



INSTITUTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS  
CURSO DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS

**ANÁLISE DOS FATORES QUE AFETAM A TEMPERATURA E ABSORÇÃO DE  
ÁGUA DE CARÇAÇAS DE FRANGO EM *CHILLER* INDUSTRIAL**

VOLTAIRE SANT'ANNA

PORTO ALEGRE – RS  
2008

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
INSTITUTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS  
CURSO DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS

**ANÁLISE DOS FATORES QUE AFETAM A TEMPERATURA E ABSORÇÃO DE  
ÁGUA EM CARCAÇAS DE FRANGO EM *CHILLER* INDUSTRIAL**

Voltaire Sant'Anna

Monografia apresentada ao curso de  
Engenharia de Alimentos para a  
obtenção do título de Engenheiro de  
Alimentos

Orientadora: Rosane Rech

Porto Alegre – RS  
2008

**ANÁLISE DOS FATORES QUE AFETAM A TEMPERATURA E ABSORÇÃO DE  
ÁGUA DE CARCAÇAS DE FRANGO EM *CHILLER* INDUSTRIAL**

Voltaire Sant'Anna

Aprovado em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

BANCA EXAMINADORA:

.....  
Rosane Rech (Orientadora)  
Doutora em Biologia Celular e Molecular  
ICTA/UFRGS

.....  
Pascual Isoldi Pinkoski  
Doutor em Ciências do Solo  
DEQUI/UFRGS

.....  
Simone Hickmann Flôres  
Doutora em Engenharia de Alimentos  
ICTA/UFRGS

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço, primeiramente, ao meu pai e minha mãe pelo apoio e por todo o suporte que têm me dado ao longo desses 18 anos de vida escolar. À minha família como um todo pela paciência e pela compreensão pelos momentos de ausência devido a incessantes horas de estudo.

Agradecimento, principal, é à minha namorada, Paloma, pelo grande apoio e ótimos conselhos nos momentos difíceis e principalmente pelo amor incondicional.

À minha orientadora Rosane pela paciência e pelos importantes ensinamentos na confecção e correção deste trabalho.

Aos professores do ICTA, principalmente a Erna pelo carinho e ajuda na busca pelo primeiro estágio. Especialmente, tenho que agradecer ao professor Adriano Brandelli, pela oportunidade de ser bolsista de iniciação científica por 2 anos e meio, não podendo esquecer da sua equipe do laboratório 218 da época (Amanda, Rosiele, Ana, Lucas, Roberta).

Aos colegas que fizeram parte da minha vida universitária, não podendo esquecer de exaltar o grupo de projetos (Ana “Petterson”, Priscila e Evelise) por tornar uma cadeira tão difícil em algo tão fácil e agradável. Ao G7 pelas longas, agradáveis e muitas vezes inúteis conversas no corredor ou até mesmo no meio do laboratório do professor Adriano.

Aos colegas de trabalho da Perdigão, unidade Cavahada pelos ensinamentos técnicos e principalmente de vida que tive nesses 7 meses.

“O único lugar onde o sucesso vem antes  
do trabalho é no dicionário”  
**Albert Einstein**

## SUMÁRIO

<b>RESUMO.....</b>	<b>6</b>
<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>7</b>
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>8</b>
<b>LISTA DE GRÁFICOS.....</b>	<b>9</b>
<b>NOMENCLATURA.....</b>	<b>10</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>13</b>
2.1 Mercado da avicultura no Brasil.....	13
2.2 Abate de aves.....	15
2.3 Resfriamento de Frango.....	18
2.3.1 Resfriamento a ar.....	19
2.3.2 Resfriamento por imersão.....	20
2.4 Legislação Brasileira para Indústria Frigorífica .....	30
<b>3 MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>33</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>35</b>
4.1 Absorção de Água.....	36
4.2 Temperatura Final da Carcaça de Frango.....	41
<b>5 CONCLUSÃO.....</b>	<b>48</b>
<b>6 ANEXO.....</b>	<b>49</b>
<b>7 BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>51</b>

## RESUMO

Em frigoríficos de aves, a temperatura da carcaça de frango e a absorção de água ao final processo de resfriamento por imersão em água são parâmetros muito importantes. Um estudo foi elaborado analisando o efeito de variáveis de entrada do processo descritas na literatura como influentes no abaixamento da temperatura da carcaça e a absorção de água durante sua permanência em *chiller*. Os testes foram realizados em *chiller* industrial durante a rotina normal de um abatedouro. Foram monitoradas a massa e a temperatura das carcaças no início e no final do resfriamento, o tempo total de resfriamento, a vazão de ar comprimido injetado no sistema (borbulhamento) e as temperaturas no início e do fim dos tanques de pré-resfriamento (pré-*chiller*) e de resfriamento (*chiller*). A análise estatística dos dados mostra que a absorção de água pela carcaça de frango é influenciada significativamente (em um intervalo de confiança de 90%) pela massa inicial da carcaça, pela vazão de ar injetado no sistema e pela temperatura no final do *chiller*. O comportamento destas variáveis foi ao encontro do descrito na literatura, sendo que temperaturas menores no *chiller* geram a tendência de menor absorção de água, frangos de menor massa absorvem, percentualmente, mais água e o aumento da vazão de ar comprimido no *chiller* tende a aumentar a absorção de água. Já para a temperatura final da carcaça de frango, os parâmetros significativos (nível de confiança de 95%) do processo foram massa inicial da carcaça, o tempo total de resfriamento, a vazão de ar comprimido e a temperatura do *chiller* (tanto no início quanto no final do tanque). As relações foram as esperadas como descritas na literatura, com exceção à vazão de ar. Como o ar comprimido chega aquecido ao *chiller* (pois a tubulação passa pela caldeira da fábrica) a vazão de ar tende a aumentar a temperatura da carcaça de frango e não diminuir, como é encontrado na literatura.

Palavras-chave: carcaça de frango, *chiller*, resfriamento, absorção de água.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Esquema do processo de insensibilização elétrica de aves.....	<b>16</b>
<b>Figura 2</b> Fluxograma representativo de abate de aves.....	<b>17</b>
<b>Figura 3</b> Resfriadores de corrente de ar da empresa Stork Bronswerk.....	<b>20</b>
<b>Figura 4</b> Foto ilustrativa de <i>chiller</i> industrial com rosca tipo sem fim.....	<b>21</b>
<b>Figura 5</b> Representação esquemática dos mecanismos que governam a absorção de água pela carcaça.....	<b>29</b>

**LISTA DE TABELAS**

<b>Tabela 1</b> Ranking de países produtores de frango.....	<b>14</b>
<b>Tabela 2</b> Exportação mundial de frango.....	<b>15</b>
<b>Tabela 3</b> Regressão linear múltipla tendo a absorção como variável dependente	<b>37</b>
<b>Tabela 4</b> Regressão linear múltipla tendo a temperatura final da carcaça como variável dependente.....	<b>39</b>
<b>Tabela 5</b> Regressão linear múltipla tendo a temperatura final da carcaça como variável dependente.....	<b>42</b>



## LISTA DE GRÁFICOS

- Gráfico 1** Valores preditos da absorção de água em função da vazão de ar.....**38**
- Gráfico 2** Valores preditos da absorção de água em função da temperatura no final do *chiller*.....**39**
- Gráfico 3** Valores preditos da temperatura no final do *chiller* versus os valores reais observados, considerando as temperaturas no início e no final do pré-*chiller* e a temperatura no início do *chiller*.....**40**
- Gráfico 4** Valores preditos da absorção de água em função da massa inicial da carcaça de frango.....**41**
- Gráfico 5** Valores preditos da temperatura final da carcaça água em função da massa inicial da carcaça de frango.....**43**
- Gráfico 6** Valores preditos da temperatura final da carcaça água em função do tempo total de resfriamento.....**44**
- Gráfico 7** Valores preditos da temperatura final da carcaça água em função da temperatura no início do *chiller*.....**45**
- Gráfico 8** Valores preditos da temperatura final da carcaça água em função da temperatura no final do *chiller*.....**46**
- Gráfico 9** Valores preditos da temperatura final da carcaça água em função da vazão de ar injetado no *chiller*.....**47**

## NOMENCLATURA

°C	-	Graus Celsius	
%	-	Porcentagem	
g	-	gramas	
kg	-	Kilogramas	
Abef	-	Associação Brasileira de Exportadores de Frango	
SIF	-	Serviço de Inspeção Federal	
UFC	-	Unidades Formadoras de Colônia	
PCC	-	Ponto Crítico de Controle	
ppm	-	partes por milhão	
q	-	Taxa de transferência de calor	(W)
T <sub>s</sub>	-	Temperatura da superfície	(°C)
T <sub>f</sub>	-	Temperatura do fluido	(°C)
h	-	Coeficiente de transferência de calor	(W/m <sup>2</sup> °C)
A	-	Área	(m <sup>2</sup> )
P <sub>i</sub>	-	Peso inicial	(g)
P <sub>f</sub>	-	Peso final	(g)
T <sub>i</sub>	-	Temperatura inicial da carcaça de frango	(°C)
T <sub>f</sub>	-	Temperatura final da carcaça de frango	(°C)
M <sub>i</sub>	-	massa inicial da carcaça de frango	(g)
M <sub>f</sub>	-	massa final da carcaça de frango	(g)
T <sub>ipc</sub>	-	Temperatura no início do pré-chiller	(°C)
T <sub>fpc</sub>	-	Temperatura no final do pré-chiller	(°C)
T <sub>ic</sub>	-	Temperatura no início do chiller	(°C)
T <sub>ic</sub>	-	Temperatura no início do chiller	(°C)
Bomba-	-	Vazão de ar comprimido (borbulhamento)	(kg de ar/h)

## 1 INTRODUÇÃO

Desde os tempos mais remotos a preocupação com a escassez de alimentos acompanha a humanidade e, por conta disto, os homens vêm buscando formas de produzir alimentos em maior quantidade, com melhor qualidade e utilizando-se de menor espaço físico e menor tempo. Para isto, grandes investimentos têm sido aplicados nas áreas agrícola e pecuária no que tange a pesquisa e desenvolvimento de tecnologias voltadas para o aumento da produtividade destes dois segmentos.

