGUA, °C	4,02	5,31	3,78	5,10	4,19	5,45	3,95	5,24	4,45	5,67	4,21	5,45
T (K2,N), °C	11,71	11,82	11,21	11,34	11,98	12,06	11,47	11,58	12,41	12,44	11,90	11,96
XK = 0,35 kcal/h m °C												
TAGUA, °C	5,29	6,38	5,05	6,15	5,44	6,51	5,20	6,28	5,68	6,71	5,44	6,48
T (K2,N), °C	14,49	14,33	13,97	13,82	14,72	14,54	14,21	14,03	15,09	14,88	14,58	14,37

Tabela 4.4 - Dados iniciais e resultados dos cálculos teóricos para comparação com os valores obtidos do experimento (III) quando a relação é de 1,6 l/kg. Ainda: H (ICON) = kcal/h m² °C; d_e = kg/m³ e CP = kcal/kg °C.

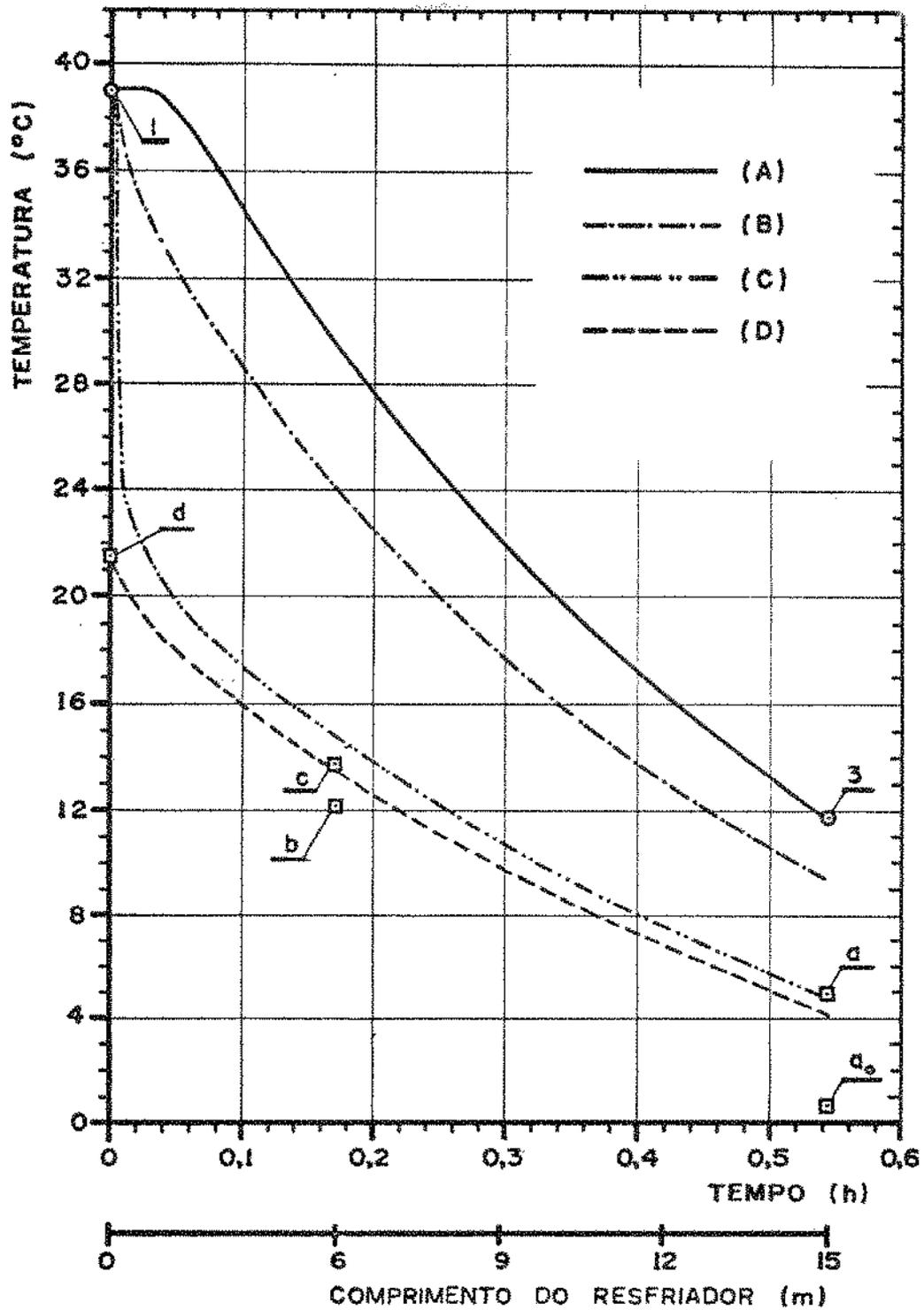


Fig. 4.10 - Perfis das temperaturas calculadas em função do tempo de imersão e valores de temperatura obtidos no experimento (III), onde a relação foi de 1,6 litros de água por kg de carcaça.

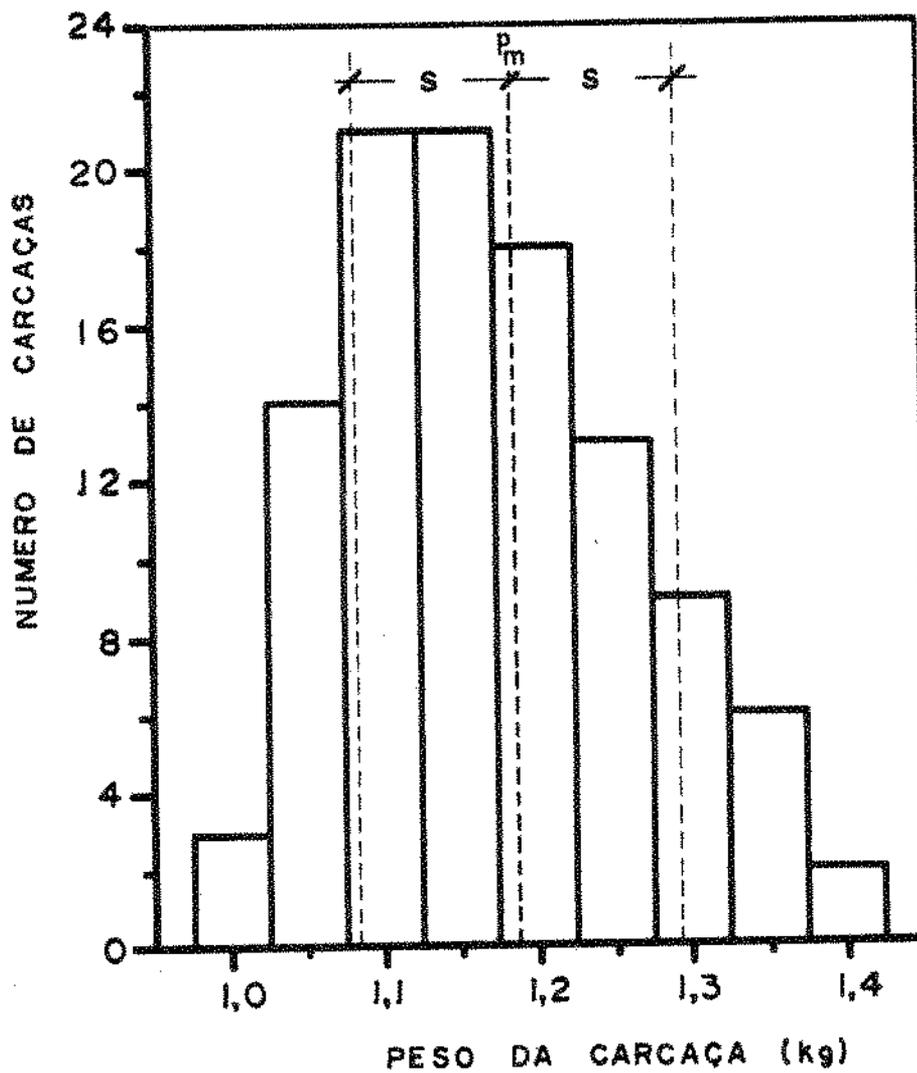


Fig. 4.11 - Distribuição do peso de 108 carçaças evisceradas para o experimento (IV), onde $P_m = 1,19$ kg e $s = 0,1$ kg.

MA = 10218,00 kg/h	MP = 4909,96 kg/h	TAR = 18,00 °C
t _{af} = 16,40 °C	t _{pi} = 40,10 °C	HC = 10,0 kcal/h m ² °C
CA = 1,00 kcal/kg °C	t _{pf} = 9,02 °C	N = 40
t _{ai} = 2,0 °C	P _m = 1,19	l/c = 2,47
t _{ao} = 0,3 °C	N _c = 4140	l/kg = 2,08

H (ICON)	1000				800				600			
d _e	1070		1036		1070		1036		1070		1036	
CP	0,80	0,75	0,80	0,75	0,80	0,75	0,80	0,75	0,80	0,75	0,80	0,75
XK = 0,42 kcal/h m °C												
TAGUA, °C	2,14	3,12	1,99	2,98	2,25	3,4	2,10	3,07	2,42	3,35	2,26	3,21
T (K2,N), °C	8,73	8,68	8,26	8,23	8,97	8,89	8,49	8,44	9,35	9,23	8,87	8,78
XK = 0,35 kcal/h m °C												
TAGUA, °C	2,99	3,84	2,83	3,69	3,10	3,93	2,93	3,77	3,26	4,07	3,09	3,91
T (K2,N), °C	11,41	11,10	10,90	10,60	11,63	11,30	11,12	10,80	11,98	11,63	11,47	11,12

Tabela 4.5 - Dados iniciais e resultados dos cálculos teóricos para comparação com os valores obtidos do experimento (IV) quando a relação é de 2,1 l/kg. Ainda: H (ICON) = kcal/h m² °C; d_e = kg/m³ e CP = kcal/kg °C.

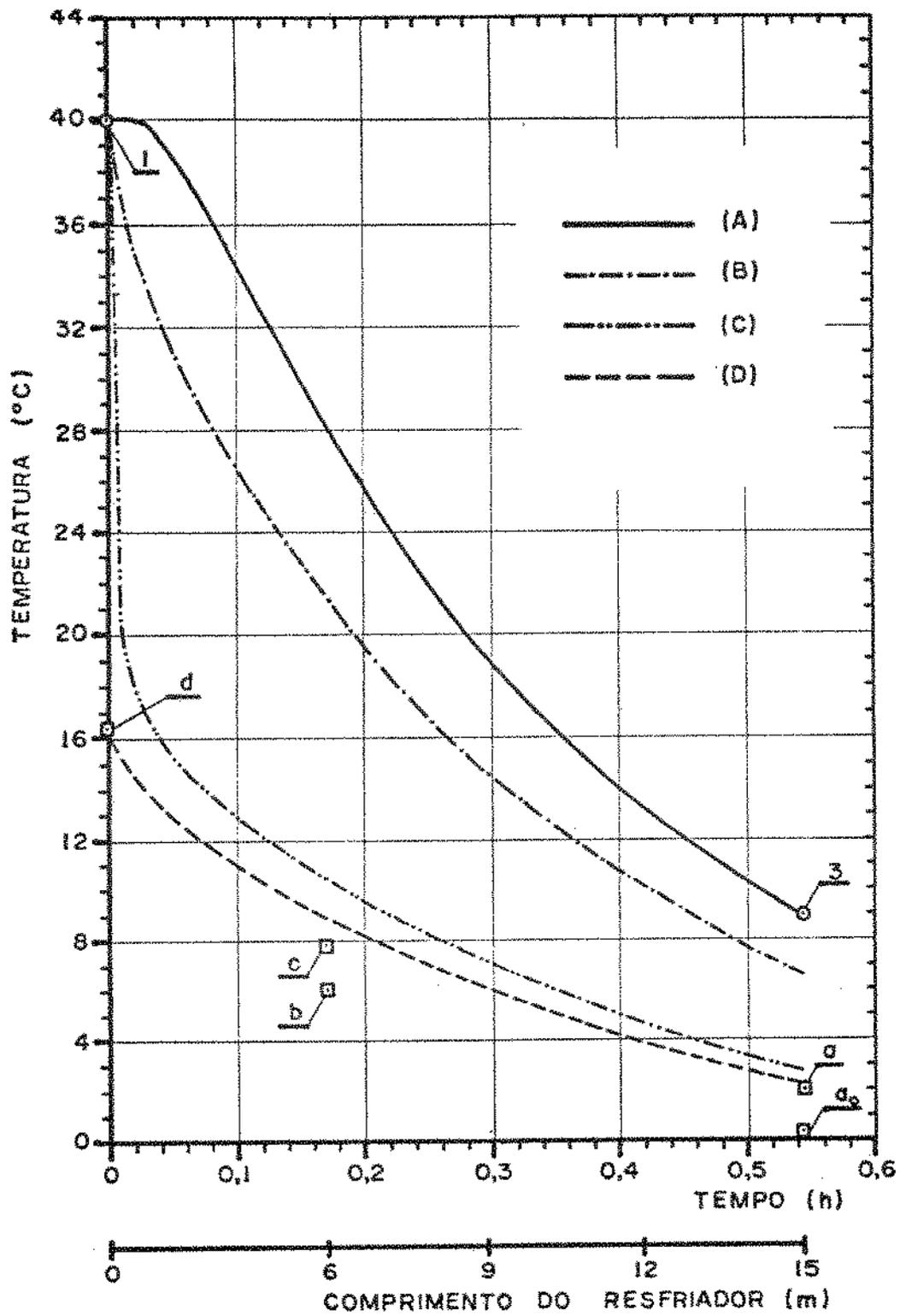


Fig. 4.12 - Perfis das temperaturas calculadas em função do tempo de imersão e valores de temperatura obtidos no experimento (IV), onde a relação foi de 2,1 litros de água por kg de carcaça.

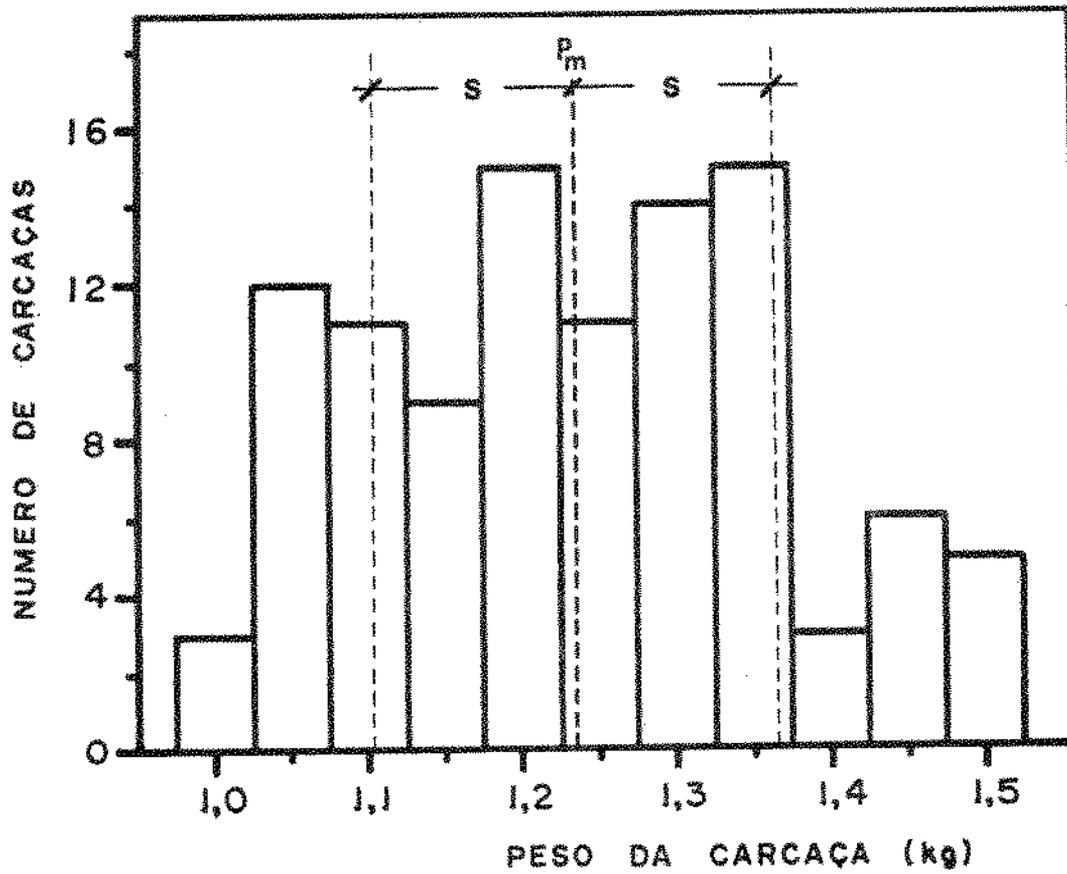


Fig. 4.13 - Distribuição do peso de 104 carcaças evisceradas para o experimento (V), onde $P_m = 1,23$ kg e $s = 0,13$ kg.

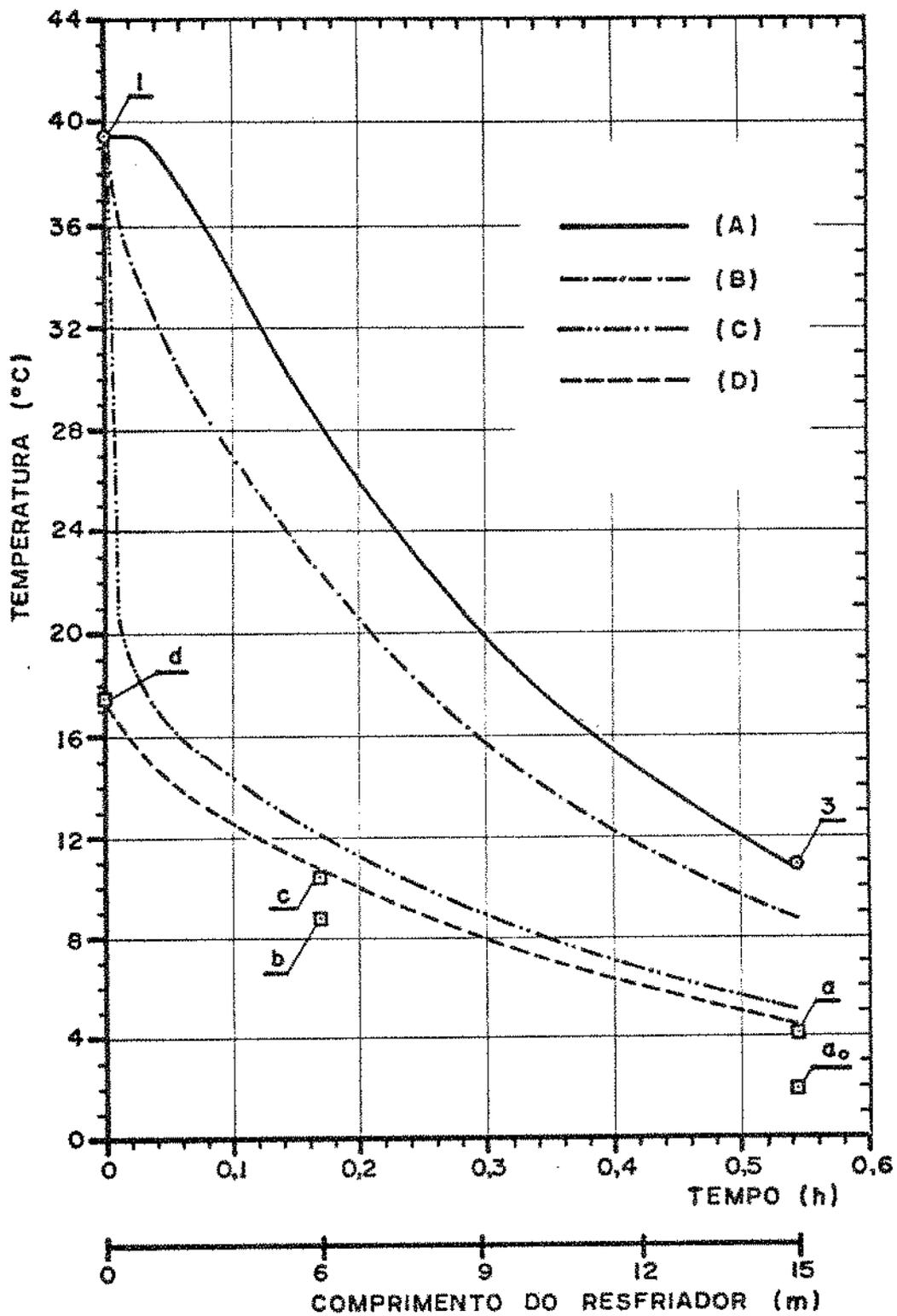


Fig. 4.14 - Perfis das temperaturas calculadas em função do tempo de imersão e valores de temperatura obtidos no experimento (V), onde a relação foi de 2,1 litros de água por kg de carcaça.

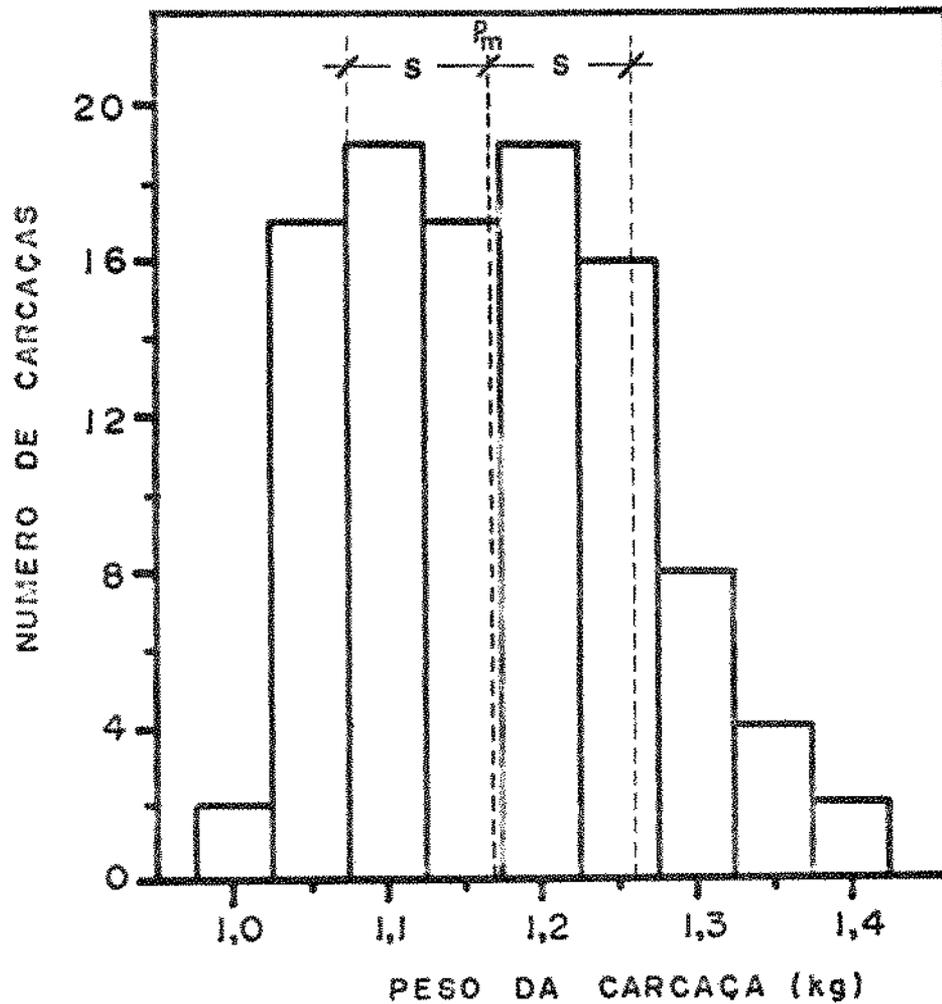


Fig. 4.15 - Distribuição do peso de 104 carcaças evisceradas para o experimento (VI), onde $P_m = 1,17$ kg e $s = 0,09$ kg.

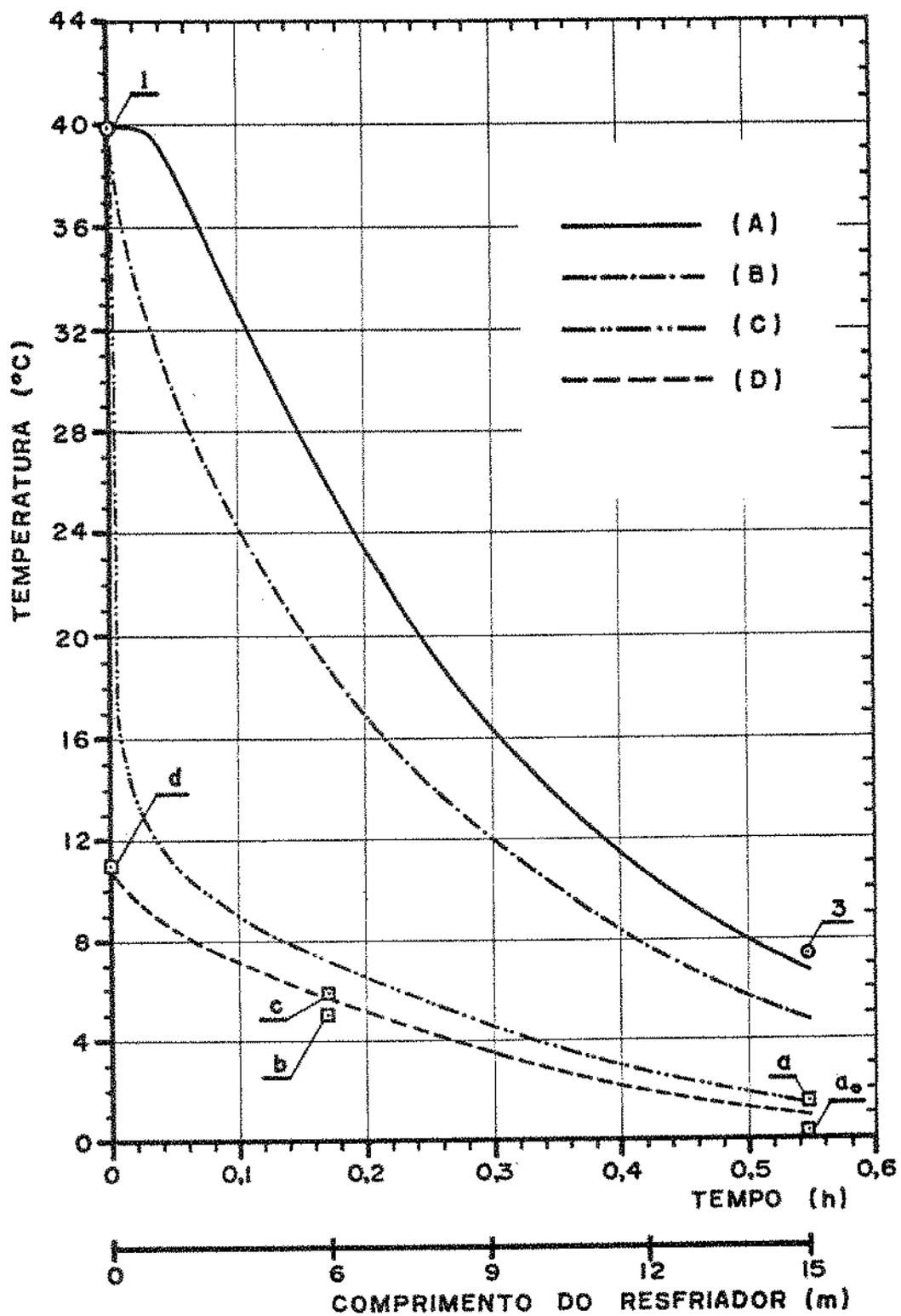


Fig. 4.16 - Perfis das temperaturas calculadas em função do tempo de imersão e valores de temperatura obtidos no experimento (VI), onde a relação foi de 3,4 litros de água por kg de carcaça.

4.2 - Contagem Total

Foram preparadas tabelas que relacionam a contagem total de bactérias por mililitro de água assim como os limites e valores médios das contagens para a carcaça nos pontos (a), (a₀), (b), (d), (1), (2) e (3) na Fig.3.5. Tem-se a contagem total com temperaturas de incubação de 20° e 30°C além da vazão de água em litros por carcaça.

Ainda para as experiências onde foi feita cloração é apresentada a concentração de cloro livre nos pontos (a), (b) e (d), segundo indicado à Fig.3.5.

Exp. Nº	Água Utilizada l/c	Número de bactérias por ml de água			Limites e valor médio das contagens totais para a carcaça, nº/cm ²		
		(a ₀)	(b)	(d)	(1)	(2)	(3)
I	1,93	$4,6 \cdot 10^2$	$7,8 \cdot 10^4$	$2,1 \cdot 10^5$	$(2,6 \cdot 10^3 - 1 \cdot 10^4)$ $4,6 \cdot 10^3$	$(7,5 \cdot 10^3 - 3,8 \cdot 10^4)$ $1,2 \cdot 10^4$	$(4,1 \cdot 10^3 - 1,8 \cdot 10^4)$ $8,4 \cdot 10^3$
II	1,93	$1,1 \cdot 10^3$	$6,3 \cdot 10^4$	$3,1 \cdot 10^5$	$(2,9 \cdot 10^3 - 1,3 \cdot 10^4)$ $6,1 \cdot 10^3$	$(1,5 \cdot 10^4 - 8,7 \cdot 10^4)$ $2,4 \cdot 10^4$	$(5,5 \cdot 10^3 - 3,9 \cdot 10^4)$ $1,7 \cdot 10^4$
III	1,95	$6,3 \cdot 10^2$	$6 \cdot 10^4$	$2,1 \cdot 10^5$	$(3,4 \cdot 10^3 - 2,2 \cdot 10^4)$ $6,8 \cdot 10^3$	$(1,4 \cdot 10^4 - 7,8 \cdot 10^4)$ $2,6 \cdot 10^4$	$(4,6 \cdot 10^3 - 3,9 \cdot 10^4)$ $2,5 \cdot 10^4$
IV	1,92	$1,7 \cdot 10^3$	$9,8 \cdot 10^4$	$3,4 \cdot 10^5$	$(3 \cdot 10^3 - 3,6 \cdot 10^4)$ $1,1 \cdot 10^4$	$(5,6 \cdot 10^3 - 6,8 \cdot 10^4)$ $1,9 \cdot 10^4$	$(3,6 \cdot 10^3 - 4,1 \cdot 10^4)$ $1,0 \cdot 10^4$
V	3,23	$2 \cdot 10^2$	$3,2 \cdot 10^4$	$1,5 \cdot 10^5$	$(2 \cdot 10^3 - 1,1 \cdot 10^4)$ $3,6 \cdot 10^3$	$(3,2 \cdot 10^3 - 1,8 \cdot 10^4)$ $8,5 \cdot 10^3$	$(1,0 \cdot 10^3 - 4,5 \cdot 10^3)$ $2,7 \cdot 10^3$
VI	3,20	$3,5 \cdot 10^2$	$3,1 \cdot 10^4$	$1,6 \cdot 10^5$	$(2 \cdot 10^3 - 1,5 \cdot 10^4)$ $5,1 \cdot 10^3$	$(3,6 \cdot 10^3 - 1,4 \cdot 10^4)$ $7,3 \cdot 10^3$	$(2,1 \cdot 10^3 - 1,4 \cdot 10^4)$ $3,6 \cdot 10^3$
VII	3,20	$2,6 \cdot 10^2$	$4,2 \cdot 10^4$	$1,7 \cdot 10^5$	$(1,7 \cdot 10^3 - 1,2 \cdot 10^4)$ $4,9 \cdot 10^3$	$(4,7 \cdot 10^3 - 2,9 \cdot 10^4)$ $1,3 \cdot 10^4$	$(2,4 \cdot 10^3 - 1 \cdot 10^4)$ $5,1 \cdot 10^3$
VIII	3,10	$7,4 \cdot 10^2$	$1,5 \cdot 10^4$	$1,6 \cdot 10^5$	$(1,3 \cdot 10^3 - 2,9 \cdot 10^3)$ $1,6 \cdot 10^3$	$(1,8 \cdot 10^3 - 8,6 \cdot 10^3)$ $4,2 \cdot 10^3$	$(1,3 \cdot 10^3 - 4,9 \cdot 10^3)$ $2,8 \cdot 10^3$

Tabela 4.8 - Sumário dos resultados bacteriológicos obtidos com a variação da vazão de água de resfriamento (incubação a 30 °C por 48 horas).

Exp. Nº	Água Utilizada l/c	Número de bactérias por ml de água			Limites e valor médio das contagens totais para a carcaça, nº/cm ²		
		(a ₀)	(b)	(d)	(1)	(2)	(3)
I	1,93	$4,5 \cdot 10^2$	$3,4 \cdot 10^4$	$1,3 \cdot 10^5$	$(8 \cdot 10^2 - 2,4 \cdot 10^3)$ $1,6 \cdot 10^3$	$(2,5 \cdot 10^3 - 1,1 \cdot 10^4)$ $4,5 \cdot 10^3$	$(2,7 \cdot 10^3 - 8,1 \cdot 10^3)$ $4,5 \cdot 10^3$
II	1,93	$1,1 \cdot 10^3$	$2,9 \cdot 10^4$	$2,8 \cdot 10^5$	$(1,3 \cdot 10^3 - 8,6 \cdot 10^3)$ $3,1 \cdot 10^3$	$(4,4 \cdot 10^3 - 1,6 \cdot 10^4)$ $8,1 \cdot 10^3$	$(8,7 \cdot 10^3 - 2,4 \cdot 10^4)$ $1,7 \cdot 10^4$
III	1,95	$6,3 \cdot 10^2$	$3,2 \cdot 10^4$	$1,5 \cdot 10^5$	$(8,5 \cdot 10^2 - 8,4 \cdot 10^3)$ $1,7 \cdot 10^3$	$(6,3 \cdot 10^3 - 1,6 \cdot 10^4)$ $8,7 \cdot 10^3$	$(5,3 \cdot 10^3 - 2,2 \cdot 10^4)$ $1,4 \cdot 10^4$
IV	1,92	$3,7 \cdot 10^2$	$2,1 \cdot 10^4$	$1,7 \cdot 10^5$	$(3 \cdot 10^3 - 3,6 \cdot 10^4)$ $1,1 \cdot 10^4$	$(5,6 \cdot 10^3 - 6,8 \cdot 10^4)$ $1,9 \cdot 10^4$	$(3,6 \cdot 10^3 - 4,1 \cdot 10^4)$ $1,0 \cdot 10^4$
V	3,23	$5,1 \cdot 10^2$	$3,6 \cdot 10^4$	$8,9 \cdot 10^4$	$(7 \cdot 10^2 - 6,6 \cdot 10^3)$ $1,7 \cdot 10^3$	$(1,8 \cdot 10^3 - 1,6 \cdot 10^4)$ $5,2 \cdot 10^3$	$(1,1 \cdot 10^3 - 3,2 \cdot 10^3)$ $1,5 \cdot 10^3$
VI	3,20	$4,1 \cdot 10^2$	$3,2 \cdot 10^4$	$8,5 \cdot 10^4$	$(8 \cdot 10^2 - 8,9 \cdot 10^3)$ $1,7 \cdot 10^3$	$(1,9 \cdot 10^3 - 1,3 \cdot 10^4)$ $4,1 \cdot 10^3$	$(8,5 \cdot 10^2 - 7,1 \cdot 10^3)$ $1,4 \cdot 10^3$
VII	3,20	$2,8 \cdot 10^2$	$3,3 \cdot 10^4$	$9,2 \cdot 10^4$	$(1,1 \cdot 10^2 - 6 \cdot 10^3)$ $2,5 \cdot 10^3$	$(2 \cdot 10^3 - 1,1 \cdot 10^4)$ $6,5 \cdot 10^3$	$(1,2 \cdot 10^3 - 7,3 \cdot 10^3)$ $2,7 \cdot 10^3$
VIII	3,10	$8,5 \cdot 10^2$	$1,1 \cdot 10^4$	$5,3 \cdot 10^4$	$(6,7 \cdot 10^2 - 1,2 \cdot 10^3)$ $9,3 \cdot 10^2$	$(1 \cdot 10^3 - 6 \cdot 10^3)$ $1,4 \cdot 10^3$	$(9 \cdot 10^2 - 5,2 \cdot 10^3)$ $1,5 \cdot 10^3$

Tabela 4.9 - Sumário dos resultados bacteriológicos obtidos com a variação da vazão de água de resfriamento (incubação a 20 °C por 48 horas).