A carne de frango tem ótima aceitação em todo o mundo. O consumo de carne de aves tem crescido quando comparado ao consumo das carnes bovinas e suínas, sendo estas três as mais comercializadas em termos mundiais. No cenário econômico atual, o Brasil tem grande destaque mundial na exportação e produção de carne de frango, sendo o maior exportador mundial de carne de frango.

O processamento industrial básico da carne de frango é similar em muitas fábricas, seguindo as seguintes etapas: insensibilização, sangria, escaldagem, depenagem, separação de pés e cabeça, evisceração, lavagem, pré-resfriamento e resfriamento ou congelamento (CARCIOFI; LAURINDO, 2006).

A etapa de pré-resfriamento mais utilizada por empresas brasileiras é o resfriamento por água, que consiste na passagem da carcaça por tanques contínuos (*chillers*), contendo água gelada e gelo no seu interior (OLIVO, 2006). O resfriamento das carcaças logo após o abate e evisceração é uma exigência da legislação nacional vigente, sendo necessário que a temperatura da carcaça seja de no máximo 7°C na saída do chiller, sendo o limite de 10°C para aquela carcaça que for imediatamente congelada (BRASIL, 1998).

Sabe-se que as carcaças de frango absorvem água quando imersas no *chiller*. A adsorção excessiva de água pelas carcaças de aves é objeto de contínuas controvérsias que perduram há anos, entre produtores, consumidores e autoridades encarregadas do controle (POSTOLSKI; GRUDA, 1986). O excesso de água não é, necessariamente, resultante da injeção fraudulenta de água no produto, mas sim do ajuste inadequado de variáveis tecnológicas que influenciam o processo. O sistema de controle da absorção de água em carcaças de aves submetidas ao pré-resfriamento por

imersão deve ser eficiente e efetivo, sem margem a qualquer prejuízo na qualidade do produto final (BRASIL, 1998).

Em um mercado altamente acirrado, qualquer fator que leve à redução do custo produtivo é visto como um diferencial competitivo. Sabendo que o consumo energético é o responsável por grande parcela destes custos, e que por sua vez a refrigeração representa grande parte desse consumo, todo esforço para otimizar os processos que empregam o “frio” pode ser relevante (CARCIOFI, 2005). Além disso, é de extrema importância que se estude e se entenda o processo de absorção de água pela carcaça durante o resfriamento em *chiller*, visando obter benefícios à indústria sem lesar o consumidor, atendendo a legislação vigente no país.

O objetivo deste trabalho foi analisar o sistema de resfriamento e absorção de água em um *chiller* industrial. Para isso buscou-se a variação de temperatura em carcaças de frango na entrada e na saída de um *chiller* industrial e a porcentagem de água absorvida pela carcaça. Os diversos fatores que podem influenciar nessas duas variáveis foram avaliados, visando à análise do processo de resfriamento e de absorção de água pelas carcaças durante essa operação unitária.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 Mercado da avicultura no Brasil**

A moderna avicultura brasileira, como hoje a conhecemos, começou a ser desenvolvida no início da segunda metade do século passado. Até então, a atividade constituía mera pecuária de subsistência. E, mesmo quando surgiram os primeiros criatórios organizados, nas décadas de 30 e 40, eram de capacidade extremamente restrita e baixíssima produtividade (OLIVO, 2006).

Porém, alguns anos após a Segunda Guerra Mundial, começaram a surgir no interior de São Paulo vários estabelecimentos avícolas, destinados principalmente à produção de ovos de consumo. A atividade cresceu e trouxe como decorrência natural, o interesse também pela pecuária de frango de cortes. Mas foi no estado de Santa Catarina, especialmente na região de Concórdia, que os criatórios de frango alcançariam rapidamente as dimensões de atividade comercial sólida (OLIVO, 2006).

Em 1972, a avicultura brasileira viveu outro momento muito importante para seu crescimento. A produção de frango estava em franco crescimento no Brasil, mas os preços internos ainda apresentavam oscilações bruscas, já que nem sempre o mercado interno tinha condições de absorver toda a produção. Surgiu então a idéia de exportar o excedente, fazendo, desde então, com que cada vez mais os números (produção e comercialização) relacionados com o abate de frangos aumentassem cada vez mais (OLIVO, 2006).

A produção de frango tem impressionado pelo dinamismo e pela competência conquistados nas últimas décadas, com destaque para o Brasil, terceiro maior produtor de aves do mundo. A estimativa é que em 2007 foram produzidos 9.700 mil toneladas de carne de frango no país (ABEF, 2008).

**Tabela1** Ranking de países produtores de frango

PRODUÇÃO MUNDIAL DE CARNE DE FRANGO PRINCIPAIS PAÍSES (1999 - 2007**)						
Mil toneladas						
ANO	EUA	CHINA	BRASIL	U.E.	MÉXICO	MUNDO
1999	13.367	8.550	5.526	6.614	1.784	47.554
2000	13.703	9.269	5.977	7.606	1.936	50.097
2001	14.033	9.278	6.736	7.883	2.067	52.303
2002	14.467	9.558	7.517	7.788	2.157	54.155
2003	14.696	9.898	7.843	7.512	2.290	54.282
2004	15.286	9.998	8.494	7.627	2.389	55.952
2005	15.869	10.200	9.200	7.736	2.498	59.092
2006*	16.162	10.350	9.336	7.425	2.610	60.090
2007**	16.413	10.520	9.700	7.530	2.724	61.162
	* Preliminar			**Previsão		

Fonte: Abef, 2008.

Através da análise do desempenho da atividade avícola no Brasil, verificam-se números surpreendentes, principalmente quando comparados aos de outras carnes. Segundo a FAO, entre 1993 e 2003, a produção de frango cresceu 146%, enquanto a de suínos, apenas 22% e a de bovinos, 56,5%. Outros números que demonstram a alta capacidade competitiva do Brasil é quando se analisa a balança comercial brasileira, que fechou 2004 com superávit de US\$ 34,124 bilhões, resultado 32,1% superior ao de 2003. As carnes (bovina, suína e de frango) e o complexo soja, entre outros produtos como o açúcar, foram responsáveis por 71% das exportações no ano passado (ABEF, 2008).

Hoje, o Brasil é o maior exportador de carne de frango do mundo. De acordo com a Associação Brasileira de Exportadores de Frango – Abef (2008), no mês de maio as exportações foram de 130 mil toneladas, um aumento de 29% sobre o mesmo período de 2007. A receita cambial, de US\$ 215 milhões, foi 78% maior que a verificada em maio de 2007. No acumulado dos primeiros cinco meses os volumes totalizaram 524 mil toneladas, o que representou um aumento de 11% em relação ao mesmo período do ano passado. Na receita cambial, que somou US\$ 833 milhões, o crescimento foi de 54% na mesma comparação (ABEF, 2008).

**Tabela 2** Exportação mundial de frango

EXPORTAÇÃO MUNDIAL DE CARNE DE FRANGO PRINCIPAIS PAÍSES (2000 - 2007**) Mil toneladas						
ANO	BRASIL	EUA	U.E.	TAILÂNDIA	CHINA	MUNDO
2000	907	2.231	774	333	464	4.856
2001	1.265	2.520	726	392	489	5.527
2002	1.625	2.180	871	427	438	5.702
2003	1.960	2.232	788	485	388	6.023
2004	2.470	2.170	813	200	241	6.055
2005	2.846	2.360	755	240	331	6.791
2006*	2.713	2.454	620	280	350	6.470
2007**	3.203	2.508	685	280	365	6.737
			* Preliminar	** Previsto		

Fonte: Abef, 2008.