Exp.	Cloro Livre, ppm			Água l/c	Número de bactérias por ml de água			Limites e valor médio das contagens para a carcaça, Nº/cm ²			
	(a)	(b)	(d)		(a _o)	(b)	(d)	(1)	(2)	(3)	
1	2,6	0,8	0,3	1,97	$2,8 \cdot 10^2$	$6,7 \cdot 10^4$	$1,1 \cdot 10^5$	$(1,2 \cdot 10^3 - 8,9 \cdot 10^3)$ $5 \cdot 10^3$	$(3,3 \cdot 10^3 - 1,1 \cdot 10^4)$ $7,3 \cdot 10^3$	$(2,4 \cdot 10^3 - 1,1 \cdot 10^4)$ $4,7 \cdot 10^3$	Incubação a 30 °C
2	3,0	0,9	0,3	1,95	$2,7 \cdot 10^2$	$1,8 \cdot 10^4$	$1,9 \cdot 10^5$	$(1,6 \cdot 10^3 - 8,9 \cdot 10^3)$ $2,9 \cdot 10^3$	$(2,3 \cdot 10^3 - 1,9 \cdot 10^4)$ $5,7 \cdot 10^3$	$(1,6 \cdot 10^3 - 1,0 \cdot 10^4)$ $4,8 \cdot 10^3$	
3	2,1	0,8	0,2	1,93	$1,6 \cdot 10^3$	$2,5 \cdot 10^4$	$1,7 \cdot 10^5$	$(1,4 \cdot 10^3 - 1,0 \cdot 10^4)$ $3,9 \cdot 10^3$	$(3,1 \cdot 10^3 - 1,7 \cdot 10^4)$ $8 \cdot 10^3$	$(1,1 \cdot 10^3 - 7,8 \cdot 10^3)$ $2,5 \cdot 10^3$	
4	3,6	1,2	0,5	1,94	$4,5 \cdot 10^2$	$8,8 \cdot 10^3$	$6,8 \cdot 10^4$	$(2,7 \cdot 10^3 - 1,0 \cdot 10^4)$ $4,9 \cdot 10^3$	$(2,0 \cdot 10^3 - 6,8 \cdot 10^3)$ $4,1 \cdot 10^3$	$(1,1 \cdot 10^3 - 5,1 \cdot 10^3)$ $1,9 \cdot 10^3$	
1	2,6	0,8	0,3	1,97	$1,9 \cdot 10^2$	$2,1 \cdot 10^4$	$1,5 \cdot 10^5$	$(5,0 \cdot 10^3 - 3,3 \cdot 10^3)$ $1,4 \cdot 10^3$	$(1,6 \cdot 10^3 - 6,8 \cdot 10^3)$ $3,2 \cdot 10^3$	$(9,7 \cdot 10^2 - 3,6 \cdot 10^3)$ $1,7 \cdot 10^3$	Incubação a 20 °C
2	3,0	0,9	0,3	1,95	$2,4 \cdot 10^2$	$9,4 \cdot 10^3$	$7,6 \cdot 10^4$	$(4,9 \cdot 10^2 - 1,7 \cdot 10^3)$ $8,4 \cdot 10^2$	$(1,1 \cdot 10^3 - 1,1 \cdot 10^4)$ $2,9 \cdot 10^3$	$(8,3 \cdot 10^2 - 2,3 \cdot 10^3)$ $1,4 \cdot 10^3$	
3	2,1	0,8	0,2	1,93	$8,3 \cdot 10^2$	$1,3 \cdot 10^4$	$8,2 \cdot 10^4$	$(5,1 \cdot 10^2 - 3,1 \cdot 10^3)$ $1,1 \cdot 10^3$	$(1,9 \cdot 10^3 - 8,3 \cdot 10^3)$ $3,9 \cdot 10^3$	$(6,1 \cdot 10^2 - 3,5 \cdot 10^3)$ $1,1 \cdot 10^3$	
4	3,6	1,2	0,5	1,94	$2,8 \cdot 10^2$	$7,9 \cdot 10^3$	$4,4 \cdot 10^4$	$(4,1 \cdot 10^2 - 4,1 \cdot 10^3)$ $1,3 \cdot 10^3$	$(6,1 \cdot 10^2 - 3,8 \cdot 10^3)$ $1,2 \cdot 10^3$	$(4,4 \cdot 10^2 - 1,3 \cdot 10^3)$ $7,6 \cdot 10^2$	

Tabela 4.10 - Sumário das contagens totais de bactérias obtidas com a cloração da água destinada ao resfriamento.

4.3 - Alteração no Peso

Inicialmente foi preparada a Fig.4.17, relacionando o número de carcaças tomadas como amostras em função da faixa de peso inicial.

Utilizando-se 2,5 litros de água por carcaça durante o resfriamento, determinou-se a variação do peso (em porcentagem) das carcaças através da comparação dos valores obtidos com os pesos iniciais destas carcaças. Para o cálculo do valor médio (P_m) e do desvio-padrão (s) considerou-se uma distribuição normal.

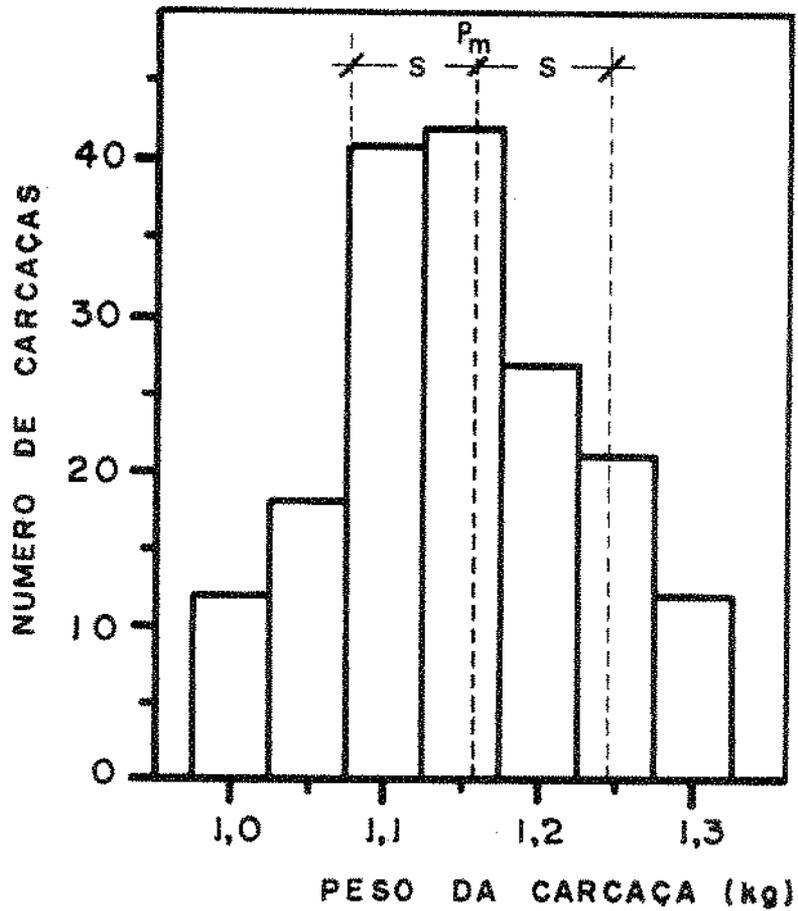


Fig. 4.17 - Distribuição do peso inicial de 175 carçaças durante a determinação do ganho de peso ($P_m = 1,16$ kg e $s = 0,09$ kg).

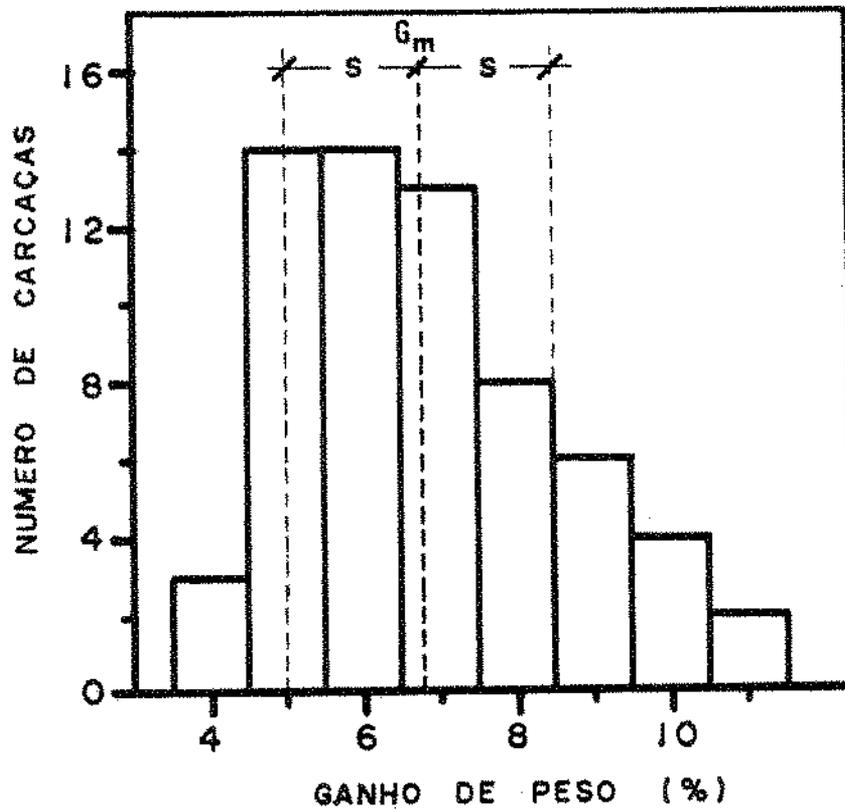


Fig. 4.18 - Ganho de peso, em porcentagem, de 64 carcaças após a saída do pré-resfriador (sem go tejamento), onde $G_m = 6,8\%$ e $s = 1,7\%$.

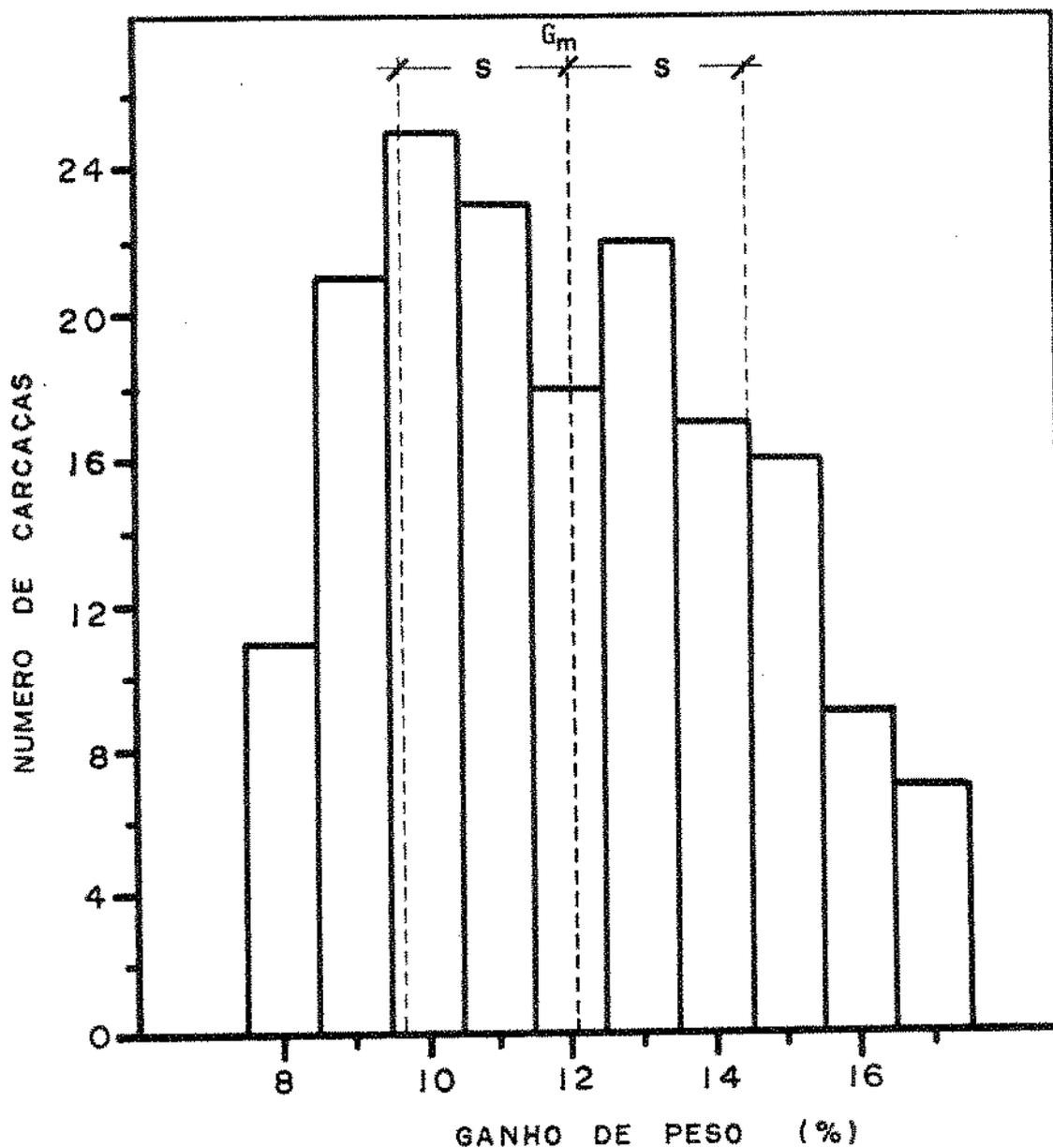


Fig. 4.19 - Ganho de peso, em porcentagem, de 169 carcaças após a saída do resfriador (sem gotejamento), onde $G_m = 12,1\%$ e $s = 2,4\%$.

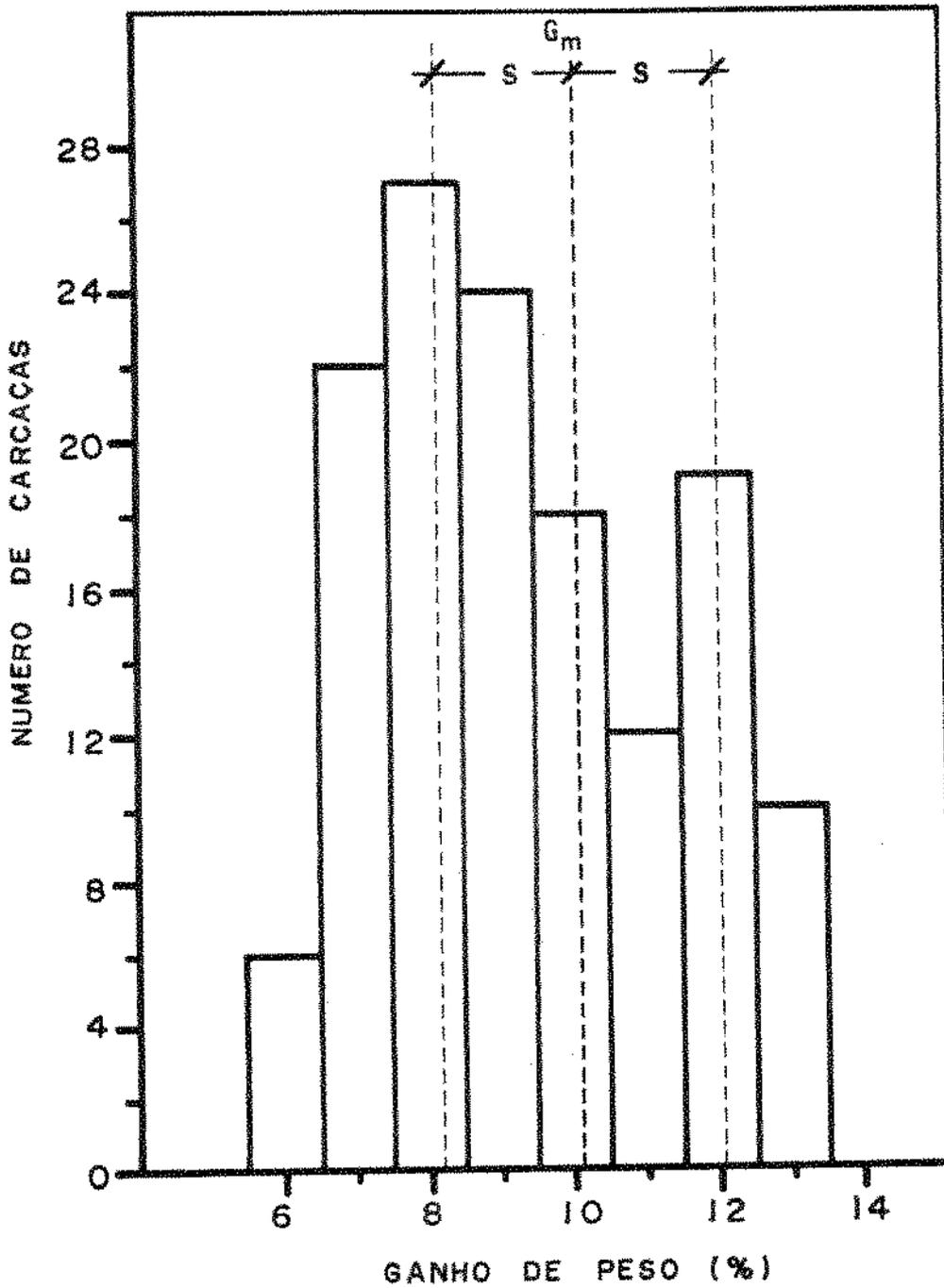
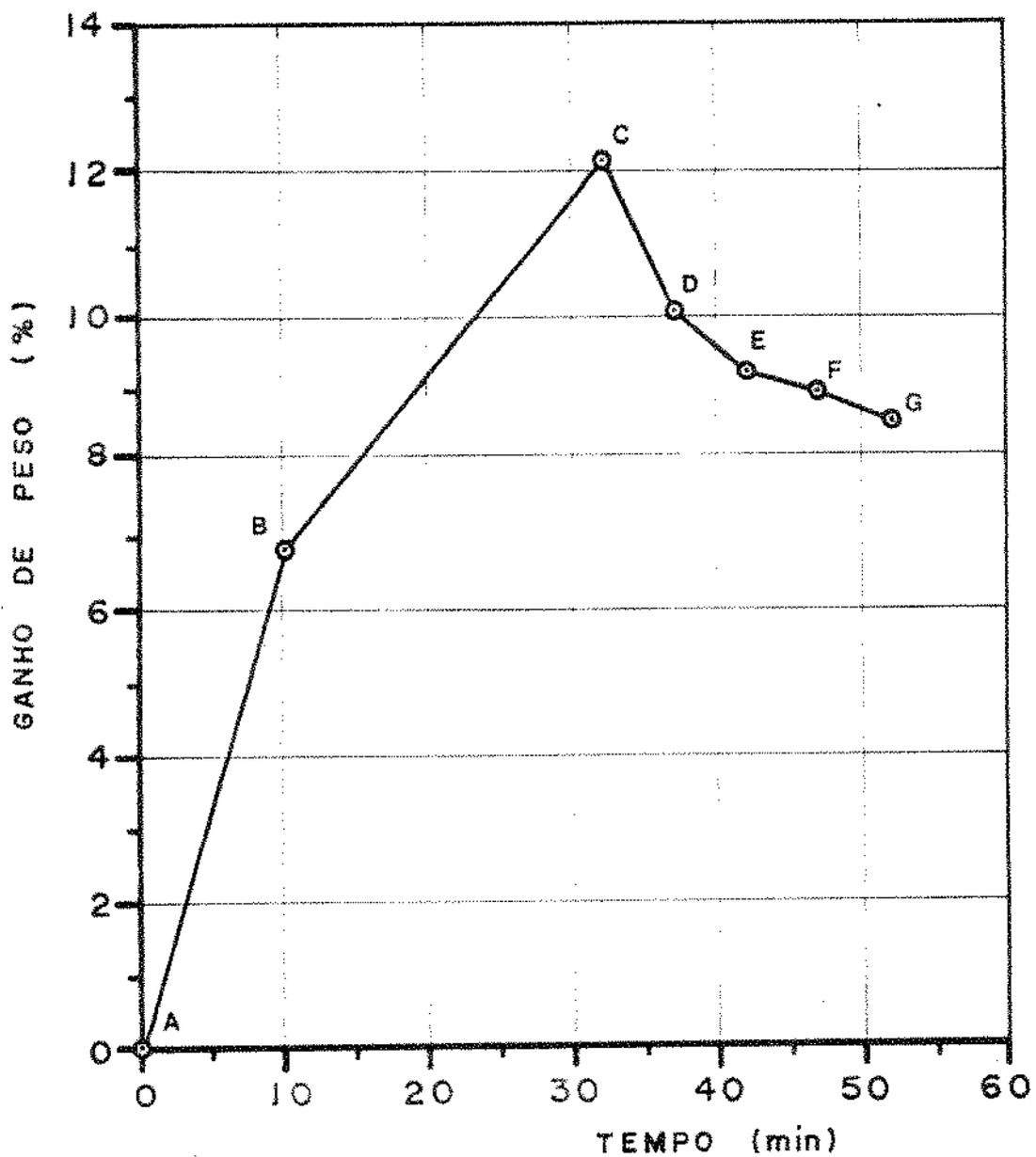


Fig. 4.20 - Ganho de peso, em porcentagem, de 138 carcaças após o resfriamento e posterior gotejamento durante 5 minutos ($G_m = 10,1\%$ e $s = 1,9\%$).



A-B: pré-resfriamento

B-C: resfriamento

C-D, C-E, C-F e C-G: gotejamento por 5, 10, 15 e 20 minutos, respectivamente.

Fig. 4.21 - Variação porcentual do peso em relação ao peso inicial das carcaças durante o resfriamento por imersão e após o gotejamento, em função do tempo.

5 - DISCUSSÃO

5.1 - Resfriamento

5.1.1 - Modelo geométrico

Como a carcaça de frango apresenta uma forma irregular, considerou-se que a transferência de calor dar-se-ia perpendicularmente a uma placa infinita e cuja espessura seria a do peito da carcaça. Esta aproximação encontra apoio em trabalhos de ANDERSEN (1974), LOGINOV e SIVACEVA (1977), VEERKAMP e col. (1972), VACINECK e TOLEDO (1973), WHITEHEAD (1975) e VENGER e col. (1973).

Representando cerca de 27% do peso da carcaça eviscerada, segundo SCHNEIDER e SERRANO (1975), e constituído basicamente por dois músculos sobrepostos que lhe confere homogeneidade para a condução de calor, sua forma geométrica pode ser aproximada a uma placa, como visto à Fig. 5.1.

De um lado tem-se uma maior espessura que permanece praticamente constante ao longo de dois terços do corte longitudinal. O valor desta espessura torna-se menor à medida que se aproxima da parte posterior do esterno. Para carcaças evisceradas de 1,2 kg estas espessuras seriam em média de 32 e 22 mm, respectivamente.

Como o "Código de Práticas" (ANÔNIMO, 1975) e as normas norte-americanas (USDA, 1972) exigem que após o resfriamento a temperatura deverá alcançar um valor mínimo na parte mais próxima

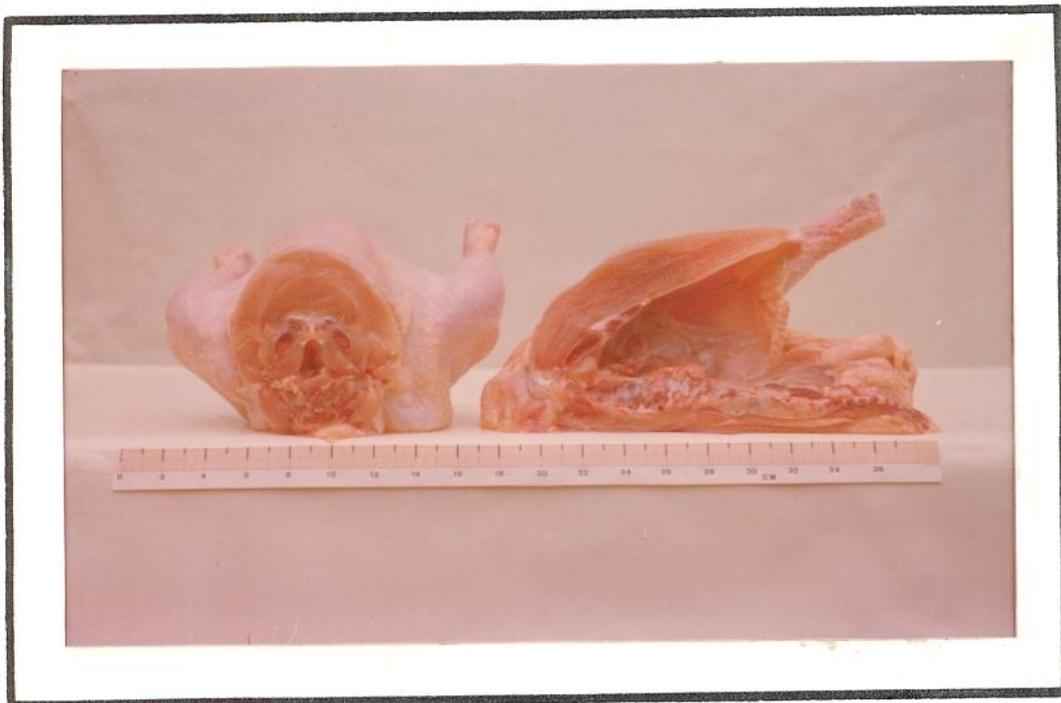


Fig. 5.1 - Corte longitudinal e transversal de carcaças de frango, com 1,2 kg de peso.

funda do músculo peitoral, adotou-se o valor de 32 mm para a es pes sura da placa. Esta região para medida da temperatura foi ta m b ê m indicada por diversos autores.

5.1.2 - Precisão do método

Sabe-se que a exatidão de uma solução gráfica, não se le v a n d o em conta o erro de truncação, depende da escolha e a pre ci s ã o da construção gráfica. Para evitar tais problemas foi pre pa ra d o um programa de computador utilizando as relações geo m é tr ic as oferecidas pelo próprio desenvolvimento desta con stru ç ã o.

Apesar da simplicidade, sua precisão depende do número de aproximações empregadas, segundo KREITH (1969). Isto pode ser confirmado através da comparação entre os resultados das Ta b e l a s 4.1 e 4.2, obtidos das mesmas condições iniciais. No pri me i ro caso a espessura foi dividida em 40 vezes e no seg un d o, 80. Os cálculos feitos a partir deste último número de aproxi ma ç õ es permitiram resultados bem mais próximos aos dados experi men t a i s.

Isto porque o intervalo de tempo para o cálculo da trans fer ê n c i a de calor é função do número de placas em que foi divi di d o o modelo geométrico representativo do produto, seg un d o KERN (1950), JACOB e HAWKINS (1957), KREITH (1969), ECKERT e DRAKE (1972) e RAZELOS (1973), através da relação:

$$DT = \frac{(DX)^2}{2 (ALFA)}$$

Como o denominador é constante, tem-se $DT = f(DX)$. Portanto a uma maior espessura da placa, o que representa um menor número de aproximações, ter-se-á um intervalo de tempo também maior. É de se esperar, assim, que ocorra um erro maior ao se considerar a temperatura constante ao longo da espessura da placa assim como na água contida no volume obtido neste intervalo de tempo.

5.1.3 - Propriedades termo-físicas

As expressões matemáticas das fórmulas empregadas contêm diversos parâmetros termo-físicos que irão influir no cálculo da taxa de transferência de calor durante o processo de resfriamento. Tais parâmetros são as propriedades térmicas do produto e do meio, o coeficiente de transferência de calor entre eles, das condições ambientes assim como do gradiente de temperatura.

Como a literatura apresenta valores diferentes para as propriedades do produto, ao passo que para o meio de resfriamento estão bem definidas, foi necessária a comparação destes valores, principalmente a condutividade térmica, calor específico e densidade. Já a difusividade térmica é derivada destas três últimas propriedades.

Analizando-se as Tabelas 4.1 a 4.7, observa-se que a condutividade térmica teve importante papel na determinação da temperatura final do produto e, portanto, no tempo de resfriamento. O valor de $0,35 \text{ kcal/h m } ^\circ\text{C}$ proporcionou uma grande diferença dos

dados experimentais. KOPELMAN (1966), em suas considerações para a seleção de um método experimental para determinação da condutividade térmica, concluiu que o método empregado por WALTERS e MAY (1963) não permitiria a obtenção de valores reais. Os próprios autores indicaram que poderia ocorrer algum erro, visto que a amostra empregada no trabalho foi congelada, cortada nas dimensões necessárias para, em seguida, ser descongelada e então feita a determinação da condutividade. Assim sendo, o valor desta propriedade será $0,42 \text{ kcal/h m } ^\circ\text{C}$ como indicado por SWEAT e col. (1973), HAUGH e col. (1974), LENTZ (1971), GOGOL e col. (1972), SWEAT e HAUGH (1974) e ANDERSEN (1974) e que permitiram obter uma boa aproximação com os valores experimentais.

Como era de se esperar, o calor específico do produto influuiu no cálculo da temperatura final do meio de resfriamento que, no caso, representaria a condição da água no ponto de saída da carcaça. Dos dois valores aplicados, o que melhor aproximação apresentou foi o de $0,8 \text{ kcal/kg } ^\circ\text{C}$, confirmando dados de ROBINSON citado por MORLEY (1972), ASHRAE (1972), ERDTSIECK e VEERKAMP (1974), KNIGHT (1958) e JASPER (1966). Valores maiores que o indicado determinarão ao final do cálculo, segundo o processo apresentado, uma temperatura mais baixa da água.

Já as densidades utilizadas para o produto não apresentaram diferença apreciável no cálculo da temperatura final da água e do produto. No entanto o valor de 1070 kg/m^3 foi adotado pois permite uma diferença menor com os dados experimentais.

Também o coeficiente de transferência de calor entre a

superfície do produto e o meio tem comportamento semelhante, quando considerado entre 800 e 1000 kcal/h m² °C, confirmando dados de GOGOL e col.(1972), SIVACHEVA e col.(1970), ANDERSEN (1974), MULDER e col.(1976), LOGINOV e SIVACHEVA (1973), VEERKAMP e HOFMANS (1974). Inclusive SIVACHEVA e col.(1970), ao utilizarem água a uma velocidade de 0,1 e 5 m/s, determinaram que o tempo de resfriamento seria de 35 e 32 min., respectivamente. Poder-se-ia afirmar em função destes dados que não seria economicamente viável o emprêgo de uma maior velocidade da água para a redução deste tempo, visto o maior consumo de energia envolvido na agitação do sistema.

5.1.4 - Temperatura

Comparando-se as Tabelas 4.1 e 4.4 assim como as Tabelas 4.3, 4.5 e 4.6, verifica-se que a relação de 1,6 ou 2,1 litros de água por kg de carcaça não foi suficiente para reduzir a temperatura do ponto mais profundo do peito a um valor exigido, segundo as normas do DIPOA (1973) que determinam um máximo de 8°C na carcaça ao final do processamento ou o "Código de Práticas" (ANÔNIMO, 1975) que especifica um valor menor ou igual a 4,4°C no centro do peito ou 10°C ao final do processamento assim como USDA (1972).

Ainda a água de saída do primeiro estágio tem uma temperatura menor ou igual que a permitida (ANÔNIMO, 1975 e USDA, 1972) somente quando a relação foi de 2,1 litros por kg que, ca

so não obedecida, poderia trazer problemas de ordem microbiológica.

É importante a temperatura da água de alimentação ao segundo estágio, fato que pode ser deduzido comparando-se as Tabelas 4.1, 4.3 e 4.5, cujos dados foram obtidos a partir de uma relação de 2,1 litros de água por kg de carcaça. Note-se que quando a temperatura desta água foi de $0,3^{\circ}\text{C}$ à entrada do resfriador, a água resultante da mistura apresentou uma temperatura menor, o que provocou uma redução maior na temperatura do centro do peito.

Ainda as experiências que correspondem às Tabelas 4.3 e 4.6, foram desenvolvidas no segundo período de trabalho, evidenciando que o equipamento frigorífico responsável pelo resfriamento da água não opera a contento ou foi sub-dimensionado, visto a temperatura de entrada da água ser relativamente alta.

Com relação às experiências cujos resultados estão indicados nas Tabelas 4.3 e 4.6, pode-se notar a influência, apesar de relativamente menor, que a temperatura do ambiente tem sobre o processo. Os valores mais altos na temperatura do produto corresponderam também a uma temperatura mais alta no ambiente onde estavam os resfriadores. Também as experiências indicadas nas Tabelas 4.1 e 4.4, apresentam mesmo comportamento, pois não sendo os tanques isolados ocorreu um aumento na temperatura da água.

Os melhores resultados foram obtidos pelo emprêgo de 3,4 litros de água por kg de carcaça, com o que a temperatura do cen

tro do peito atingiu $7,5^{\circ}\text{C}$. Note-se que a água do resfriador apresentou uma temperatura bem menor assim como a de mistura para uma temperatura de entrada de $0,3^{\circ}\text{C}$. Assim esta maior vazão de água permitiu uma maior diferença de temperatura entre o produto e o meio, acelerando o processo de transferência de calor. Também WHITEHEAD (1975) assim como RODGERS e MAY (1963) apresentaram a mesma conclusão. Finalmente, a temperatura da água de saída do primeiro estágio foi de 11°C .

No entanto, esta relação de 3,4 litros de água por kg de carcaça representa maiores custos de captação, bombeamento, condução e tratamento. Ainda sua baixa temperatura (11°C) no descarte implica numa desnecessária perda de energia.

5.2 - Microbiologia

5.2.1 - Água

Analizando-se a Tabela 4.8, observa-se que a contagem total bacteriana em relação à temperatura de incubação de 30°C , é inicialmente da ordem de 10^2 , passando a 10^4 e 10^5 à saída do segundo e primeiro estágios, respectivamente, para uma vazão de 1,9 litros por carcaça. Também o emprego de 3,2 litros por carcaça apresenta números menores mas de mesma grandeza. De forma semelhante, a contagem a 20°C indicado à Tabela 4.9 tem um comportamento proporcional quando a vazão de água foi de 1,9 litros por carcaça. Para 3,2 litros por carcaça os valores são me

nores para a água de saída do primeiro estágio.

Este aumento da contagem no sentido do fluxo da água já poderia ser esperado pois, como apresentado, o sistema de resfriamento contínuo promove uma agitação da água por meio da introdução de ar comprimido. Esta agitação melhora o processo de transferência de calor entre a carcaça e a água ocorrendo, também, uma maior remoção de bactérias localizadas na superfície da carcaça. Além disto, tem-se um aumento de bactérias na água do resfriador pela multiplicação das já existentes somada à carga bacteriana continuamente introduzida pela entrada de novas carcaças no sistema.

Desde que PERIC e col. (1971), determinaram um número de bactérias na ordem de 10 milhões por ml após 3 horas de operação, iniciou-se na Europa um movimento destinado a banir o método de resfriamento por imersão. No entanto, os valores apresentados são bastante discutíveis pois a contagem foi feita somente no segundo resfriador do sistema e que recebia apenas 0,2 litro de água por carcaça, proveniente da fusão do gelo. MEAD e THOMAS (1973,a) compararam em um sistema de três resfriadores em série a ação de diferentes fluxos de água: 8, 5 e 2,5 litros por carcaça. Tais valores representam a soma das vazões igualmente distribuídas nos três resfriadores. Os maiores números de bactérias obtidos por diversos autores são apresentados na Tabela 5.1, assim como a vazão de água utilizada. Também os métodos de contagem foram semelhantes para as referências citadas.

vazão de água litros por car caça	Maior contagem de bactérias por ml de água no resfriador			referência
	1	2	3	
8*	$8,7 \cdot 10^4$	$3,6 \cdot 10^4$	$3,3 \cdot 10^3$	Mead e Thomas (1973, a)
5*	$1,8 \cdot 10^4$	$1,9 \cdot 10^4$	$2,5 \cdot 10^3$	
2,5*	$4,1 \cdot 10^5$	$1,5 \cdot 10^5$	$2,1 \cdot 10^4$	
4,5**	N.D.	$1,0 \cdot 10^7$	-----	Peric e col. (1971)
1,5**	N.D.	$3,7 \cdot 10^7$	-----	
0,3	menor 10^6	menor 10^5	-----	Clark e Lentz (1969)
1,5	$8,5 \cdot 10^5$	$1,7 \cdot 10^5$	-----	Mulder e col. (1976)
2,5	$4,0 \cdot 10^5$	$1,0 \cdot 10^5$	-----	
3,2	$1,7 \cdot 10^5$	$4,2 \cdot 10^4$	-----	presente trabalho
1,9	$3,4 \cdot 10^5$	$9,8 \cdot 10^4$	-----	

* - soma de idênticas vazões para cada resfriador

** - vazão utilizada no prê-resfriador somente, já que no resfriador foi de 0,2 litro por carcaça

N.D. - não determinado

Tabela 5.1 - Comparação das maiores contagens observadas na água de resfriadores operados sob várias condições. Contagem total a 30°C.

Mesmo com a menor vazão (2,5 l/c) e que corresponderia a 0,8 litro de água fresca por carcaça em cada resfriador, MEAD e THOMAS (1973,a) raramente indicaram um valor maior que 10^5 por ml de água. As experiências desenvolvidas por CLARK e LENTZ (1969), feitas com mínima vazão de água, apresentaram os números indicados na Tabela 5.1 após 8 horas de operação. Também SURKIEWICZ e col.(1969) determinaram um número máximo de $1,7.10^5$ analisando nove diferentes abatedouros que operavam sob fiscalização federal norte-americana.