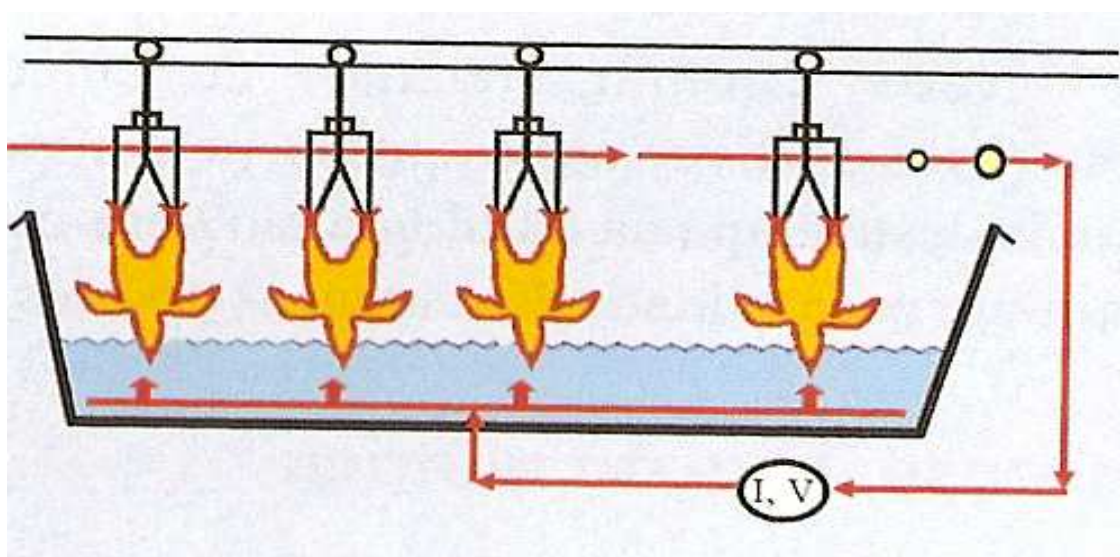
Como o Brasil vem apresentando alto potencial de produção de carne de frango e de competitividade no mercado internacional, a atividade se torna muito atrativa para investidores. Com isso novas tecnologias e estudos sobre os temas que tangem essa prática tendem a surgir para cada vez mais alavancar tanto a produção quanto os lucros relacionados com a comercialização de carne de frango.

## 2.2 Abate de aves

Como mostra o fluxograma na figura 2, representando o abate em um frigorífico de aves localizado em Porto Alegre, a primeira etapa dentro das instalações do abatedouro acontece no **galpão de espera**, onde os caminhões que transportam os frangos ficam aguardando pela disponibilidade para prosseguirem à próxima etapa, servindo como meio de redução de estresse das aves. Neste lugar, as aves são tratadas através de um sistema de ventiladores, que têm por finalidade diminuir a mortalidade no transporte/espera, bem como minimizar a desidratação. Em algumas unidades industriais são utilizados aspersores de água, para maior “conforto” das aves.

Após esse período de espera os animais passam para a recepção das aves, em que tem-se a descarga de frangos, que é a retirada das gaiolas dos caminhões. As mesmas são colocadas próximas à “pendura”. Esta etapa é a colocação dos frangos em nóreas, pendurados pelos pés, quando são transportados ao interior do abatedouro para o processamento.

Dentro do abatedouro as aves inicialmente passam pela **insensibilização** por meio de descarga elétrica (Figura 1). Ao passarem por uma cuba preenchida com água, a primeira parte do frango, geralmente a cabeça, que entra em contato com a água compõe o circuito elétrico, provocando a passagem de corrente elétrica pelo animal. A finalidade dessa etapa é induzir uma inconsciência a dor e amenizar o estresse durante o sacrifício e sangria da ave, tanto por razões de bem-estar animal, como para induzir a imobilização e facilitar o corte no pescoço na sangria.

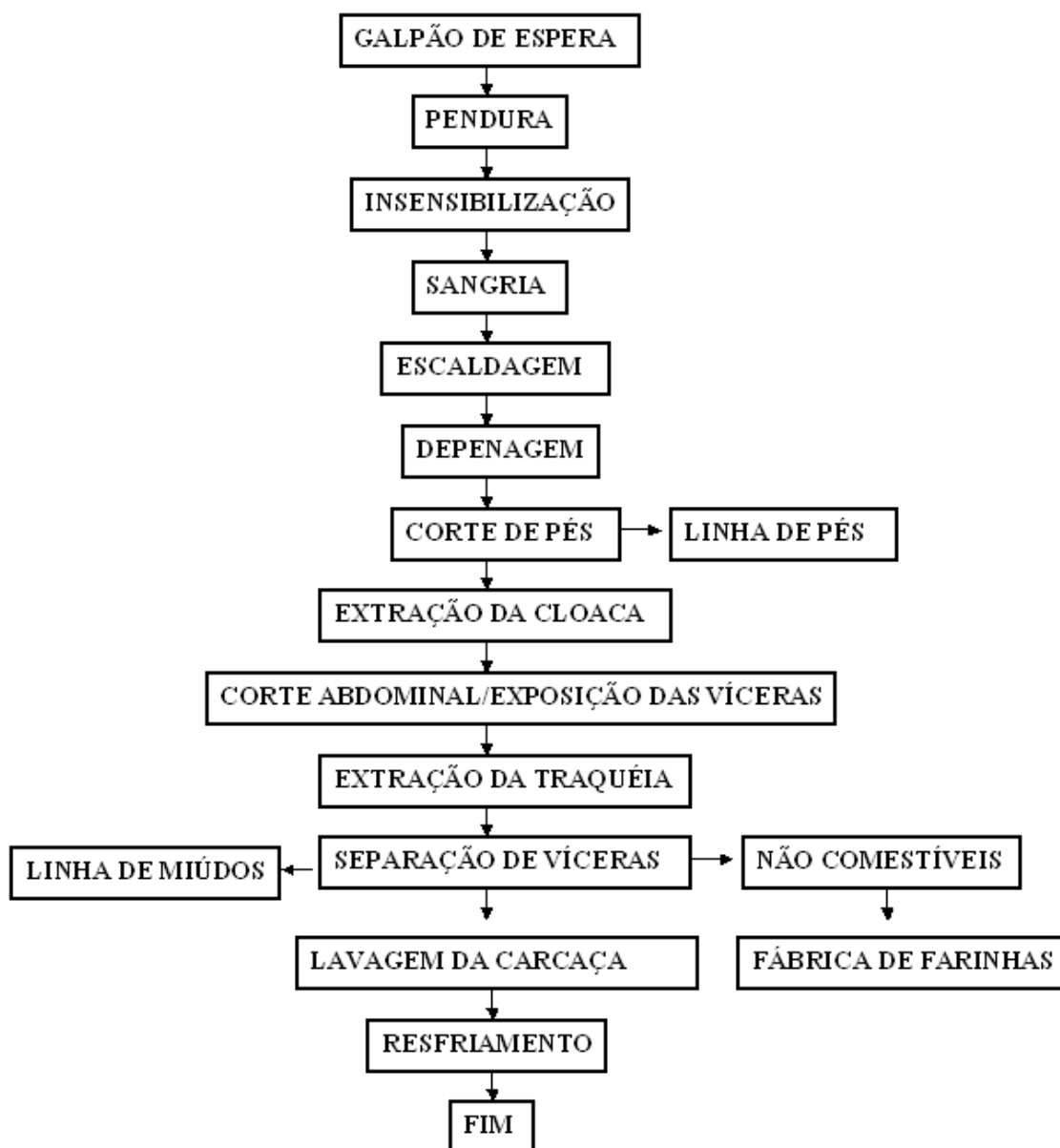


**Figura 1** Esquema do processo de insensibilização elétrica de aves.

Fonte: Olivo, 2006.



Na **sangria**, é efetuado um corte manual no pescoço do frango. A sangria manual muitas vezes, por conceitos religiosos, é exigência para produtos destinados à exportação aos países árabes. A ave, pendura pelas patas na nórea, sangra sobre a calha da sangria, onde o sangue é colhido e encaminhado para fábrica de farinhas.



**Figura 2** Fluxograma representativo de abate de aves.

Após a sangria, o frango passa à etapa de **escaldagem**, passando a ave por um tanque de água quente (geralmente entre 50°C e 70°C ). Esse processo tem por objetivo uma prévia lavagem da ave e o afrouxamento das penas, ao abrir os poros da pele do animal devido à água quente, facilitando a **depenagem**. A retirada das penas é feita mecanicamente, sendo o frango passado através de paletas (“dedos”) giratórias de borracha.

Ao final da depenagem há uma lavagem das carcaças no intuito de diminuir a carga microbiana superficial. Os agentes do Serviço de Inspeção Federal (SIF) fazem a inspeção da carcaça. Após a sua liberação, há o corte dos pés, que são classificados e destinados para exportação ou fábrica de farinhas.

Após a Inspeção Federal, há uma seqüência de operações, chamada de **evisceração**, que é composta pela extração da cloaca, o corte abdominal, o corte da pele do pescoço, a eventração (exposição das vísceras), outra inspeção sanitária realizada pelo SIF, a separação das vísceras em comestíveis e não comestíveis (o coração, a moela e o fígado seguem para industrialização enquanto as demais vísceras vão para a fábrica de farinhas), a retirada da cabeça, a extração da traquéia e a lavagem das carcaças. Ao fim dessa etapa, as carcaças são conduzidas ao resfriamento, geralmente feito em tanque de imersão em água.

### **2.3 Resfriamento de Frango**

A etapa de resfriamento das carcaças de frango é de grande importância no processamento industrial frigorífico. O processo de resfriamento de aves é feito tanto pelo resfriamento por imersão em água fria ou água com gelo, ou pelo resfriamento com ar frio (OBDAM, 2008).

### 2.3.1 Resfriamento a ar

No resfriamento a ar, as carcaças são usualmente transportadas por uma esteira, e a transferência de calor das carcaças é baseada na convecção e, parcialmente, no resfriamento evaporativo (OBDAM, 2008).

Para resfriar carcaças do mesmo peso sob padrões normativos de 4°C no ponto mais quente da carcaça (peito), o resfriamento por imersão necessita aproximadamente 1 hora, enquanto o resfriamento a ar necessita o dobro deste tempo. No sistema de resfriamento a ar, as carcaças permanecem na nórea transportadora e são dirigidas a uma câmara de resfriamento a 0°C, com alta velocidade do ar (OBDAM, 2008).

Inicialmente a água superficial vinda com a carcaça da linha de evisceração provoca um resfriamento por evaporação, nos últimos estágios a umidade da carcaça também evapora, causando uma perda líquida de cerca de 1% do peso da carcaça (OBDAM, 2008).

O processo de resfriamento a ar evita o problema de contaminação cruzada (OBDAM, 2008). Em vista disto, ao final do ano de 2003 a empresa Stork Bronswerk, uma das principais empresas mundiais do ramo de equipamentos para frigorífico de aves, instalou seu primeiro túnel de resfriamento por corrente de ar na Baiada Poultry Limited, empresa de processamento de aves situada no subúrbio de Pendle Hill, em Sydney, na Austrália (AVICULTURA INDUSTRIAL, 2008). A figura 3 apresenta foto dos evaporadores colocados em posição inclinada (especialmente calculada), visando aumentar a eficiência do resfriamento. Este processo desenvolvido pela Stork é misto, começando com o ciclo de resfriamento por banho de imersão, seguido por outro de corrente de ar em linha, que leva a temperatura interna do produto até o nível desejado.



**Figura 3** Resfriadores de corrente de ar da empresa Stork Bronswerk.

### 2.3.2 Resfriamento por imersão

Resfriamento por imersão significa que a carcaça fica submersa em água. Ao longo do equipamento existem pontos de distribuição de gelo, gerado em salas especialmente projetadas e equipadas para isto, podendo ocorrer em um ou mais pontos ou até estar ausente em alguns tanques. É observado em alguns equipamentos, o encamisamento do *chiller*, sendo a camisa preenchida por fluidos refrigerantes como o etileno-glicol ou a amônia (OLIVO, 2006).



**Figura 4** Foto ilustrativa de *chiller* industrial com rosca tipo sem fim.

Os *chillers* operam com renovação constante da água de resfriamento que circula em contra corrente ao sentido das aves, as quais são conduzidas pela rosca sem fim de uma extremidade a outra do equipamento. Na entrada, os frangos são derrubados das nóreas no início do pré-*chiller*. Tanto a passagem de um tanque para outro, como a saída do frango no último estágio, ocorre através de “pás” presas à última volta da rosca (OLIVO, 2006).

O tamanho dos equipamentos varia de acordo com a disponibilidade de espaço físico na planta industrial, bem como com a necessidade de resfriamento de frangos dada pela velocidade da linha de abate (OLIVO, 2006).

Também pode fazer parte destes equipamentos um sistema de injeção de ar (conhecido industrialmente como borbulhamento), composto de entradas (bico injetores) na parte inferior do *chiller*, acoplados a uma linha de ar comprimido. Estes bicos permitem a entrada do ar (que deve ser previamente tratado e seguir padrões pré-estabelecidos pela legislação vigente), promovendo uma maior agitação da água. Isso pode promover um aumento nas velocidades de resfriamento e de absorção de água pelas carcaças. Assim, sua utilização deve estar cercada de cuidados (OLIVO, 2006).

Antes do resfriamento, as carcaças possuem temperatura média de 40°C, que deve ser reduzida para 4 °C nos tanques de imersão de água, usando-se o centro do

músculo peitoral como ponto de controle dessa temperatura. A legislação brasileira estabelece o uso de pelo menos dois tanques de resfriamento (*chillers*), exigindo que no primeiro tanque (*chiller* de lavagem) a temperatura máxima da água seja de 16°C e no último (*chiller* resfriador) a temperatura da água seja mantida a valores inferiores a 4°C (BRASIL, 1998).

Existem muitas controvérsias em relação à ação do resfriamento por imersão sobre os microrganismos. Alguns autores mencionam que nesse sistema, por estarem as carcaças em água abundante, além do resfriamento, se obtém a lavagem da superfície do produto, reduzindo a carga microbiana (SCHIMDHOFER, 1994, YOUNG; SMITH, 2004; GRILL et al., 2006; BARBUT, 2002; ALLEN et al., 2000). Porém, outros autores afirmam que neste método existe o perigo da contaminação cruzada pela água de imersão, sendo necessário, por isso, sua constante renovação (POTOSLKI; GRUDA, 1986; BERGMANN; RITTER, 2003). Hargins et al. (2004) mencionam a importância do controle das etapas anteriores para reduzir a contaminação superficial e o desenvolvimento de microrganismos, que iriam contaminar a água de resfriamento. Também afirmam que concentrações adequadas de cloro livre (mesmo que inativado por quantidade excessiva de matéria orgânica) são essenciais para reduzir a carga microbiana das carcaças no tanque de pré-resfriamento. Segundo a legislação brasileira, a água de renovação no sistema de pré-resfriamento por imersão poderá ser hiperclorada, permitindo-se no máximo 5ppm de cloro livre (BRASIL, 1998).

Dentro das condições normais de trabalho de uma planta industrial de abate de frangos, considerando as carcaças com massa entre 1500 g e 2500 g, pode-se ter como uma boa estimativa considerar a temperatura no centro do peito, na entrada do sistema de *chiller*, com valor médio de 40°C (LAURINDO, HENSE e CARCIO FI, 2003). Quando chega ao primeiro estágio do sistema de *chiller* (*pré-chiller*), a maioria das carcaças possui a temperatura da superfície abaixo de 25°C. Mesmo sendo bem inferior à temperatura do centro do peito, o valor é suficiente para estabelecer uma diferença de temperatura significativa com o meio que a cerca, pois o primeiro tanque possui a temperatura da água inferior a 16°C, confo rme exigência da legislação. Esta configuração estabelece a diferença de potencial necessária à transferência de calor.

No estudo realizado por Costa e Carvalho (2001), quando elaboraram um plano de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle para uma linha de produção de frango inteiro congelado de uma indústria, baseando-se criteriosamente em todas as etapas de processamento, e analisando a ocorrência de perigos biológicos potenciais para a saúde dos consumidores, determinaram que a etapa de resfriamento de carcaças de frango é ponto crítico de controle (PCC), salientando a importância da existência do monitoramento da temperatura, cloração e renovação da água do sistema. Eles ainda descreveram que o resfriamento é um PCC, em primeiro lugar, por que é necessário que se retarde a multiplicação de bactérias, e para evitar o crescimento de germes patogênicos veiculados por alimentos. Em segundo lugar, o método de resfriamento em imersão em água possivelmente espalha os contaminantes. Porém quando oportunamente controlado, o resfriamento pelo método de imersão contínuo contracorrente geralmente diminui a contagem microbiana da carcaça e minimiza a contaminação cruzada.

Os principais fatores que influenciam na vida útil da carne armazenada sob refrigeração são: carga microbiana inicial, condições de temperatura e umidade durante o armazenamento, a presença ou ausência de embalagem protetora, a espécie animal em questão e o tipo de produto que se armazena. Para prolongar ao máximo a vida útil deve-se otimizar todas as variáveis que influenciam a conservação em refrigeração (FORREST et al., 1979).

A carga microbiana inicial exerce marcado efeito na vida útil da carne fresca e de seus produtos processados, no entanto, reduzir ao mínimo a contaminação interior durante todas as fases seguintes de manipulação, processamento, embalagem e estocagem continuam sendo indispensáveis para manter as propriedades qualitativas ótimas da carne e prolongar a vida útil. Para conservar a qualidade da carne é indispensável manter constante a temperatura ( $3^{\circ}\text{C}$  ou menos) de armazenamento (FORREST et al., 1979). Segundo análises realizadas por Bergmann e Ritter (2003), frangos resfriados e armazenados a  $4^{\circ}\text{C}(\pm 1)$ , tiveram seu período de vida de prateleira diminuído em virtude de falhas ocorridas durante o processamento tecnológico, tais como: temperatura da água do sistema de pré-resfriamento e sua cloração, que apresentaram oscilações. Dessa forma, obtiveram 58,4% das carcaças armazenadas

apresentaram condições higiênico-sanitárias insatisfatórias (contagem de  $10^6$  UFC/g de mesófilos) no 3º dia de análises, enquanto 69,4% das carcaças armazenadas em temperatura de refrigeração, foram consideradas fora dos padrões higiênico sanitários no 12º dia.

O resfriamento tem como um dos seus objetivos a diminuição da temperatura das carcaças através da imersão das aves em *chiller*, diminuindo, dessa forma, a velocidade de multiplicação da microbiota existente nas mesmas. Porém, caso não ocorra uma perfeita renovação de água do tanque, controle de temperatura e teor de cloro na água do *chiller*, pode ocorrer aumento da contaminação microbiota das carcaças (BERSOT et al., 2002).

O pré-resfriamento por imersão permite que a carcaça recupere a água perdida durante as etapas de transporte e abate, constituindo uma etapa de grande importância econômica para os matadouros industriais. Contudo, cuidados durante esta operação devem ser tomados para se evitar que a absorção de água seja superior ao permitido pela legislação. A agitação da água do tanque, por exemplo, é importante para a limpeza das carcaças, mas se for exagerada pode aumentar consideravelmente a absorção de água (GOMIDE et al., 2006).