É importante, assim, que haja uma renovação de água para que se tenha um controle no número de bactérias. Apoiando tal afirmativa, MULDER e col.(1976) concluíram que a uma vazão de água corresponde uma redução na contagem bacteriana na água do resfriador; também THOMSON e col.(1975) e MEAD e THOMAS (1973,a) são da mesma opinião. Para complementação, o "Código de Práticas" (ANÔNIMO, 1975) exige 2,5 litros de água por kg de carcaça ao passo que as normas norte-americanas (USDA, 1972) indicam um mínimo de 1,9 litros de água por carcaça de menor peso até 3,2 litros para carcaças mais pesadas.

Ao contrário do afirmado por PERIC e col.(1971), os dados obtidos pelos diferentes autores citados reforçam o emprego do resfriamento por imersão, desde que seja utilizada uma vazão mínima de água.

Há que se levar em conta que o fluxo de água não somente acelera o processo de resfriamento mas também evita que a temperatura da água à saída do resfriador possa atingir um valor on

de a multiplicação de bactérias começa a se tornar um problema. O "Código de Práticas" (ANÔNIMO, 1975) não permite que esta temperatura ultrapasse 18°C. Isto está relacionado com o tempo de geração de microrganismos indesejáveis. Segundo BARNES (1975), a 25°C bactérias de origem fecal e outros contaminantes podem dobrar de número em menos de uma hora. Ainda FARREL e BARNES (1964) indicaram que os valores deste tempo de geração para Pseudomonas isoladas da pele de peru seriam de 2,3 h, 1,5 h e 0,7 h para temperaturas de 15°, 20° e 25°C, respectivamente.

Conclue-se que das experiências realizadas, a vazão de 1,9 litros por carcaça não foi suficiente pois a temperatura de saída foi maior que 22°C. Já para 3,2 litros por carcaça esta temperatura foi menor que 19°C.

5.2.2 - Carcaça

Constatou-se que a contagem total de bactérias das carcaças após o resfriamento (3), segundo as Tabelas 4.8 e 4.9, permaneceu no mesmo nível que antes do resfriamento (1) para a vazão de 3,2 litros por carcaça. Já para 1,9 litros por carcaça ocorreu um aumento, fato que se traduz em uma redução na qualidade microbiológica do produto.

É de se notar que o primeiro estágio recebe as carcaças nas quais se deseja reduzir a temperatura e que representam a carga bacteriana principal para o sistema de resfriamento. Quanto a este último aspecto, deveria ser esperada uma redução na

contagem total das carcaças, com o que seria considerado uma se
ção de lavagem.

Mas, ao contrário, observou-se um aumento nesta contagem, da entrada no pré-resfriamento (1) e à sua saída (2), maior quando a vazão foi de 1,9 litros por carcaça, tanto nas contagens bacterianas a 30°C como a 20°C. Tais resultados podem ser explicados pelo fato de que o fluxo de água segue em contra-corrente com o das carcaças de tal forma que a água enviada ao primeiro estágio apresenta um alto número de bactérias, como visto anteriormente à Tabela 4.8, e da ordem de 10^4 por ml.

No entanto, há uma redução após a passagem pelo segundo estágio que recebe água também em contra-corrente, de tal forma que à medida que se aproxima da saída a carcaça entra em contato com água cada vez menos contaminada. Tais condições estão concordes com os resultados de SURKIEWICZ e col.(1969), KOTULA e col.(1962), MULDER e VEERKAMP (1974,b), THOMSON e col. (1975), VEERKAMP e col.(1972) assim como MULDER e col.(1976).

Comparando-se os dados bacteriológicos e a forma de operação apresentados por MEAD e THOMAS (1973,a), que utilizaram três estágios de resfriamento, pode-se sugerir que este último sistema é mais eficiente em semelhantes condições de água e carcaças que ao de dois estágios.

5.2.3 - Cloração

Indicada por GORSELINE e col.(1951), a cloração de água

empregada em abatedouros avícolas tem recebido a atenção de diversos pesquisadores, onde para resfriamento contínuo foi apresentada com maiores detalhes por MEAD e THOMAS (1973 a,b). No entanto, no Brasil, ainda é utilizada somente para a lavagem e não para o resfriamento.

Empregando 2 a 3 ppm de cloro residual total através da adição de dióxido de cloro à água de resfriamento, cuja vazão foi de 1,9 litros por carcaça, o autor determinou os valores indicados na Tabela 4.10. Verificou-se que a contagem na água após o primeiro (b) e segundo (c) estágios é menor que quando não foi empregado cloro com a mesma vazão de água, tanto a temperatura de incubação de 20° como de 30°C.

Esta redução encontra apoio em trabalhos de SIMPSON (1975) quando comparou o resfriamento contínuo em três diferentes plantas e constatou uma menor contagem na que utilizava cloro, em idênticas condições de operação. BRANT (1973) concluiu que a cloração da água destinada ao resfriamento foi bastante efetiva na redução da contagem total e de coliformes, além de reduzir a transferência de microrganismos de carcaça a carcaça. BLOOD e JARVIS (1974), MEAD e THOMAS (1973 a,b), MEAD e col.(1975), MAY (1974), SURKIEVICZ e col.(1969) também apresentaram conclusões idênticas.

Comparando-se as experiências com emprêgo de 1,9 litros de água clorada entre 2 a 3 ppm por carcaça e as com 3,2 litros por carcaça onde não foi adicionado cloro, constata-se que os resultados são semelhantes. Isto implica numa redução de 1,3 li

tros de água por carcaça que, para uma abate de 4 mil aves por hora representa uma economia de 52 m³ de água por dia de 10 horas de operação. Além da economia representada por um investimento menor no equipamento frigorífico tem-se, também, uma redução na energia consumida pelo próprio equipamento frigorífico, no bombeamento da água resfriada e descarte da água utilizada assim como nos custos de captação e tratamento desta água.

Esta solução, interessante no ponto de vista econômico, poderia mascarar uma vazão insuficiente de água ou práticas sanitárias desaconselháveis. Assim, a cloração deve ser encorajada ao mesmo tempo que seria exigida a manutenção de um fluxo mínimo de água, de acordo com as boas normas de higiene.

Quanto às fontes de cloro em aplicações industriais, tem significado o cloro líquido sob pressão e adicionado no estado gasoso na água a ser tratada, o hipoclorito de sódio e o dióxido de cloro apresentados na forma de solução. É de se notar que o dióxido não exige cuidados especiais de instalação e manuseio, é bastante estável, não apresenta odor; de outro lado, tem um preço por litro bastante elevado quando comparado às outras fontes de cloro. No entanto, a sua concentração é de 80 mil ppm e a do hipoclorito, 10 mil ppm por litro.

Finalmente, seria interessante lembrar que a qualidade bacteriológica da carcaça no resfriamento não depende somente do modo de operação do resfriador mas, também, do número de bactérias conduzidos a ele através das carcaças, água ou gelo.

5.3 - Alteração no Peso

Nas experiências desenvolvidas durante o presente trabalho não foi alterado o tempo de residência no interior do resfriador assim como a forma de agitação, temperatura de escaldamento e a abertura das carcaças para a evisceração. Os dados foram obtidos seguindo-se o processamento normal do abatedouro e no qual o pescoço foi cortado por tesoura pneumática junto à carcaça.

Os valores indicados na Fig. 4.22 foram determinados quando a vazão de água era de 2,5 litros por carcaça e que corresponderia a uma temperatura da água no ponto de entrada das carcaças de 18,5°C.

Observou-se que os primeiros 10 minutos, representando o tempo de permanência das carcaças no primeiro estágio, foram responsáveis por praticamente a metade do ganho de peso e de valor igual a 6,8%. Ainda o processo de resfriamento por imersão permitiu um ganho total de 12,8% em 32 minutos.

Quanto ao respingo, foi feito pela pendura por meio de uma das asas na linha aérea durante 5 minutos. O ganho de peso foi reduzido para 10,1%, acima do valor permitido por ANÔNIMO (1975), USDA (1972) e DIPOA (1973).

Foi verificado, também, que após a embalagem ocorre uma acumulação de água no interior do invólucro plástico utilizado, que confere um aspecto visual indesejável além de higienicamente condenável. O processo utilizado para a retirada desta água

é a perfuração da embalagem, de tal forma a evitar tais problemas.

No entanto, o piso das câmaras de estocagem do produto resfriado ficam permanentemente cobertas com um filme de água. Este fato também é anti-higiênico além de representar possíveis reclamações do comprador quanto ao peso indicado nas caixas adquiridas, visto que a determinação deste peso é feito antes da entrada nas câmaras.

Desta forma prolongou-se o respingo por mais tempo, o que para 10, 15 e 20 minutos, reduziu-se o ganho para 9,3%, 8,9% e 8,6%, respectivamente. No entanto, para 20 minutos de respingo a temperatura de 10,9°C medida no centro do peito após o resfriamento aumentou de 2,6°C. A temperatura na área de processamento foi de 21°C.

Lembrando-se de que seria necessário mais um certo tempo para embalagem, distribuição nas caixas, determinação do peso e, finalmente, o transporte para o interior da câmara, poder-se-á esperar uma maior temperatura no produto.

Este aumento somente seria evitado pelo emprego de uma seção onde o ar fôsse mantido a baixa temperatura durante o respingo ou adotado o método indicado por SIVACHEVA e col. (1970), que utilizaram durante 20 segundos um equipamento semelhante à depenadeira e provido de batedores de borracha.

6 - CONCLUSÕES

6.1 - Foi elaborado um método de cálculo capaz de simular o processo de resfriamento no interior de um sistema contínuo por imersão. Sob diferentes relações de água e carcaça os valores obtidos teoricamente foram concordes com os experimentais.

6.2 - Através do método referido no item 6.1 foi possível indicar os melhores valores para as propriedades termo-físicas do frango apresentadas pela literatura e que são:

densidade - 1070 kg/m^3

calor específico - $0,80 \text{ kcal/kg } ^\circ\text{C}$

condutividade térmica - $0,42 \text{ kcal/m h } ^\circ\text{C}$

além do coeficiente de transferência de calor entre a superfície da carcaça e a água, igual a $800 \text{ kcal/m}^2 \text{ h } ^\circ\text{C}$.

6.3 - Determinou-se o efeito da quantidade de água sobre a redução da temperatura no centro do peito de carcaças de 1,2 kg, inicialmente a 40°C . O aumento de 1,6 para 2,1 litros de água por kg de carcaça não apresentou diferença na redução na temperatura pois os valores determinados após 0,54 hora foram 11° e $10,5^\circ\text{C}$, respectivamente. Já para 4 litros por kg obteve-se $7,5^\circ\text{C}$ no peito da carcaça, apesar de que a temperatura da água à saída do sistema apresentar um valor de 11°C .

- 6.4 - Foi verificado que é importante a manutenção de uma baixa temperatura da água na etapa final de resfriamento. Os melhores resultados foram obtidos com a introdução de água a $0,3^{\circ}\text{C}$ no último estágio de resfriamento.
- 6.5 - A vazão de água empregada tem influência na contagem bacteriana da pele de carcaças. A contagem mais baixa foi encontrada para a vazão de 3,2 litros por carcaça quando comparada com 1,9 litros por carcaça. Ainda neste último caso a contagem após o resfriamento acusou um aumento em relação à apresentada pelas carcaças antes da entrada no sistema de resfriamento. Para 3,2 litros por carcaça praticamente não se notou diferença entre estes pontos. Também a água de descarte do sistema apresentou uma temperatura de 22° e $18,6^{\circ}\text{C}$ para 1,9 e 3,2 litros de água por carcaça, respectivamente.
- 6.6 - Com o sistema empregado de resfriamento contínuo por imersão em contra-corrente, de tal forma que o primeiro estágio recebe somente a água utilizada pelo segundo estágio, ocorreu um aumento na contagem total de bactérias nas carcaças após a passagem pelo primeiro estágio. Isto porque a água aí recebida apresentava-se com um elevado número de bactérias. No entanto, obteve-se uma redução à saída do segundo estágio, ao qual era conduzida água em boas condições bacteriológicas.
- 6.7 - A adição de dióxido de cloro de tal forma a permitir uma

concentração inicial de cloro livre de 2 a 3 ppm e associada a uma vazão de 1,9 litros de água por carcaça apresentou resultados semelhantes para a contagem total de bactérias quando foram utilizados 3,2 litros de água sem cloro por carcaça. Tem-se uma redução de 52 m³ de água resfriada por dia para um abate de 40 mil carcaças no período considerado.

6.8 - O tempo de 5 minutos utilizado para o respingo permitiu um ganho de peso entre o fim da evisceração e o resfriamento de 10,1% nas condições apresentadas durante as experiências. Tal valor foi reduzido para 8,5% após 20 minutos de respingo que, no entanto, resultou na elevação da temperatura.

6.9 - Em função das experiências desenvolvidas na linha de processamento do abatedouro assim como dos resultados apresentados pela literatura, pode-se concluir que quando bem operado, o sistema de resfriamento contínuo por imersão reduz a contagem total de bactérias nas carcaças de frango. Assim, representa um método válido de resfriamento sob o ponto de vista higiênico.

6.10 - Este sistema permite uma melhor transferência de calor entre o produto e o meio de resfriamento, o que representa uma menor área de piso necessária para o equipamento além de menor consumo de energia quando comparado com outros métodos de resfriamento existentes.

6.11 - Com o auxílio dos dados do presente trabalho foram propostas diversas modificações na linha de processamento e que agora estão sendo implantadas com resultados promissores. No caso específico do resfriamento, foi aumentado o comprimento do resfriador com a introdução de mais um tanque. O novo sistema de resfriamento é composto de três tanques em série, perfazendo três estágios com 6, 9 e 6 metros, respectivamente, e no sentido do deslocamento das carcaças.

A vazão de água destinada ao resfriador também foi alterada para 1,8 litros de água por carcaça mas recebendo gelo no último estágio. Este gelo é transportado até o abatedouro por meio de caminhões até que se termine a instalação de uma fábrica de gelo em escama e cujo projeto já está em execução.

Foi implantada a cloração da água destinada ao resfriamento com uma concentração idêntica à das experiências. Não foi anotado mais nenhum caso de retorno de carcaças resfriadas, fato que ocorria antes das modificações.

Está em estudo, também, um processo mecânico para uma melhor retirada da água absorvida pelas carcaças após o resfriamento.

6.12 - Possibilidades futuras de estudo

Como já referido anteriormente, será instalada uma fábrica de gelo destinada a atender os resfriadores de carcaças e miúdos. Isto permitirá reduzir o volume de água a

um valor conveniente e aí manter uma baixa temperatura. Através do programa desenvolvido, será otimizada a operação do equipamento em função das massas de água e gelo requeridas.

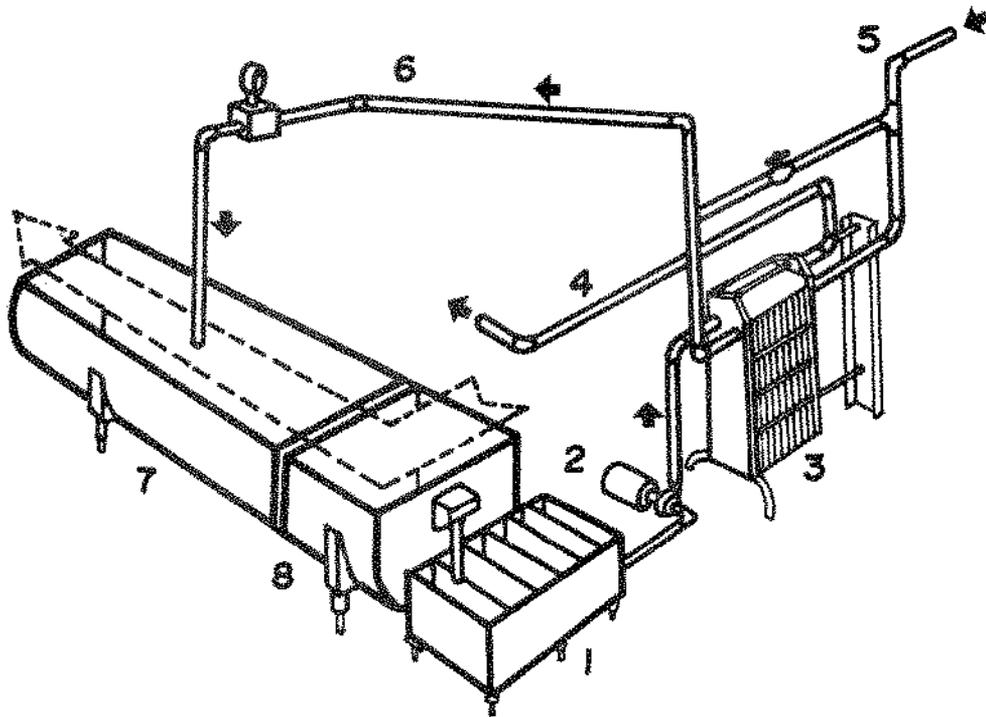
A partir de uma vazão de água calcular-se-ia a curva de resfriamento do produto em função do tempo, na qual seria determinado um ponto ótimo para o primeiro estágio. Em consequência, considerar-se-ia que as carcaças seriam introduzidas no estágio seguinte onde seria obtido o resfriamento final em água, cuja temperatura seria mantida a um valor desejado por adição de gelo.

As quantidades de gelo e água poderiam ser calculadas por balanço de energia. Já o tempo de resfriamento nesta última etapa seria determinado por meio de um programa adaptado a partir do apresentado neste trabalho de tese, considerando-se a temperatura do meio constante.

Tais estudos serão desenvolvidos em duas formas de operação no sistema de resfriamento. A primeira é apresentada na Fig. 6.1. Já na segunda, ter-se-á a introdução de água resfriada ou fresca em cada estágio de resfriamento além do possível aproveitamento da água utilizada no estágio final. Ao mesmo tempo será efetuado o controle microbiológico tanto da água como das carcaças com o emprego de diferentes concentrações de dióxido de cloro.

Também durante a sequência normal de abate, evisceração e

resfriamento por imersão é inevitável que a carcaça absorva água. Principalmente nesta última etapa é necessário que haja um controle para que não ocorra um abuso, prejudicial tanto ao consumidor como ao próprio industrial. Procurando reduzir este ganho serão estudados alguns métodos de ação mecânica.



- | | |
|-----------------------------|---|
| (1) - tanque de separação | (5) - alimentação de água fresca |
| (2) - bomba | (6) - água pré-resfriada no trocador de calor |
| (3) - trocador de calor | (7) - resfriador final das carcaças |
| (4) - água a ser descartada | (8) - pré-resfriador das carcaças |

Fig. 6.1 - Esquema de um sistema de resfriamento por imersão e com um trocador de calor.

A água de saída do primeiro estágio é recolhida em um pequeno tanque (1), provido de placas e telas para separação de sólidos aí existentes. Através de uma bomba (2) a água é conduzida ao trocador de calor (3), resfriando, assim, a água proveniente do poço ou rede e sendo posteriormente descartada (4). A água resfriada (6) é em seguida, conduzida aos tanques de resfriamento (7) e (8), nos quais é adicionado gelo.

A N E X O 7.1Método Gráfico de SCHMIDT para Transferência
de Calor em Estado Não Estacionário7.1.1 - Desenvolvimento Teórico

Para uma placa de comprimento infinito onde o fluxo de calor se dá somente na direção da espessura de valor finito, pode-se obter a relação tempo-temperatura por solução da equação básica de condução:

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} = \alpha \frac{\partial^2 t}{\partial x^2} \quad (1)$$

onde α é a difusividade térmica do material da placa.

SCHMIDT (1924) desenvolveu um método gráfico baseado na substituição desta equação por uma equação de diferenças finitas. Para tanto, a espessura da placa é dividida em um certo número de camadas de tal forma que a espessura de cada camada corresponda a um incremento Δx na direção do fluxo de calor, como indicado à Fig. 7.1.

de linhas tracejadas ab, bc, de, ef e fg, cada uma destas terá uma inclinação. Assim, para a linha ab e bc:

$$\left(\frac{\Delta t}{\Delta x} \right)_{ab} = \frac{t_{B,3} - t_{A,3}}{\Delta x} \quad (2)$$

$$\left(\frac{\Delta t}{\Delta x} \right)_{bc} = \frac{t_{C,3} - t_{B,3}}{\Delta x} \quad (3)$$

A diferença entre estas duas inclinações por comprimento da seção poderá ser expressa, em analogia à derivada segunda, na forma:

$$\frac{\Delta^2 t}{(\Delta x)^2} = \frac{\left(\frac{\Delta t}{\Delta x} \right)_{bc} - \left(\frac{\Delta t}{\Delta x} \right)_{ab}}{\Delta x} \quad (4)$$

Substituindo-se com as equações (2) e (3) em (4), tem-se:

$$\frac{\Delta^2 t}{(\Delta x)^2} = \frac{t_{C,3} + t_{A,3} - 2 \cdot t_{B,3}}{(\Delta x)^2} \quad (5)$$

A alteração da temperatura entre os tempos 3 e 4 para a seção B será:

$$\frac{\Delta t}{\Delta \tau} = \frac{t_{B,4} - t_{B,3}}{\Delta \tau} \quad (6)$$

Apresentando-se a eq.(1) na forma de diferenças finitas:

$$\frac{\Delta t}{\Delta \tau} = \alpha \frac{\Delta^2 t}{(\Delta x)^2} \quad (7)$$

Substituindo-se na eq. (7) os termos das eq. (5) e (6), obtem-se após um arranjo:

$$t_{B,4} - t_{B,3} = \frac{2 \alpha \Delta \tau}{(\Delta x)^2} \left[\frac{t_{C,3} + t_{A,3}}{2} + t_{B,3} \right] \quad (8)$$

O termo $\frac{t_{C,3} + t_{A,3}}{2}$ representa a temperatura média que é indicada pelo ponto (b') na seção B da Fig. 7.1. O termo entre colchetes do lado direito da equação representa a distância bb'. Já a expressão do lado esquerdo representa a variação da temperatura na seção B durante o intervalo de tempo compreendido entre 3 e 4. Desde que $\Delta \tau$, Δx e α são considerados constantes, a mudança da temperatura é proporcional à distância bb'.

Se o fator $\frac{2 \alpha \Delta \tau}{\Delta x^2}$ fôr igual à unidade por meio de valores convenientes de $\Delta \tau$ e Δx , a alteração de temperatura será representada pela distância bb'.

Assim, para a determinação da temperatura na seção B a um tempo 4 basta ligar os pontos (a) e (c), correspondentes às temperaturas $t_{A,3}$ e $t_{C,3}$. Na intersecção desta linha com a linha média representativa da seção B tem-se $t_{B,4}$. Note-se que isto somente poderá ser aplicado quando

$$\Delta \tau = \frac{(\Delta x)^2}{2 \alpha} \quad (9)$$

Também no momento que um sólido é imerso em um fluido a uma menor temperatura, ocorrerá um processo de transferência de calor por convecção entre a superfície deste sólido e o meio, como indicado na Fig.7.2.

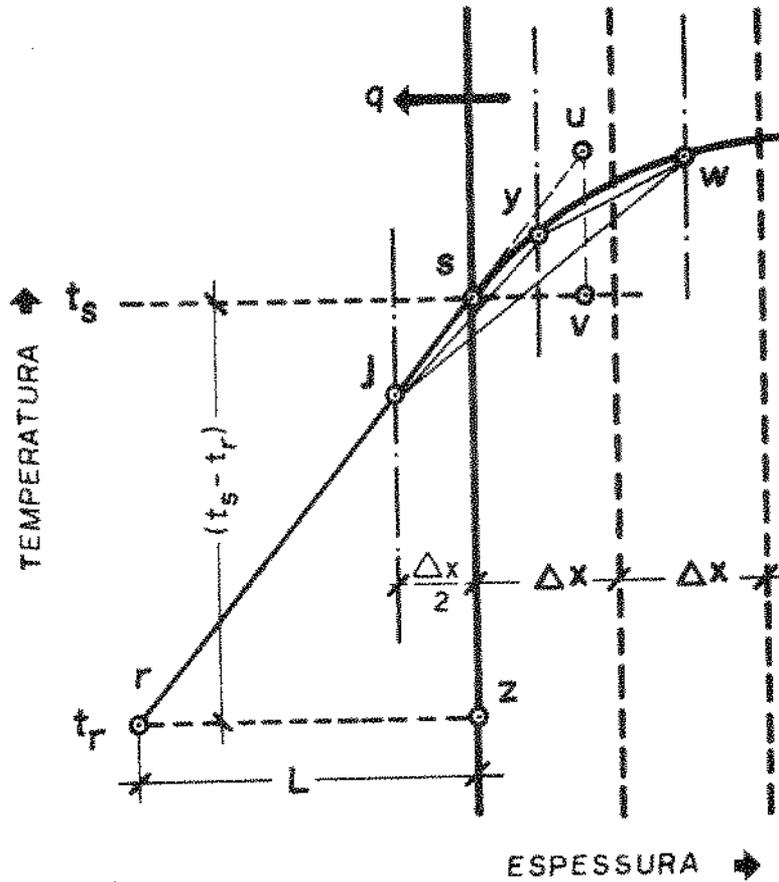


Fig. 7.2 - Determinação gráfica do gradiente de temperatura na superfície de uma placa.

Esta transferência pode ser expressa da seguinte maneira:

$$q = h A (t_s - t_r) \quad (10)$$

onde

h - coeficiente de transferência de calor por convecção

A - área de troca

t_s - temperatura na superfície

t_r - temperatura do fluido que envolve o sólido

A mesma quantidade de calor desloca-se do sólido para a superfície, isto é:

$$q = k.A. (\partial t / \partial x)_T \quad (11)$$

onde

k - condutividade térmica do sólido.

$(\partial t / \partial x)_T$ - gradiente de temperatura que existe a um certo tempo entre o interior do sólido e sua superfície.

Imaginando-se que o sólido é prolongado para a esquerda, o fluxo de calor q será o mesmo. Sendo a taxa de mudança da temperatura na superfície a mesma tanto no lado esquerdo como no direito, a distribuição da temperatura no sólido fictício à esquerda seria a linha rs , tangente à curva de distribuição da temperatura $s-y-w$ no ponto (s) . Prolongando-se esta tangente até a linha representativa da temperatura do fluido, ter-se-ia o ponto (r) .

Sabendo-se que as eq.(10) e (11) representam o mesmo fluxo de calor por tempo, tem-se através da igualdade destas equações:

$$t_s - t_r = \frac{k}{h} \left(\frac{\partial t}{\partial x} \right)_\tau \quad (12)$$

Por semelhança dos triângulos (rsz) e (uvs) e referindo-se à distância rz como L, tem-se:

$$\frac{t_s - t_r}{L} = \left(\frac{\partial \tau}{\partial x} \right)_\tau \quad (13)$$

Portanto, comparando-se as eq.(12) e (13), resulta

$$L = \frac{k}{h} \quad (14)$$

A localização do ponto (r) é determinada pelo conhecimento dos valores de \underline{k} e \underline{h} . A linha rs representa as temperaturas médias no sólido fictício ao tempo em consideração. Assim, o ponto (j) indica a temperatura a uma distância $\Delta x/2$ da superfície da placa no tempo $\Delta \tau$. As linhas j-w e y-w representam a distribuição aproximada da temperatura. Finalmente, para se obter a temperatura em (y') após o próximo intervalo de tempo $\Delta \tau$ basta ligar os pontos (y) e (w) por meio de uma reta.

7.1.2 - Aplicação do Método

Na determinação do tempo de resfriamento considerou-se que o modelo geométrico representativo seria uma placa uniforme

e cuja espessura seria a do peito do frango. Assim, para carcaças evisceradas de 1,2 kg esta espessura tem o valor de 0,032m.

Para a aplicação do método gráfico de Schmidt dividiu-se a espessura em 80 camadas, na forma apresentada pela Fig.7.3 através das linhas tracejadas, com o que se obteve um incremento (Δx) de 0,0004 m para cada camada. São também indicadas as temperaturas inicial do produto (t_{pi}) e final da água (t_{af}).

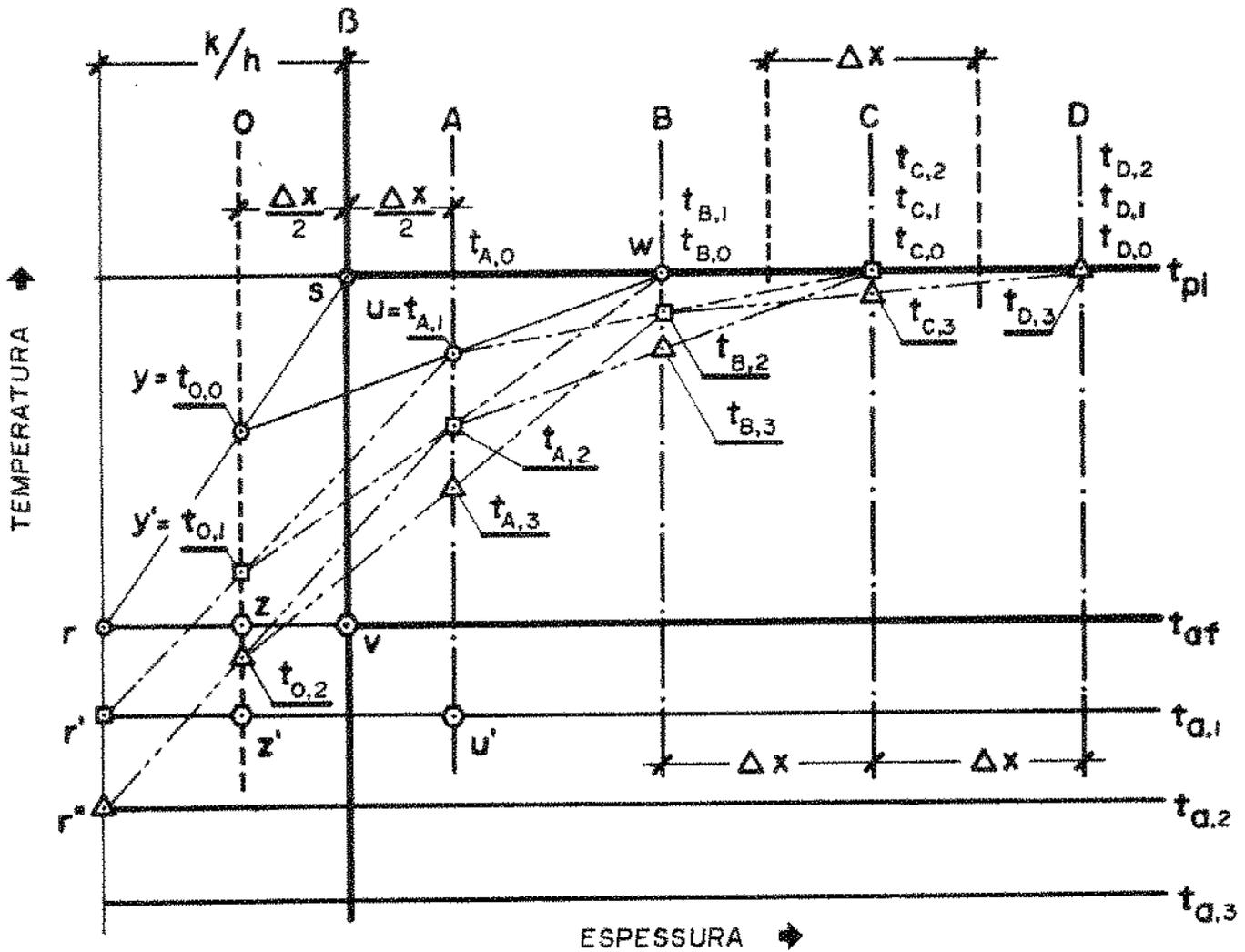


Fig. 7.3 - Desenvolvimento do método gráfico de Schmidt para uma placa representando o peito de frango durante o resfriamento em contra-corrente por imersão em água.

Prolongando-se a placa em $\frac{\Delta x}{2}$ para a esquerda da superfície β , a quantidade de calor transferida continua a mesma. Ainda, em função do deslocamento acima referido, o plano central de cada camada onde se deseja determinar a temperatura passa a ser representado pelas linhas A, B, C, D, etc., e a superfície do sólido imaginário por O.

Após a marcação do ponto (r) a uma distância L e igual a k/h , cujos valores são conhecidos, traça-se uma reta que contenha os pontos (r) e (s). Na intersecção desta reta r-s com a linha situada a $\frac{\Delta x}{2}$ da superfície da placa tem-se o ponto (y).

Por relação de triângulos semelhantes (rsv) e (ryz), tem-se:

$$\frac{rv}{ry} = \frac{sv}{yz} \quad (15)$$

Obedecendo-se à eq. (9) pode-se substituir os pontos pelas respectivas temperaturas assim como os segmentos:

$$\frac{\frac{k}{h}}{\frac{k}{h} - \frac{\Delta x}{2}} = \frac{t_{pi} - t_{af}}{t_{O,o} - t_{af}} \quad (16)$$

Para melhor compreensão, serão utilizados os símbolos $R_1 = \frac{k}{h}$ e $R_2 = \frac{\Delta x}{2}$. Assim:

$$t_{O,o} = \frac{t_{pi} (R_1 - R_2) + t_{af} (R_2)}{R_1} \quad (17)$$

Conhecendo-se o ponto (y), cuja temperatura é t_y , a de terminação da temperatura na linha A após o primeiro intervalo de tempo é feita pela média aritmética de t_y e t_w .

$$t_u = \frac{t_y + t_w}{2} \quad (18)$$

ou, de outra forma

$$t_{A,1} = \frac{t_{0,0} + t_{B,0}}{2} \quad (18.a)$$

Como o sistema de resfriamento por imersão opera segundo o esquema da Fig. 7.4, no qual o fluxo de água segue em contra-corrente com o das carcaças, tem-se uma redução na temperatura da água no sentido do deslocamento das carcaças.

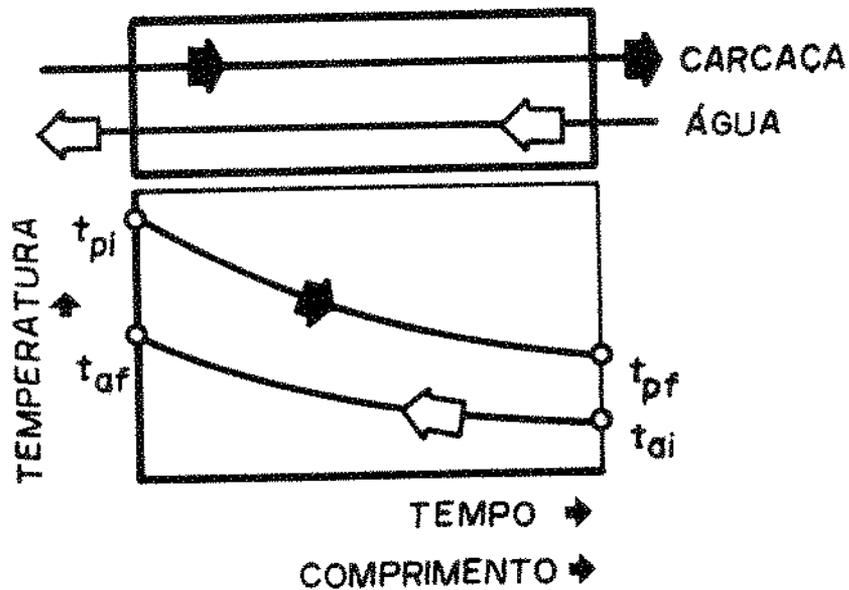


Fig. 7.4 - Esquema de operação do sistema de resfriamento em contra-corrente, indicando o comportamento da temperatura do produto (t_p) e da água (t_a).