O sistema de resfriamento por imersão em água é caracterizado por dois diferentes meios, um sólido (carcaça de frango) envolto por um fluido (água do tanque de imersão), com diferentes temperaturas, induz à transferência de calor convectiva, onde o fluido em movimento irá trocar calor com a superfície do sólido. Tal afirmação está baseada na definição de transferência de calor por convecção (INCROPERA e DEWITT, 1998). Quanto maior a movimentação do fluido ou maior a área de contato entre os dois meios, mais fácil será o processo de troca de calor. A força motriz (diferença de temperatura entre os meios) também causa aumento da transferência de calor quando incrementado o seu valor, conforme mostrado pela Lei de Newton do Resfriamento:

$$q = Ah(T_s - T_f)$$



Nela pode-se observar que a taxa de transferência de calor ( $q$ ) é diretamente proporcional à área de troca térmica ( $A$ ), à diferença entre a temperatura do fluido ( $T_f$ ) e à temperatura da superfície ( $T_s$ ) e ao coeficiente de transferência de calor convectivo ( $h$ ). Este último é uma constante de proporcionalidade dependente das condições da camada limite hidrodinâmica, as quais, por sua vez, são influenciadas pela geometria do sistema, pelo escoamento do fluido e pelas propriedades termodinâmicas e de transporte do fluido (INCROPERA e DEWITT, 1998).

Enquanto imersas no pré-*chiller*, as carcaças de frango irão perder calor por convecção para o meio, porém a taxa de transferência de calor torna-se cada vez menor, tendendo a zero, devido à redução da temperatura da superfície da ave e, por conseguinte, diminuição da diferença de temperatura, também tendendo a zero. Assim, as carcaças devem ser passadas ao tanque seguinte, onde, pela legislação e para garantir a continuidade do processo de resfriamento, a temperatura da água deve ser, obrigatoriamente, inferior àquela do tanque anterior. Para que a energia possa ser removida do interior das carcaças, o calor deve “atravessar” a carne do peito e a pele que recobre a superfície das mesmas, para então ser retirado pelo mecanismo convectivo (INCROPERA e DEWITT, 1998).

Assim, deve-se analisar também a transferência de calor por condução que ocorre no interior do peito das carcaças. Existindo um gradiente de temperatura em um meio qualquer, dar-se-á a condução de calor no sentido da maior para a menor temperatura. Este fluxo de calor é dado pela Lei de Fourier (INCROPERA e DEWITT, 1998).

Segundo Carciofi (2005) um estudo completo do resfriamento de carcaças de frango só é possível quando analisados estes dois fenômenos (condução e convecção de calor) conjuntamente. Particularmente, pode ser coerente a consideração de apenas um destes fenômenos, desprezando-se o outro. Tal consideração pode ser embasada em uma análise de ordem de grandeza das resistências à transferência de calor por condução e por convecção. Em casos onde a espessura do sólido é muito pequena ou a sua condutividade térmica é muito elevada, o gradiente de temperatura no interior do sólido torna-se muito pequeno. Se, acoplado a isto, existe um baixo coeficiente de transferência de calor convectivo, passa-se a ter como “gargalo” a transferência de

calor por convecção. Neste caso, pode ser dito que a resistência à transferência de calor encontra-se quase que totalmente na etapa convectiva do processo.

O inverso também pode ocorrer, em casos onde o meio está bem agitado e valores elevados do coeficiente de transferência de calor convectivo são notados. E se, na parte interna do sólido, a condutividade térmica é muito baixa ou a espessura deste muito grande, os gradientes de temperatura estabelecidos são acentuados. Estas duas condições somadas caracterizam uma maior resistência à transferência de calor por condução, permitindo desprezar a contribuição da resistência convectiva (CARCIOFI, 2005).

Neves Filho (1978) estudou a relação entre a vazão de água empregada no resfriamento, relacionando litros de água utilizados por quilograma de carcaça de frango, com a temperatura final do centro geométrico do peito da ave. No é mostrado que para frangos de 1,2 kg, razões de 1,6 litros/kg e 2,1 litros/kg conduziram praticamente à mesma temperatura (decréscimo de 40°C até 10°C), mas razões de 4 litros/kg tiveram uma redução maior (decréscimo de 40°C até 7°C) para um mesmo intervalo de tempo. Ainda tratando-se do resfriamento, foi concluído no referido trabalho, sobre a importância da manutenção de menores temperaturas da água no último estágio para obtenção de melhores resultados.

Carciofi (2005) desenvolveu um estudo sobre o resfriamento de carcaças de frango utilizando o sistema de imersão em água. Foram avaliados a influência de parâmetros de processo sobre o perfil de temperatura do centro do peito do frango e sobre a absorção de água durante o resfriamento em um *chiller*. Observou-se que o aumento da temperatura da água, o incremento da pressão hidrostática e a agitação do meio de resfriamento resultaram em uma maior absorção de água. Porém a promoção da agitação da água provocou menores temperaturas finais dos frangos devido a redução da resistência convectiva à transferência de calor.

Em estudo realizado com os principais fatores que afetam a temperatura final do frango em resfriamentos em *chiller* em um abatedouro do Rio Grande do Sul, Paolazzi (2006) observou que o tempo de imersão e o número de turbinas empregadas na injeção de ar são fatores significativos na temperatura final das carcaças e, também,

que existem interações entre os fatores intervalo de queda de gelo com o tempo de imersão e desse com o número de turbinas empregadas na injeção de ar.

Entende-se por índice de absorção o percentual de água adquirida pelas carcaças de aves durante o processo de abate e demais operações tecnológicas, principalmente no sistema de pré-resfriamento por imersão, uma vez que uma pequena absorção percentual de água ocorre durante a escaldagem, depenagem e diversas lavagens na linha de evisceração (BRASIL, 1998).

Muitos fatores afetam a absorção de água pelas carcaças, e os mais importantes são: a temperatura da água, o tempo que as carcaças permanecem no *chiller*, a proporção de água e gelo no tanque, a agitação (borbulhamento), o tamanho da carcaça e a espessura de pele e gordura na mesma (KATZ & DAWSON, 1964).

No início do processo, o músculo peitoral (fibras e espaço interfibras) contém baixa quantidade de líquido, proporcionando maiores taxas de sorção de água. Como se verá mais adiante, esta taxa depende fortemente da pressão hidrostática agindo sobre as carcaças, o que sugere que a entrada de água nas mesmas é controlada por um mecanismo hidrodinâmico. Com o preenchimento dos espaços vazios interfibras desse tecido muscular (poros) e com a saturação da região próxima à superfície da carcaça ocorre uma queda na taxa de absorção de água, a qual passa a depender preponderantemente da migração interna da água absorvida (CARCIOFI, 2005).

Algumas partes do frango absorvem mais água do que outras. Foi observado que carcaças com pescoço absorvem mais água do que carcaças que foram resfriadas nos tanques sem o pescoço (KOTULA apud KATZ & DAWSON, 1964). Kotula (1964) ainda relatou que quando a área da coxa é aberta durante a eventração, também há um aumento na absorção de água pela carcaça.

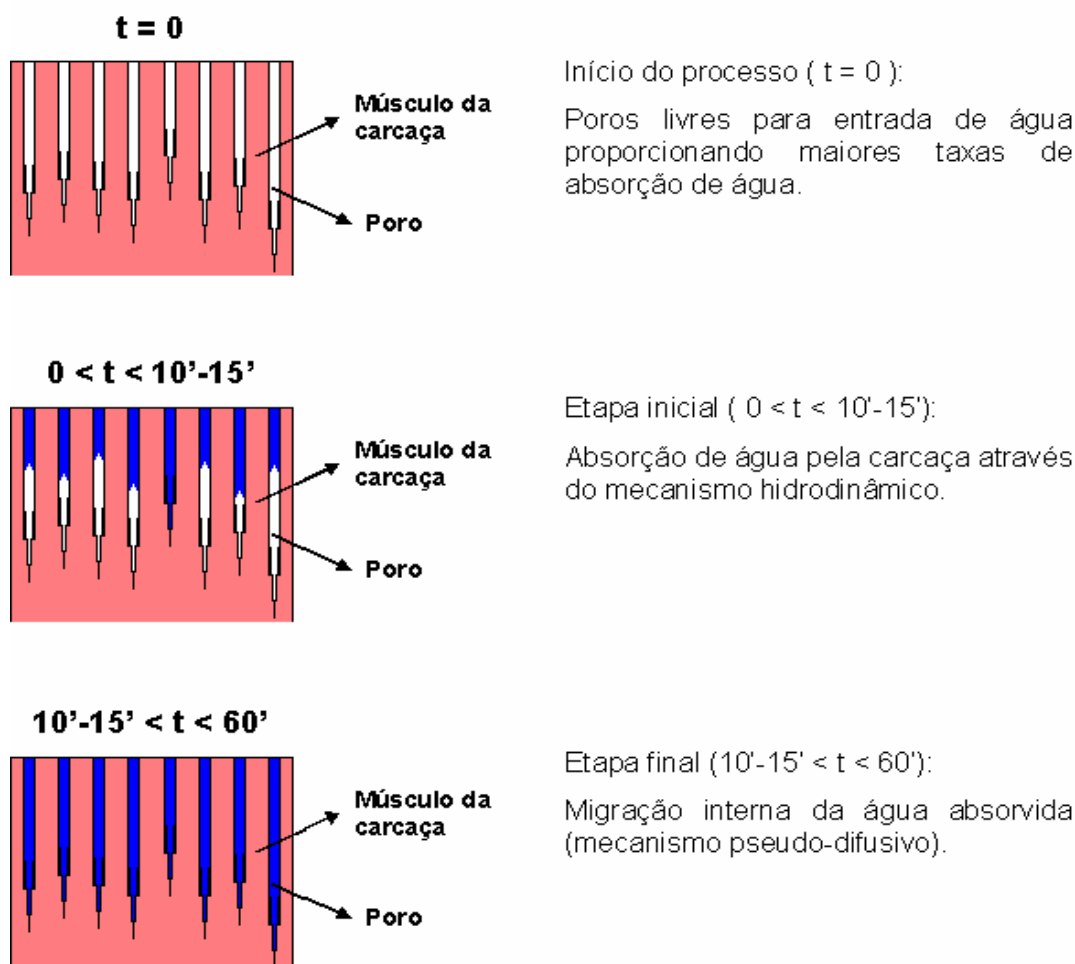
Outras fontes de variação da absorção de água são: o tamanho ou peso das aves, ou seja, quanto menor a ave maior porcentagem de absorção; o processo de abate em si, que pode deixar o comprimento da pele do pescoço menor, fazendo com que mais água entre na carcaça; e o comprimento da linha de gotejamento antes da embalagem ou corte que, se for muito curto, pode manter mais água retida nas cavidades da carcaça (OBDAM, 2005).