Dividindo-se o resfriador na direção do fluxo das carcaças em pequenos intervalos de comprimento de tal forma que o produto permaneça durante o intervalo de tempo $\Delta\tau$ em cada um deles e considerando-se que as temperaturas do produto e da água são constantes em cada um destes intervalos, ter-se-á a energia trocada por cada fonte de calor no primeiro intervalo por meio das relações:

$$\text{produto: } Q_p = m_p c_p (t_{pi} - t_{pl}) \quad (19)$$

$$\text{água: } Q_a = m_a c_a (t_{af} - t_{al}) \quad (20)$$

$$\text{ambiente: } Q_c = A_r h_c (t_{amb} - t_{af}) \quad (21)$$

onde

$$A_r = \frac{(S) (\Delta\tau)}{0,542161}$$

A_r = área do resfriador proporcional ao intervalo de comprimento (m^2)

$\Delta\tau$ = intervalo de tempo (h)

0,542161 - tempo de residência das carcaças no interior do resfriador (h)

S - área total do resfriador em contato com o ambiente (m^2)

Considerando-se que não haja outras fontes de calor que as representadas pelo produto, água e pelo ambiente, pode-se determinar o balanço de energia para o sistema através da igualdade:

$$Q_a = Q_p + Q_c \quad (22)$$

Desta forma, a temperatura da água após o primeiro intervalo de tempo será:

$$t_{al} = t_{af} - \frac{R_p (t_{pi} - t_{pl}) + R_c (t_{amb} - t_{af})}{R_a} \quad (23)$$

onde adotaram-se os seguintes símbolos:

$$R_p = m_p c_p$$

$$R_a = m_a c_a$$

$$R_c = A_r h_c$$

Note-se, ainda, que t_{pl} é a temperatura média ao longo da placa e calculada segundo a seguinte equação:

$$t_{pl} = \frac{t_{A,l} + t_{B,l} + \dots + t_{N,l}}{n} \quad (24)$$

Portanto, para o segundo intervalo de tempo a placa será exposta a uma temperatura t_{al} , menor que t_{af} . Tem-se, assim, no va temperatura na superfície da placa fictícia e que poderá ser determinada por meio de relações entre os triângulos semelhantes ($r'uu'$) e ($r'y'z'$):

$$\frac{u u'}{y' z'} = \frac{r' u'}{r' z'} \quad (25)$$

Substituindo-se na eq. (25) os valores de temperatura, obtém-se final:

$$t_{Y'} = \frac{t_u (R_1 - R_2) + 2 t_{al} R_2}{R_1 + R_2} \quad (26)$$

ou

$$t_{O,1} = \frac{t_{A,1} (R_1 - R_2) + 2 t_{a1} R_2}{R_1 + R_2} \quad (26.a)$$

Já para as temperaturas $t_{A,2}$ e $t_{B,2}$ tem-se:

$$t_{A,2} = \frac{t_{O,1} + t_{B,1}}{2} \quad (27)$$

$$t_{B,2} = \frac{t_{A,1} + t_{C,1}}{2} \quad (28)$$

Ao final do segundo intervalo de tempo a temperatura da água t_{a2} será obtida também a partir do balanço de energia indicado à eq.(22). Portanto:

$$t_{a2} = t_{a1} - \frac{R_p (t_{p1} - t_{p2}) + R_c (t_{amb} - t_{a1})}{R_a} \quad (29)$$

Para a resolução desta equação, t_{p2} é a média das temperaturas ao longo da placa após o intervalo de tempo:

$$t_{p2} = \frac{t_{A,2} + t_{B,2} + \dots + t_{N,2}}{n} \quad (30)$$

Em seguida, obtém-se as temperaturas $t_{A,3}$, $t_{B,3}$, $t_{C,3}$ e que representam o perfil da temperatura após o terceiro intervalo

lo. Assim o processo é repetido, obedecendo-se ao desenvolvimento apresentado para o segundo intervalo, até que se atinja a camada (n-1). Isto porque como a placa está em contato com o meio de resfriamento em ambas as faces, a distribuição da temperatura em relação ao plano central é simétrica. Desta forma, sendo a temperatura de uma camada a média aritmética da anterior e posterior, a temperatura no centro será igual a t_{N-1} .

O tempo necessário para se alcançar uma temperatura pré-determinada na camada N será o tempo de resfriamento procurado.

A N E X O 7.2

Método de YOKOYA e ZULSKE (1975) para a Coleta de Amostras da Pele de Carcaças

O método utiliza uma placa de aço inoxidável e de perfil abaulado, com 1,6 mm de espessura. Uma abertura oval com área de 8,24 cm² no centro desta placa permite que uma faca ou bisturi possa ser usada para o corte da área exposta da carcaça.

Para a retirada da amostra, como indicado à Fig.7.5, a placa esterilizada é pressionada contra a superfície da carcaça e a área exposta é então cortada.

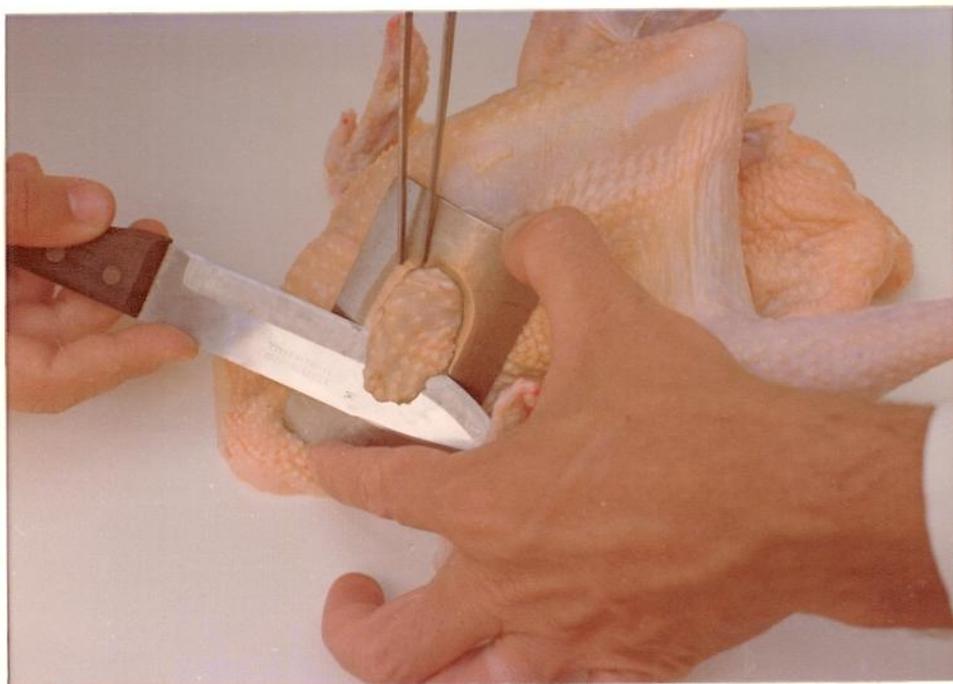


Fig. 7.5 - Retirada da amostra da pele de carcaça segundo o método de YOKOYA e ZULZKE (1975).

Cada amostra de pele é colocada com o auxílio de uma pinça em um Erlenmeyer com 100 ml de água destilada esterilizada e contendo 0,01% de Tween 80.

A N E X O 7.3

Procedimento para a Contagem Total em Placas, segundo recomendações da A.P.H.A. (GILLILAND e col., 1976)

Carcça

Partindo-se do Erlenmeyer contendo a amostra da pele, procedeu-se primeiramente a uma agitação por um minuto do material em "Shaker" a 200 RPM, após o que o mesmo foi diluído em séries decimais em solução salina.

Colocou-se 1 ml de cada diluição em placas de Petri, em duplicata, e adicionou-se o meio para contagem (Pour Plate Agar Difco) previamente derretido e resfriado entre 45° a 50°C.

Incubou-se a 20° e 30°C por 48 horas, respectivamente, e fez-se a contagem em placas contendo entre 30 a 300 colônias. A contagem foi multiplicada pela recíproca da diluição e dividido por 8,24 para se obter a contagem por centímetro quadrado. Os resultados foram expressos em logaritmo do número de bactérias para o cálculo da média.

Água

Partindo-se do Erlenmeyer contendo entre 100 a 150 ml da água colhida, o mesmo foi agitado por um minuto e, logo após, procedia-se à diluição do material em séries decimais, em solução salina. De cada diluição semearam-se alíquotas de 1 ml em

placas de Petri, seguindo-se técnica semelhante ao descrito com relação à carcaça.

O número de colônias formadas foi multiplicado pela recíproca da diluição, para se obter o número de colônias por ml de água. Os resultados foram expressos em logarítmo do número de colônias para o cálculo da média.

8 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 - ANDERSEN, B.C. (1974) - Engineering Aspect of Poultry Chilling. Scandinavian Refrigeration, 3(2):60-64.
- 2 - _____ (1975) - Some Practical Problems Regarding the Choice of Chilling Method for Poultry. 2nd European Symposium of Poultry Meat, Oosterbeek, The Netherlands, May 12-16, Paper(34), 10p.
- 3 - ANÔNIMO (1975) - Draft Code of Practice for the Continuous Immersion Chilling of Chickens. 2nd European Symposium on Poultry Meat, Oosterbeek, The Netherlands, May 12-16, 3p.
- 4 - ANÔNIMO (1977) - Smarter use of Chilled Water Saves 22 tons of Ice per Day. Food Engineering International, 2(4):31-32.
- 5 - ASHRAE (1974) - Poultry Products, In: Handbook & Product Directory, Am. Soc. Heat., Refrig. Air Cond., New York, Cap.28,p.9.
- 6 - ASHRAE (1972) - Handbook of Fundamentals, Am. Soc. Heat., Refrig. Air Cond., New York, p.573.
- 7 - AYRES, J.C.; OGILVY, W.S. & STEWART, G.F. (1950) - Post Mortem Changes in Stored Meats-1. Microorganisms Associated with Development of Slime on Eviscerated Cut-Up Poultry. Food Technology, 4:199-205.

- 8 - BARAN, W.L.; DAWSON, L.E. & LECHOWICH, R.V. (1973) - Influence of Chlorine Dioxide Water Treatment on Numbers of Bacteria Associated with Processed Turkey. Poultry Science, 52:1053-1058.
- 9 - BARNES, E.M. (1965) - The Effect of Chlorinating Chill Tanks on the Bacteriological Condition of Processed Chickens. Bulletin de l'Institut International du Froid, Annexe 1, p.219-226.
- 10 - _____ (1975) - The Microbiological Problems of Sampling a Poultry Carcass. 2nd European Symposium on Poultry Meat, Oosterbeek, The Netherlands, May 12-16, Paper (23), 8p.
- 11 - _____ (1976) - Microbiological Problems of Poultry at Refrigerator Temperature - A Review. Journal Sci. Fd. Agric., 27:777-782.
- 12 - BARNES, E.M. & IMPEY, C.S. (1975) - The Shelf-Life of Uneviscerated and Eviscerated Chicken Carcasses Stored at 10°C and 4°C. British Poultry Science, 16:319-326.
- 13 - BERG, L.van den & LENTZ, C.P. (1958) - Factors Affecting Freezing Rate and Appearance of Eviscerated Poultry Frozen in Air. Food Technology, 12(4):183-185.
- 14 - BETZ (1962) - Handbook of Industrial Water Conditioning. 6th ed., Betz Laboratories, Inc., Trevose, Penn., p.365.
- 15 - BINDER, L. (1911) - "Aussere Wärmeleitung und Erivärmung

electrischer Maschinen", Dissertação, Techn. Hochschule München, Wilhelm Knapp, Halle, p.20-26.

- 16 - BISHOP, E. (1972) - Developments in the Chilling of Poultry. Refrigeration and Air Conditioning, August, p.36-47.
- 17 - BLOOD, R.M. & JARVIS, B. (1974) - Chilling of Poultry: The Effects, of Process Parameters on the Level of Bacteria in Spin-chillers Waters. Journal of Food Technology, 9(2):157-169.
- 18 - BOLDER, N.M. (1975) - The Water Uptake of Broilers prior to Chilling. 2nd European Symposium on Poultry Meat, Oosterbeek, The Netherlands, May 12-16, Paper (42), 6p.
- 19 - BRANT, A.W. (1963) - Chilling Poultry-A Review. Poultry Processing and Marketing, May, p.14-22.
- 20 - _____ (1973) - Controlled Sanitary Immersion Chilling of Poultry in the U.S.A.. 1st European Symposium on Poultry Meat Quality, Roskilde, Denmark, Paper (A5), 12p.
- 21 - _____ (1974) - The Current Status of Poultry Chilling in Europe. Poultry Science, 53(4):1291-1295.
- 22 - BREWER, R.N.; EDGAR, S.A.; MORA, E.C. & PRUETT, J. (1961) - A Study of the Sanitation of Chilling Operations in Poultry Processing Plants in Alabama. Poultry Science, 40:1053-1058.
- 23 - BRODINE, M.V. & CARLIN, A.F. (1968) - Chilling and Thawing Methods and their Effect on Quality of Cooked Whole Turkeys. Food Technology, 22:607-610.

- 24 - CASALE, J.D.; MAY, K.N. & POWERS, J.J. (1965) - Effects of three Chilling Methods on Bacteriological, Organoleptic and Physical Properties of Broiler Chickens. Food Technology, 19:859-861.
- 25 - CLARK, D.S. & LENTZ, C.P. (1969) - Microbiological Studies in Poultry Processing Plants in Canada. Canadian Institute of Food Technology Journal, 2(1):33-36.
- 26 - CONNOLLY, R.J.; MILLER Jr., R.L. & STEWART, G.F. (1954) - Chilling Eviscerated Poultry in Flowing Liquid. Refrigerating Engineering, October, p.54-56.
- 27 - COX, N.A.; MERCURI, A.J.; JUVEN, B.J. & THOMSON, J.E. (1975) - Enterobacteriaceae at Various Stages of Poultry Chilling. Journal of Food Science, 40:44-46.
- 28 - CRAVENS, B.B. (1966) - Stabilized Chlorine Dioxide for Microorganism Control. Tappi, The Journal of the Technical Association of the Pulp and Paper Industry, 49(8):53-55.
- 29 - DAELMAN, W.; HOOF, J. van & DEDEKEN, L. (1975) - Comparison of Physical and Chemical Methods for the Determination of Water-Uptake During Chilling. 2nd European Symposium on Poultry Meat, Oosterbeek, The Netherlands, May 12-16, Paper (40), 6p.
- 30 - DICKERSON Jr., R.W. (1968) - Thermal Properties of Foods. In: TRESSLER, D.K.; ARSDEL, W.B. van & COPLEY, M.J.,

eds. - The Freezing Preservation of Foods, AVI Publishing Co., Westport, Vol.2, Cap.2, p.26-51.

- 31 - _____ (1972) - Computing Heating and Cooling Rates of Foods. Prediction of Cooling/Freezing Times for Food Products, ASHRAE Symposium Bulletin nº NO-72-3, p.5-10.
- 32 - _____ & READ Jr., R.B. (1975) - Thermal Diffusivity of Meats. ASHRAE Transactions, Vol.81, Part 1, p.356-364.
- 33 - _____ (1977) - Relationships between Water Content, Enthalpy, Specific Heat and Thermal Diffusivity of Foods, ASHRAE Transactions, Vol.83, Part 1, p.525-532.
- 34 - DIPOA (1973) - Normas Higiénico-Sanitárias e Tecnológicas para Construção e Funcionamento de Matadouros de Aves, Divisão de Inspeção de Produtos de Origem Animal, São Paulo.
- 35 - DYE, M. & MEAD, G.G. (1972) - The Effect of Chlorine to the Viability of Clostridial Spores. Journal of Food Technology, 7:173-187.
- 36 - ECKERT, E.R.G. & DRAKE, R.M. (1972) - Analysis of Heat and Mass Transfer, McGraw-Hill Co., New York, p.201-205.
- 37 - ERDTSIECK, B. & VEERKAMP, C.H. (1974) - The Chilling of Eviscerated Poultry. XV World Poultry Congress, New Orleans, U.S.A., p.545-549.
- 38 - _____ (1975) - On the Water Absorption During Poultry Processing. 2nd European Symposium of Poultry Meat,

- Oosterbeek, The Netherlands, May 12-16, Paper (39), 8p.
- 39 - FARRELL, A.J. & BARNES, E.M. (1964) - The Bacteriology of Chilling Procedures used in Poultry Processing Plants. *British Poultry Science*, 5:89-95.
- 40 - FRAUENFELD, G. (1973) - Kälteanwendung in Geflügelschlachtereien (Utilização do Frio em Abatedouros de Aves). *Die Kälte*, Sept., p.323-326.
- 41 - FROMM, D.; WEST, J.R. & JONES, V.A. (1966) - Ice Consumption During the Chilling of Eviscerated Poultry as Influenced by Insulation of Chill Tanks. *Poultry Science*, 45:1062-1063.
- 42 - FSP (1977) - Folha de São Paulo, Seção de Economia e Finanças, 13 de março, São Paulo.
- 43 - FURNISH, K.Jr. (1974) - An Equipment Suppliers Viewpoint. *Poultry Science*, 53:1286-1287.
- 44 - GAC, A. (1964) - Détermination du Refroidissement des Denrées par Réfrigération, Extrait de la Revue Generale du Froid, Septembre, 23p.
- 45 - GILLILAND, S.E.; BUSTA, F.F.; BRINDA, J.J. & CAMPBELL, J. E. (1976) - Aerobic Plate Count. In: SPECK, M.L., ed. - *Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods*. APHA, Washington, p.107-117.
- 46 - GISSKE, W. & GLEES, A. (1966) - Technologische Vorschläge zur Verbesserung der Hygiene bei der Industriellen

Geflügelschlachtung (Sugestões Técnicas para Melhorar a Higiene em Abatedouro de Aves). Die Fleischwirtschaft, 52(5):521-524.

- 47 - GOGOL, E.; GOGOL, W. & STANISZEWSKI, B. (1972) - Thermal Conductivity Measurements of Meat of Chicken and Pork. Bulletin de l'Institut International du Froid, Annexe 2, p.505-512.
- 48 - GORESLINE, H.E.; HOWE, M.A.; BAUSCH, E.R. & GUNDERSON, M. F. (1951) - In-plant Chlorination does a 3-Way Job. U.S. Egg Poult. Mag., 57:12-13,29-31.
- 49 - _____ & HAUGH, R.R. (1959) - Approximation of Surface Areas of Cut-up Chicken and use in Microbiological Analysis. Food Technology, 13(5):241-243.
- 50 - GREEN, S. (1974) - Microbiology in the Poultry Processing Industry. Process Biochemistry, January, p.27-28.
- 51 - GUHNE, W. (1973) - Der Einfluss verschiedener Faktoren auf die Fremdwasseraufnahme von Broiler-Schlachtkörpern bei Wasserkühlung (Fatores que Influem na Absorção de Água pela Carcaça de Frango durante o Resfriamento com Água). Die Fleischwirtschaft, 53(12):1725-1728.
- 52 - HAUGH, C.G.; STADELMAN, W.J. & SWEAT, V.E. (1973) - Thermal Conductivity Measurement of Meat and Skin of Poultry at Temperatures between -35°C and 2°C. Proceedings of the XIII International Congress of Refrigeration, Ed. by AVI Publishing Co., Westport, Vol.2, p.388-394.