A legislação é clara quando regulamenta a absorção de água, impondo limites que visam defender os interesses dos consumidores. Ela se manifesta exigindo dois tipos de controle: o percentual de água absorvido no *chiller* e o “*drip test*”. O primeiro é realizado pela Inspeção Federal a nível industrial, através do cálculo da porcentagem de água absorvida no sistema de resfriamento por imersão, o qual não deve ser superior a 8%. O segundo método, também chamado de *drip-test*, consiste em determinar a perda de líquido resultante do descongelamento em condições controladas, indicando excesso de absorção na etapa de pré-resfriamento, caso as perdas sejam superiores a 6% (BRASIL, 1998).

A temperatura da água é determinante na porcentagem de hidratação final nas carcaças, sendo a porcentagem da mistura de gelo e água fator importante na absorção de água durante o resfriamento (LÓPES, 2006; JAMES et al., 2006; POSTOLSKI; GRUDA, 1986). Os poros, que reterão aproximadamente 25% da água absorvida, estão abertos na temperatura na qual a ave se encontra após a evisceração. Se a água do pré-chiller está relativamente fria, os poros se fecham rapidamente e, se o tempo é insuficiente, em média inferior a 15 minutos, a hidratação alcançada será escassa. No pré-chiller se absorve 60% da água e o grau de agitação do líquido é fator determinante (LÓPEZ, 2006).

Carciofi (2005) observou que, em geral, em temperaturas mais elevadas a absorção de água pela carcaça é maior. E, de outra forma, mostrou que o aumento da absorção de água promovido pela maior temperatura estudada (1°C e 15°C) possui menor efeito se comparada com o aumento da vazão ar injetado no meio. Os resultados experimentais do trabalho também indicaram que mais de 15% da absorção de água pela carcaça ocorre durante os 10 primeiros minutos de imersão. Concluíram que a pressão hidrostática apresenta influência na absorção de água e, com isso, sugeriram que o fluxo de água é governado pelo mecanismo hidrodinâmico, isto é, o aumento do gradiente de pressão hidrostática promove maior fluxo através dos poros da carne (espaços intercelulares) que conectam com a superfície. A diferença de absorção de água pelas carcaças mantida em diferentes níveis diminui com o tempo, sugerindo a presença de dois estágios de absorção. No primeiro estágio os poros são

preenchidos até a superfície pelo mecanismo de pressão hidrostática, após a água penetra para dentro da carcaça pelo mecanismo de pseudodifusão (Figura 5).



**Figura 5** Representação esquemática dos mecanismos que governam a absorção de água pela carcaça.

Fonte: Carciofi, 2005.

James et al. (2006) verificaram que a porcentagem de gelo usada no sistema de resfriamento por imersão em água e gelo afeta a absorção de água pelas carcaças. O conteúdo de gelo promove o aumento do ganho de peso quando usado em 35% em relação à quantidade de massa de água nos tanques.

Temperaturas altas, elevados tempos de resfriamento e movimento forçado da água são causas da maior absorção (POSTOLSKI; GRUDA, 1986; NEVES FILHO, 1997; LÓPEZ, 2006). Também, com o aumento da agitação se acelera a transferência de calor do produto e, conseqüentemente, reduz o tempo de processo, o custo de energia por quilograma de carcaça e as dimensões do sistema, além de aumentar a segurança do produto (NEVES FILHO, 1997). Young e Smith (2004) relatam que, via de regra, a absorção relativa de água em carcaças pequenas é maior, quando comparada com carcaças de maior peso, e que o tempo de imersão é a variável mais importante associada com a absorção de água.

## 2.4 Legislação Brasileira para Indústria Frigorífica

As normas e definições para indústria frigorífica estão descritas e regulamentadas pela Portaria nº210 de 10 de novembro de 1998 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. As condições e regulamentos de operação do pré-resfriamento de carcaças estão descritas nessa portaria e sucintamente explicadas a seguir.

É definido como **pré-resfriamento** o processo de abaixamento da temperatura das carcaças de aves, imediatamente após as etapas de evisceração e lavagem, realizado por sistema de imersão em água gelada e/ou água e gelo ou passagem por túnel de resfriamento, obedecidos aos respectivos critérios técnicos específicos (BRASIL, 1998).

Ao termo **carcaça** entende-se pelo corpo inteiro de uma ave após insensibilização ou não, sangria, depenagem e evisceração, onde papo, traquéia, esôfago, intestinos, cloaca, baço, órgãos reprodutores e pulmões tenham sido removidos. É facultativa a retirada dos rins, pés, pescoço e cabeça (BRASIL, 1998).

O sistema de **controle** da absorção de água em carcaças de aves submetidas ao pré-resfriamento por imersão deve ser eficiente e efetivo, sem margem a qualquer prejuízo na qualidade do produto final. Os métodos oficiais para o referido controle são o **Método de Controle Interno**, realizado durante o processamento industrial pela Inspeção Federal local, e o **Método do Gotejamento** para controle de absorção de água em carcaças congeladas de aves submetidas ao pré-resfriamento por imersão (BRASIL, 1998).

As normas citam que a quantidade de água absorvida durante o pré-resfriamento por imersão está relacionada principalmente com a temperatura da água dos resfriadores, tempo de permanência no sistema, tipo de corte abdominal, injeção de ar no sistema (borbulhamento) e outros fatores menos significativos.

Dentro da indústria, na prática, a absorção (percentual de água absorvido) é medida tomando-se a massa da ave na entrada e logo após a saída do sistema de *chillers* (BRASIL, 1998).

A diferença positiva averiguada na massa das carcaças entre a saída e a entrada é calculada e indicada de maneira percentual, sobre o valor da massa na entrada. Segundo o Ministério, a quantidade de água determinada por este método exprime-se em percentagem da massa total da carcaça de ave no limite máximo de 8% da sua massa (BRASIL, 1998).

O Método do Gotejamento (ou "*drip test*") é utilizado para determinar a quantidade de água resultante do descongelamento de carcaças congeladas. Se a quantidade de água resultante expressa em percentagem da massa da carcaça, com todas os miúdos/partes comestíveis na embalagem, ultrapassar o valor limite de 6%, considera-se que a carcaça absorveu um excesso de água durante o pré-resfriamento por imersão em água (BRASIL, 1998).

Para obtenção deste percentual, a carcaça congelada (com ou sem os miúdos/partes comestíveis) é descongelada em condições controladas, que permitam determinar a massa de água perdida. Esta massa de água é indicada percentualmente em relação à massa da carcaça da ave anterior ao descongelamento (BRASIL, 1998).

Estes importadores também podem ter, em alguns casos, parâmetros diferenciados para a absorção de água. Por exemplo, existem clientes europeus para os quais o “*drip test*” não deve apresentar valores superiores a 4% ou 5% (BRASIL, 1998).

O processo de pré-resfriamento, de acordo com esta legislação, poderá ser efetuado através de: aspersão de água gelada, imersão em água por resfriadores contínuos tipo rosca sem fim (*chiller*) ou resfriamento por ar (câmaras frigoríficas).

Outros processos devem ser previamente aprovados pelo DIPOA – Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal, da Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária, do Ministério da Agricultura e do Abastecimento.

Especificamente para o sistema de pré-resfriamento por imersão, é definido que a renovação de água ou água gelada dos resfriadores contínuos tipo rosca sem fim, durante sua operação, deverá ser constante e em sentido contrário à movimentação das carcaças (contracorrente), na proporção mínima de 1,5 litros por carcaça no primeiro estágio (pré-*chiller* de lavagem) e 1,0 litro no último estágio (*chiller* resfriador). A temperatura da água residente, medida nos pontos de entrada e saída das carcaças do sistema de *chillers*, não deve ser superior a 16°C e 4°C, respectivamente, no pré-*chiller* de lavagem (primeiro estágio) e último estágio do *chiller* resfriador, observando-se o tempo máximo de permanência das carcaças no primeiro, de trinta minutos (BRASIL, 1998).

Com relação às aves, a temperatura das carcaças no final do processo de pré-resfriamento deverá ser igual ou inferior a 7°C (temperatura esta medida, como citado anteriormente, no centro do peito). Toleram-se a temperatura de 10°C, para as carcaças destinadas ao congelamento imediato. Porém, estes padrões da legislação nacional não atendem as exigências de clientes internacionais, os quais determinam que a temperatura do peito deve ser igual ou inferior a 4°C ao final do *chiller* (BRASIL, 1998).



### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

A análise do processo de resfriamento e de absorção de água pela carcaça de frango em chiller foi conduzida fazendo tomadas de dados das principais variáveis que afetam esses parâmetros do processo. As variáveis escolhidas para analisar o abaixamento de temperatura e absorção de água foram baseadas no descrito pela literatura, como mencionado anteriormente. Assim os parâmetros escolhidos foram: **temperatura no início do pré-chiller (Tipc), temperatura no final do pré-chiller (Tfpc), temperatura no início do chiller (Tic), temperatura no final do chiller (Tfc), massa inicial da carcaça (Mi), temperatura inicial da carcaça (Ti), tempo de resfriamento total e vazão de ar (bomba)** empregado no processo.

Como, durante o processo, há grande variação da temperatura da água no pré-chiller e no chiller, foram analisadas as temperaturas na entrada e na saída de cada tanque, assim como é feito durante os trabalhos na fábrica.

Para os testes, então, foram utilizados lotes mistos de aves da linhagem ROSS, com 29 a 33 dias de idade e peso entre 700g e 1,5kg, provenientes de diferentes granjas. Essas foram retiradas da linha de abate imediatamente antes de entrarem no tanque de pré-resfriamento. As carcaças testadas estavam evisceradas, sem rins, sem pés e sem cabeça e sem pescoço.

Durante os testes alguns cuidados foram tomados para tentar minimizar fatores que poderiam alterar os resultados. Entre eles, buscou-se coletar carcaças com a pele íntegra, sem asas ou coxas quebradas. Verificou-se a evisceração da ave, confirmando a retirada de órgãos, de pulmões e eliminando a gordura excessiva na região abdominal que poderiam desprender-se durante o resfriamento. Essas carcaças, durante o experimento, eram identificadas com um lacre.

Para verificar a temperatura nas carcaças durante as diferentes etapas, foi utilizado um termômetro digital bimetálico tipo espeto, o qual era introduzido no peito do frango no ponto de mais lento resfriamento (maior espessura).

Todas as carcaças utilizadas no cálculo de absorção de água eram retiradas da linha de produção após a extração de papo e traquéia. A seguir, eram identificadas mediante a colocação de um lacre, procedia-se a revisão interna e a pesagem ( $P_i$ ).

Estas carcaças eram colocadas no sistema de resfriamento e, ao saírem do *chiller*, eram conduzidas para a etapa de gotejamento e, imediatamente, procedia-se a pesagem ( $P_f$ ).

A absorção das carcaças na saída do pré-*chiller* e na saída do *chiller* foi calculada utilizando a equação:

$$Absorção = \frac{(P_f - P_i) \times 100}{P_i}$$

Os dados foram analisados utilizando-se o método de regressão linear do programa Statistica 7.0 com grau de confiança de 95%.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estudo da variação de temperatura e da porcentagem de água absorvida pela carcaça de frango durante o resfriamento por imersão em *chiller* foi realizado durante os trabalhos de um abatedouro de aves.

Os dados apresentaram grande variabilidade, dificultando a análise estatística. O método de abaixamento de temperatura das carcaças de frango normalmente utilizado em frigoríficos de aves apresenta grande variabilidade dos fatores que afetam a transferência de calor e massa do processo. Estatisticamente, por consequência, há um resíduo muito grande.

Ao longo dos tanques de resfriamento existem pontos de alimentação de gelo. O gelo, com menor massa específica que a água, permanece na parte superior do *chiller* formando uma camada que recobre a superfície do meio de resfriamento. A baixa agitação deste meio não facilita que todo o gelo se misture à água e seja fundido.

Carciofi (2005) constatou que a formação dos blocos de carcaças no fundo do equipamento, somada à obstrução causada pela própria rosca sem fim, leva a água a um caminho preferencial. O autor observou que, em um dos lados, rente à parede do *chiller*, a velocidade do escoamento é visivelmente maior se comparada ao seio do mesmo. A criação deste caminho implica na formação de uma zona de estagnação para o escoamento de água fria no bloco de carcaças, diminuindo a eficiência do processo de resfriamento.

Os dados apresentados no anexo 1 demonstram que o tempo de retenção da carcaça dentro do equipamento de *chiller* pode sofrer grande variação. Durante o transporte pelo sistema de rosca sem fim é comum carcaças ficarem em regiões estagnadas ou mesmo ficarem presas em partes do equipamento. Além disso, a rosca não impõe o mesmo contato sobre todas as carcaças, permitindo que algumas delas atravessem mais rapidamente o sistema de resfriamento em relação às outras.

Outro fator que dificulta uma maior eficiência e homogeneidade do processo é a irregularidade da matéria-prima com relação à massa e às dimensões das carcaças. As aves abatidas pelos frigoríficos são originárias de várias granjas, possuem sexos

diferentes e assim, apresentam diferenças genéticas e de ambiente. Embora exista um grande esforço para minimizar a variabilidade no tamanho das carcaças, em um mesmo turno podem ocorrer muitas mudanças de lote, acarretando variações importantes na massa média das mesmas. Além disto, em um mesmo lote, as carcaças podem apresentar consideráveis desvios de massa em relação à média. Ainda que as aves se encontrem dentro de uma estreita faixa de massa, podem ser constatadas diferenças na conformidade da sua carcaça: espessura do peito, tamanho da cavidade interna, área superficial, tamanho das asas e das coxas. Todos estes fatores influenciam na transferência de calor e na absorção de água pela mesma.

Medições realizadas na linha produtiva ao final do sistema de *chiller* mostraram que as carcaças apresentaram pouca uniformidade nos valores da temperatura no centro do músculo peitoral. Algumas amostras tinham sua temperatura final variando entre si em até 8°C. A não uniformidade foi também observada no percentual de água absorvida pelas carcaças. Atribuem-se essas diferenças aos diferentes caminhos percorridos pelas carcaças, às posições relativas e aos tempos de retenção destas no equipamento, às variações no tamanho das aves e aos caminhos preferenciais da água de resfriamento.

#### **4.1 Absorção de Água**

A análise estatística da porcentagem de absorção de água pela carcaça de frango, a um nível de confiança de 90%, mostra que os parâmetros relevantes na variável de saída (porcentagem de água absorvida pela carcaça de frango) são a vazão de ar na bomba de ar comprimido, a temperatura no final do *chiller* e a massa inicial do frango. O valor  $p$  abaixo de 0,1 demonstra as variáveis de entrada que são significativas no processo tendo uma análise com 90% de confiança, como é mostrado na tabela 3.

**Tabela 3** Regressão linear múltipla tendo a absorção como variável dependente.

<b>N=10</b>	<b>Beta</b>	<b>Std. Err.of Beta</b>	<b>B</b>	<b>St. Err. of B</b>	<b>t(101)</b>	<b>p-level</b>
<b>Intercept</b>			9,752414	5,690733	1,71374	<b>0,089645</b>
<b>Ti</b>	-0,16267	0,11102	-0,18713	0,127713	-1,4652	0,145973
<b>Mi</b>	-0,18765	0,108592	0,003316	0,001919	-1,72804	<b>0,087038</b>
<b>tempo</b>	0,196362	0,153267	0,048606	0,037938	1,28118	0,203065
<b>Tipc</b>	0,236088	0,22904	0,195204	0,189377	1,03077	0,30511
<b>Tfpc</b>	-0,20063	0,182517	-0,40591	0,369269	-1,09923	0,27428
<b>Tic</b>	-0,12578	0,181778	-0,1196	0,172845	-0,69196	0,490549
<b>Tfc</b>	0,289078	0,118685	0,624788	0,256515	2,43568	<b>0,016616</b>
<b>bomba</b>	0,364829	0,113745	0,009053	0,002822	3,20742	<b>0,001795</b>