- 53 - HAYAKAWA, K.I. (1972) - Estimating Temperatures of Foods during Various Heating or Cooling Treatments. ASHRAE Journal, September, p.65-69.
- 54 - JAKOB, M. & HAWKINS, G.A. (1957) - Elements of Heat Transfer, 3^a ed., John Wiley & Sons, New York, Cap. IV-7 e IX-12.
- 55 - JASPER, W. (1966) - Ermittlung der Beim Partiellen Tauchgefrieren vom Geflügel Abzuführenden Wärmemengen (Avaliação da Remoção de Calor durante o Congelamento Parcial de Carcaças de Aves por Imersão). Kaltetechnik, n^o8, p.294-297.
- 56 - JUL, M. (1975a) - General Remarks on the Chilling Operation. 2nd European Symposium on Poultry Meat, Oosterbeek, The Netherlands May 12-16, Paper (38), 2p.
- 57 - _____ (1975b) - Recent Danish Considerations Regarding Water Uptake during Chilling. 2nd European Symposium on Poultry Meat, Oosterbeek, The Netherlands, May 12-16, Paper (43), 3p.
- 58 - KERN, D.Q. (1950) - Process Heat Transfer, McGraw-Hill Kogakusha, International Student Edition, Tokyo, p.657-661.
- 59 - KIRKBRIGHT, G.F.; MAYNE, P.J. & WEST, T.S. (1975) - Application of a Permittivity Method for the Rapid Determination of Water in Meat. Journal of Food Technology, 10(1):103-108.

- 60 - KLOSE, A.A.; POOL, M.M.; FREMERY, D. de; CAMPBELL, A.A. & HANSON, H.L. (1960) - Effect of Laboratory Scale Agitated Chilling of Poultry in Quality. Poultry Science, 34(5):1193-1198.
- 61 - KLOSE; A.A. (1973) - Factors Influencing our Choice of Poultry Chilling Methods. Poultry Meat Symposium, Denmark, Paper (A3), 8p.
- 62 - KNIGHT, R.B. (1958) - A Theoretical Comparison of Four Methods of Chilling Poultry. Morris and Associates, Raleigh, NC, USA, 20p.
- 63 - KNOOP, G.N.; PARMELEE, C.E. & STADELMAN, W.J. (1971) - Microbiological Characteristics of Wet and Dry-Chilled Poultry. Poultry Science, 50:530-536.
- 64 - KOPELMAN, I.J. (1966) - Transient Heat Transfer and Thermal Properties in Food Systems, Ann Arbor, Michigan (Tese, Michigan State University), 135p.
- 65 - _____; BLAISDELL, J.L. & PFLUG, I.J. (1966) - Influence of Fruit Size and Coolant Velocity on the Cooling of Jonathan Apples in Water and Air. ASHRAE Transactions, Vol.72, Part 1, p.209-216.
- 66 - KOTULA, A.W.; THOMSON, J.E. & KINNER, J.A. (1960a) - Water absorption by Eviscerated Proilers During Washing and Chilling. Marketing Research Report n° 438, Agric. Mark. Service, USDA, 11p.

- 67 - _____ ; _____ & _____ (1960b) - Weight Increase During Chilling of Broilers as Influenced by Method of Opening the Abdominal Cavity During Evisceration. Poultry Science, 39:226-227.
- 68 - _____ ; _____ & _____ (1962) - Bacterial Counts Associated with the Chilling of Fryer Chickens. Poultry Science, 41(3):818-821.
- 69 - _____ ; BANWART, G.J. & _____ (1967) - Effect of Post-Chill Washing on Bacterial Counts of Broiler Chickens. Poultry Science, 46:1210-1216.
- 70 - KOUWENHOVEN, H.L.J. (1972) - The Evaluation of Heat Removal During the Freezing of Poultry in Air Blast Freezers. Bulletin de l'Institut International du Froid, Annexe 2, p.195-207.
- 71 - KREITH, F. (1969) - Principios de Transferência de Calor, Editora Edgar Blücher, São Paulo, p.171-181.
- 72 - LEISTNER, L.; ROSSMANITH, E. & WOLTERS DORF, W. (1972) - Rationalisierung des Sprüh-Kühlverfahrens für Schlachthänchen (Racionalização do Processo de Resfriamento por Pulverização de Frangos). Die Fleischwirtschaft. 52(3): 362-364.
- 73 - _____ (1973) - Sprüh-Luft-Kühlung von Schlachthänchen, ein Alternativ-Verfahren zum Spinchiller (Resfriamento por Pulverização e Ar para Frangos, um Processo Alternativa

tivo para o Spin-Chiller). Die Fleischwirtschaft, 53(9):
1299-1301.

- 74 - LENTZ, C.P. (1961) - Thermal Conductivity of Meats, Fats, Gelatins Gels and Ice. Food Technology, 15(5):243-247.
- 75 - _____ (1969) - Calorimetric Study of Immersion Freezing of Poultry. Canadian Institute of Food Technology Journal, 2(3):132-136.
- 76 - _____ & BERG, L.van den (1963) - Engineering Aspects of Immersion Freezing of Poultry. Reprint, ASHRAE Journal, September, 5p.
- 77 - LOGUINOV, L.I. & CIVATSEVA, A.M. (1973) - Resfriamento de Frango pelo Método de Aspersão. (Original em russo). Holod. Tehn., n98, p.31-33.
- 78 - LOGUINOV, L.I. & CIVATSEVA, A.M. (1974) - Resfriamento em Dois Estágios de Carcaças de Frango com Congelamento Parcial (Original em russo). Holod. Tehn., n97, p.35-38.
- 79 - LONDAHL, G. (1976) - Freezing Preservation in the Future - Some influencing Factors. Bulletin de l'Institut International du Froid, Annexe 1, p.243-250.
- 80 - MALLMANN, W.L.; DAWSON, L.E.; SULTZER, B.M. & WRIGHT, H.S. (1958) - Studies on Microbiological Methods for Predicting Shelf-Life of Dressed Poultry. Food Technology, 12(3):122-126.

- 81 - MATAMOROS, E.G. & RAMA; A.M. (1973) - Chilling by Various Cooling Systems and Refrigerated Storage of Chicken Carcasses, Weight Losses and Changes in the Bacterial Load. Poultry Meat Symposium, Denmark, Paper (A4), 11p.
- 82 - MAY, K.N. (1961) - Skin Contamination of Broilers during Commercial Evisceration. Poultry Science, 40(2):531-536.
- 83 - _____ (1974) - Changes in Microbiological Numbers during Final Washing and Chilling of Commercially Slaughtered Broilers. Poultry Science, 53(4):1282-1285.
- 84 - _____; RODGERS, P.D. & WHITE, H.D. (1961) - Thermocouple Placement in Chicken Carcasses. Poultry Science, 40(6): 1764-1766.
- 85 - MEAD, G.C. (1975) - Hygiene Aspects of the Chilling Process. 2nd European Symposium on Poultry Meat, Oosterbeek, The Netherlands, May 12-16, Paper (35), 8p.
- 86 - _____ & BARNES, E.M. (1973) - Some Factors which may Affect the Bacteriological Quality of Water Chilled Poultry. 1st European Symposium on Poultry Meat Quality, Denmark, Paper (A6).
- 87 - _____ & THOMAS, N.L. (1973a) - Factors Affecting the use of Chlorine in the Spin-Chilling of Eviscerated Poultry. British Poultry Science, 14(1):99-117.
- 88 - _____ & _____ (1973b) - The Bacteriological Condition of Eviscerated Chickens Processed under Controlled

Conditions in a Spin-Chilling System and Sampled by Two Different Methods. British Poultry Science, 14(4): 413-419.

- 89 - _____; ADAMS, B.W. & PARRY, R.T. (1975) - The Effectiveness of In-Plant Chlorination in Poultry Processing. British Poultry Science, 16:517-526.
- 90 - MEADOWS, V.S. (1974) - Recent Trends in Poultry Processing. The Institute of Refrigeration, London, separata, 7p.
- 91 - MERCER, W.A. & SOMERS, I.I. (1957) - Chlorine in Food Plant Sanitation. Western Research Laboratory, National Canners Association, Berkeley, Bulletin D-2422, 40p.
- 92 - MICKELBERRY, W.C.; SCHWALL, D.V. & STADELMAN, W.J. (1962) - The Effect of Ice: Water Coolant Ratios upon Moisture Absorption and Rate of Chilling of Eviscerated Chicken Carcasses. Poultry Science, 41:1550-1553.
- 93 - MORLEY, M.J. (1972) - Thermal Properties of Meat: Tabulated Data. Meat Research Institute, Langford, Special Report N91, 48p.
- 94 - MOTT, L.F. (1964) - The Prediction of Product Freezing Time. Australian Refrigeration, Air Conditioning and Heating, 18(2):16-18.
- 95 - MULDER, R.W.A.W. & VEERKAMP, C.H. (1974a) - Improvements in Poultry Slaughterhouse Hygiene as a Result of Cleaning Before Cooling. Poultry Science, 53:1690-1694.

- 96 - _____ & _____ (1964b) - Microbiological Aspects of Water-Cooling on Poultry Carcasses. *Wiss. U. Technol.*, Vol.7 n92, p.127-131.
- 97 - _____; DORRESTEIJN, L.W.; HOFMANS, G.J.P. & VEERKAMP, C. H. (1976) - Experiments with Continuous Immersion Chilling of Broiler Carcasses According to the Code of Practice, *Journal of Food Science*, 41(2):438-442.
- 98 - NOTERMANS, S.; JEUNINK, J.; SCHOTHORST, M.van & KAMPELMACHER, E.H. (1973) - Vergleichende Untersuchungen über die Möglichkeit von Kreuzkontaminationen im Spinchiller und bei der Sprühkühlung (Comparative Investigations into Possible Cross-Contaminations in the Spin-Chiller and During Spray Chill). *Die Fleischwirtschaft*, 53(10): 1450-1452.
- 99 - PANETTA, J.C. (1971) - Determinação de Alguns Contaminantes de Frangos Abatidos num Abatedouro de São Paulo e seu Comportamento em Face de Modificações Introduzidas na Linha Industrial, São Paulo (Tese, Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade de São Paulo).
- 100 - PARRY, R.T. (1973) - Some Considerations of Carcasses Size in Relation to the Selection of a Chilling Method for Table Poultry. *Poultry Meat Symposium, Denmark*, Paper (A12), 14p.
- 101 - PATTERSON, J.T. (1968) - Chlorination of Water used for Poultry Processing. *British Poultry Science*, 9:129-133.

- 102 - _____ & GIBBS, P.A. (1975) - Bacteriological Standards for Poultry Products. 2nd European Symposium on Poultry Meat, Oosterbeek, The Netherlands, May 12-16, Paper (26), 8p.
- 103 - PAVLUS, G. & SZENTKUTI, L. (1970) - Fremdwasseraufnahme durch Schlachthähnchen während der Spinchiller-Kühlung (Absorção de Agua por Carcaças durante o Resfriamento em "Spin-Chiller"). Die Fleischwirtschaft, 50(2):215-216.
- 104 - PERIC, M.; ROSSMANITH, E. & LEISTNER, L. (1971a) - Untersuchungen über die Beeinflussung des Oberflächenkeimgehaltes von Schlachthähnchen durch die Spinchiller-Kühlung (Estudos sôbre a Influência do Resfriamento por "Spin-Chiller" na Contagem Bacteriana da Superfície de Carcaças). Die Fleischwirtschaft, 51:216-218.
- 105 - _____; _____ & _____ (1971b) - Verbesserung der mikrobiologischen Qualität von Schlachthähnchen durch die Sprüh-Kühlung (Melhoria na Qualidade Bacteriológica de Frangos por Resfriamento a Aspersão). Die Fleischwirtschaft, 51:574-577.
- 106 - PROGNÓSTICO AGRÍCOLA 77/78 (1977) - Governo do Estado de São Paulo, Secretaria de Agricultura, Instituto de Economia Agrícola, p.149-160.
- 107 - RANKEN, M.D. (1975) - The Principles of Poultry Chilling. 2nd European Symposium on Poultry Meat, Oosterbeek, The Netherlands, May 12-16, Paper (10), 10p.

- 108 - _____; CLEWLOW, G.; SHRIMPTON, E.H. & STEVENS, B.J.H. (1965) - Chlorination in Poultry Processing. British Poultry Science, 6(4):331-337.
- 109 - RAZELOS, P. (1973) - Methods of Obtaining Approximate Solutions. In: ROHSENOW, W.M. and HARTNETT, J.P., eds.- Handbook of Heat Transfer, McGraw-Hill Book Co., New York, Section 4, p.57-61.
- 110 - RODGERS, P.D. & MAY, K.N. (1963) - The Cooling Rate of Eviscerated Broilers in Chilled Water. Technical Bulletin N.S.34, Georgia Agricultural Experiment Station, Athens, 18p.
- 111 - SANDERS, D.H. & BLACKSHEAR; C.D. (1971) - Effect of Chlorination in the Final Washer on Bacterial Counts os Broiler Chicken Carcass. Poultry Science, 50:215-219.
- 112 - SCHMIDT; E. (1924) - Über die Auswendung der Differenzenrechnung auf Technische Anheiz-und Abkühlungsprobleme (On the Application of the Calculus of Finite Differences to Heating and Cooling Problems in Engineering). Beitr. tech. Mechanik und tech. Physik, August Föppl Festschrift, Berlin.
- 113 - SCHNEIDER, I.S. (1973) - Processamento Industrial de Aves e seus Subprodutos. Editora Brasileira de Agricultura, São Paulo, Cap.3., 100p.
- 114 - _____ & SERRANO, A.M. (1975) - Peso de Frangos em Pe

daços e Comportamento de Embalagens. Avicultura Industrial, abril, p.8-11.

- 115 - SCHOLTYSSSEK, S. & RISTIC, M. (1970) - Untersuchungen über ein neues Kühlverfahren für Schlachtgeflügel. IV-Untersuchungen der Schlachtkörperqualität (Investigations into a new Method of Chilling Poultry). Die Fleischwirtschaft, 50(1):77-79.
- 116 - SCHULER; G.A. & BADENHOF, A.F. (1972) - Microbiology Survey of Equipment in Selected Poultry Processing Plants. Poultry Science, 51:830-835.
- 117 - SIMONSEN, B. (1975) - Microbiological Aspects of Poultry Meat Quality. 2nd European Symposium on Poultry Meat, Oosterbeek, The Netherlands, May 12-16, Paper (2), 10p.
- 118 - SIMPSON, N.W. (1975) - Introduction of the "Code of Practice" for Continuous Immersion Chilling. 2nd European Symposium on Poultry Meat, Oosterbeek, the Netherlands, May 12-16, Paper (36), 9p.
- 119 - _____ & THOMAS, N.L. (1973) - The Economics of Various Methods of Chilling Poultry Carcasses. 4th European Poultry Conference, London, separata, 16p.
- 120 - SIVACHEVA, A.M.; TVSETKOV, A.I.; KARIKH, T.M. & NESTENOV, Y.G. (1970) - Weight Changes During Cooling, Freezing and Refrigerated Storage of Poultry Meat. Bulletin de l'Institut International du Froid, Annexe 3, p.341-345.
- 121 - STANTSCHIEFF, S.K. (1972) - Kühlen des Schlachtgeflügeb in

Wassen oder Luft? (Resfriamento de Aves em Água ou Ar?)
Die Fleischwirtschaft, 52(8):978.

- 122 - SWEAT, V.E. (1974) - Modeling the Thermal Conductivity of Meats. Annual Meeting of American Society of Agricultural Engineers, June 23-26, Oklahoma, Paper n^o 74-6016, 17p.
- 123 - _____; HAUGH, C.G. & STADELMAN, W.J. (1973) - Thermal Conductivity of Chicken Meat at Temperatures between -75^o and 20^oC. Journal of Food Science, 38:158-160.
- 124 - _____ & _____ (1974) - A Thermal Conductivity Probe of Small Food Samples. Transactions of ASAE, Vol. 17, n^o1, p.56-58.
- 125 - TARVER Jr., F.R. & ARMAS, A.E. (1964) - Water Absorption in Broilers as Influenced by Carcass to Coolant Ratio. Poultry Science, 43(2):432-434.
- 126 - THOMSON, J.E.; KOTULA, A.W. & KINNER, J.A. (1961) - The Effect of Temperature and Time of Prechill Immersion on Total Moisture Absorption by Fryer Chickens. Poultry Science, 40(5):1139-1142.
- 127 - _____; MERCURI, A.J.; KINNER, J.A. (1966) - Effect of Time and Temperature of Commercial Continuous Chilling of Fryer Chickens on Carcass Temperatures, Weight and Bacterial Counts. Poultry Science, 45(2):363-369.
- 128 - _____; WHITEHEAD, W.K. & MERCURI, A.J. (1974) - Chilling Poultry Meat-A Literature Review. Poultry

Science, 53(4):1268-1281.

- 129 - _____; COX, N.A.; WHITEHEAD, W.K.; MERCURI, A.J. & JUVEN, B.J. (1975) - Bacterial Counts and Weight Changes of Broiler Carcasses Chilled Commercially by Water Immersion and Air Blast. Poultry Science, 54:1452-1460.
- 130 - TRAYLOR, S. (1974) - The Federal Inspector's Viewpoint on Poultry Chilling. Poultry Science, 53(4):1288-1290.
- 131 - U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE (1972) - Poultry Products Inspection Regulations Federal Register, Part 2.
- 132 - VACINECK, A.A. & TOLEDO, R.T. (1973) - Heat Transfer, Organoleptic Quality Changes and Moisture Exchanges in Air-Blast Chilled Poultry Carcasses. Journal of Food Science, 38(6):924-928.
- 133 - VEERKAMP, C.H. (1970) - Theoretical and Experimental Freezing and Thawing of Poultry. Proceedings, XIV World Poultry Congress, Madrid, p.861-872.
- 134 - _____ & HOFMANS, G.J.P. (1974) - Factors Influencing Cooling of Poultry Carcasses. Journal of Food Science, 39:980-984.
- 135 - _____; MULDER, R.W.A.W. & GERRITS, A.R. (1972) - Kühlung und Reinigung von Schlachtgeflügel (Resfriamen to e Limpeza de Aves para Abate). Die Fleischwirtschaft, 52:612-621.
- 136 - VENGER, C.P.; BOLSHAKOV, A.S. & MIZERETSKY, N.N. (1973) -

A Study into the Process of Quick Freezing of Poultry Carcasses in Liquid Coolant. XIII International Congress of Refrigeration, Washington, Proceedings, Vol.3, p.215-220.

137 - WHITEHEAD, W.K. (1975) - Cooling Rate of Broiler Carcasses in Air. Transactions of the ASAE, Vol.18, N^o2, p.366-369.

138 - WALTERS, R.E. & MAY, K.N. (1963) - Thermal Conductivity and Density of Chicken Breast Muscle and Skin. Food Technology, 17(6):130-133.

139 - YOKOYA, F. & ZULZKE, M.L. (1975) - Method for Sampling Meat Surfaces. Applied Microbiology, 29(4):551-552.