Ti – Temperatura inicial da carcaça

Mi – massa inicial da carcaça

Tempo – tempo total de resfriamento

Tipc – temperatura no início do pré-chiller

Tfpc - temperatura no final do pré-chiller

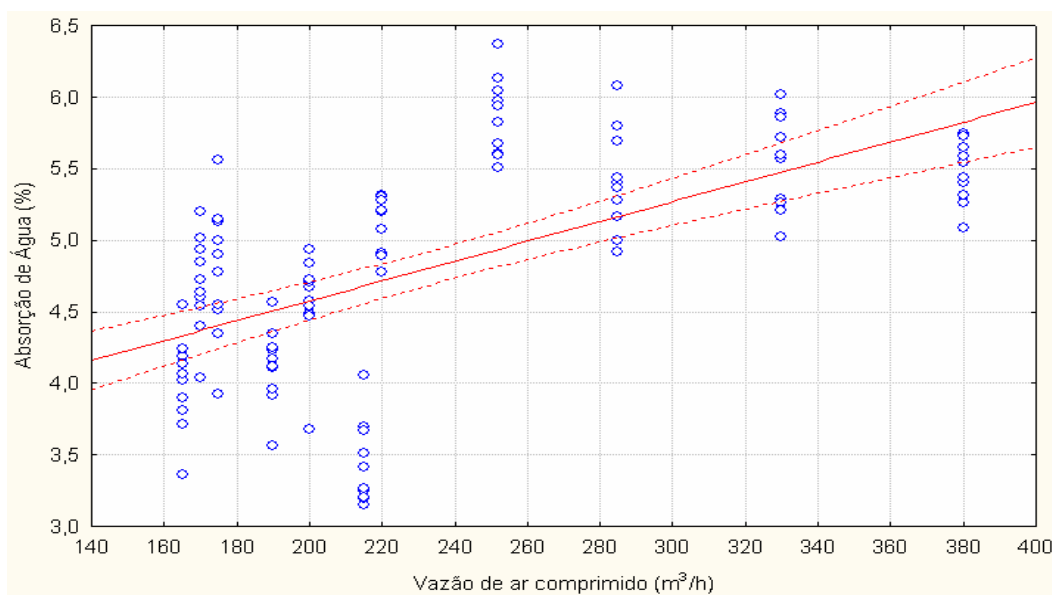
Tic - temperatura no início do chiller

Tfc - temperatura no início do chiller

Bomba – vazão de ar comprimido

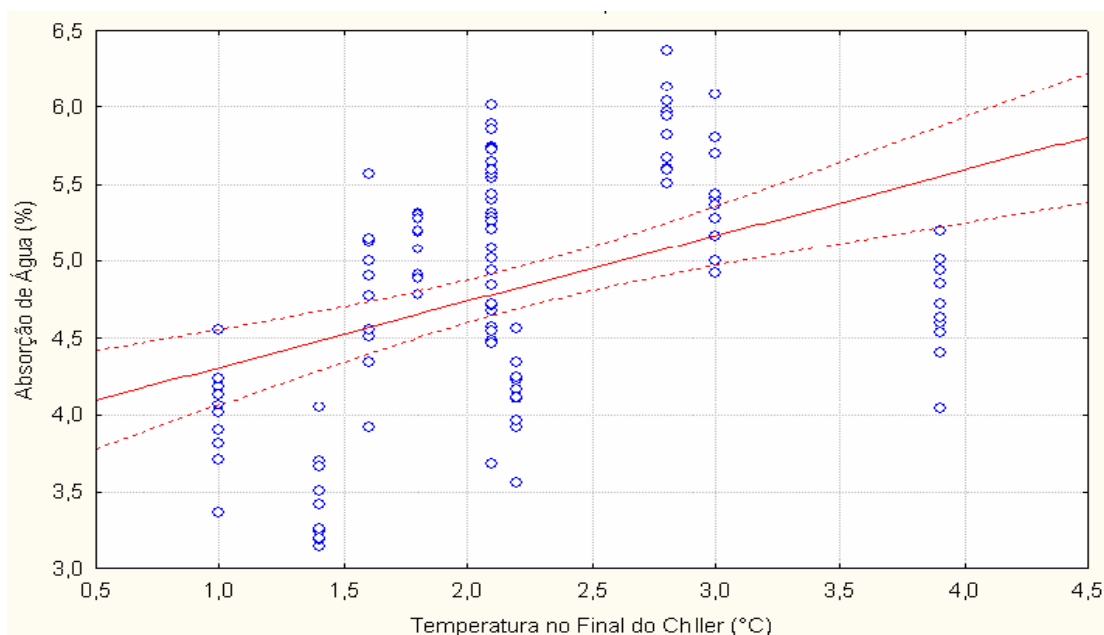
Os outros parâmetros analisados, dentro dos intervalos estudados, não se mostraram significativos no processo.

O gráfico 1 representa o comportamento da absorção de água em função da vazão de ar comprimido. Nota-se que há tendência da absorção aumentar com o aumento da vazão de ar. Isso vai ao encontro do descrito na literatura, uma vez que o aumento da vazão de ar força ainda mais o preenchimento dos poros da carcaça com a água do *chiller*, aumentando o valor da absorção de água.



**Gráfico 1** Valores preditos da absorção de água em função da vazão de ar.

A temperatura no final do *chiller* influencia significativamente na absorção de água. Quanto maior a abertura dos poros da carcaça de frango, maior a tendência de eles serem preenchidos com água. Além disso, os poros da carcaça sofrem influência direta da temperatura do meio, ou seja, quanto maior a temperatura da água no *chiller*, mais abertos estarão os poros, e conseqüentemente maior será a absorção; quanto mais gelada estiver a água do meio, mais fechados estarão os poros e menor a absorção. O gráfico 2 mostra esta tendência nos testes em *chiller* industrial. Quanto maior a temperatura no final do *chiller*, maior a absorção percentual de água. O mesmo foi observado por Carciofi (2005), o qual, em seus testes, mostrou que a carcaças resfriadas a 15°C absorveram mais água do que carcaças resfriadas a 1°C, considerando os outros fatores de influência na absorção de água constantes para os dois testes.



**Gráfico 2** Valores preditos da absorção de água em função da temperatura no final do *chiller*.

A análise da influência das temperaturas no início e no final do pré-*chiller* e da temperatura no início do *chiller* na temperatura no final do *chiller* está representado na tabela 4. Como mostra a tabela, a temperatura que influencia significativamente na temperatura no final do *chiller* é a do início do *chiller*.

**Tabela 4** Regressão sumária tendo a temperatura no final do *chiller* como variável dependente.

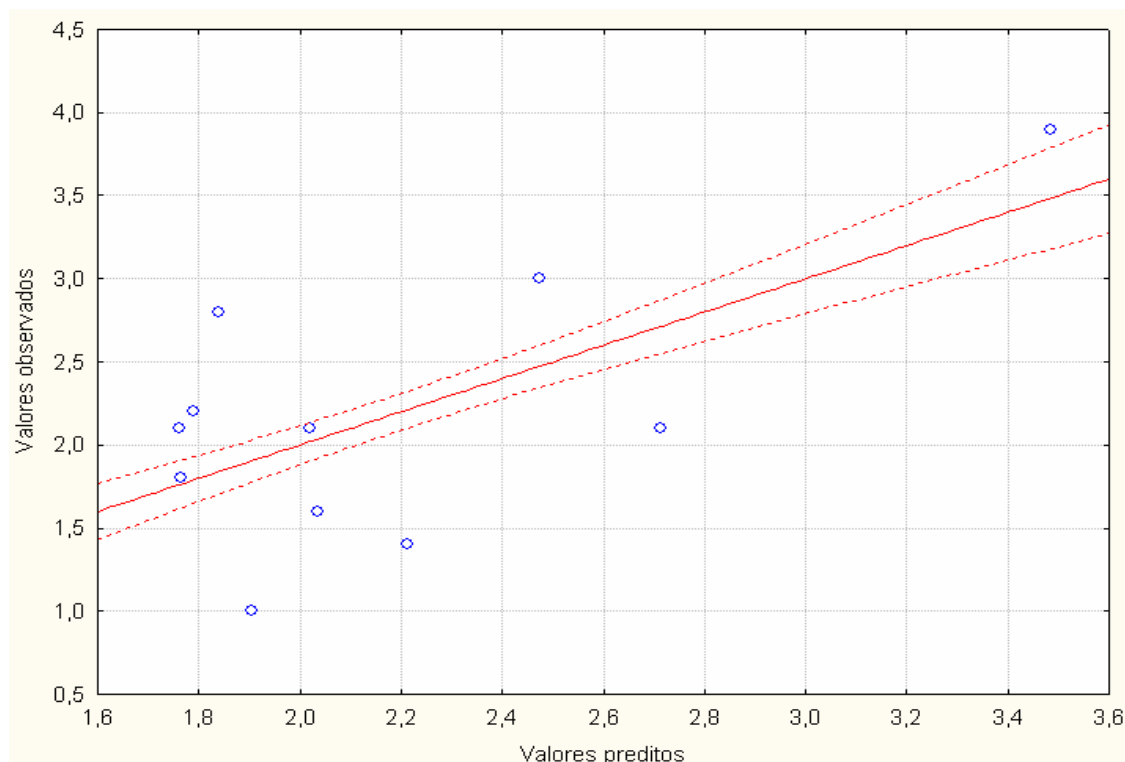
N=10	Beta	Std. Err.of Beta	B	St. Err. of B	t(101)	p-level
<b>Intercept</b>			1,435432	0,170831	8,402646	0
<b>Tipc</b>	-0,0574	0,157737	-0,02196	0,060344	-0,36387	0,716677
<b>Tfpc</b>	0,041699	0,113154	0,039034	0,105924	0,368512	0,173226
<b>Tic</b>	0,679898	0,121797	0,299118	0,053584	5,582216	0

Tipc – temperatura no início do pré-*chiller*

Tfpc - temperatura no final do pré-*chiller*

Tic - temperatura no início do *chiller*

Porém o gráfico 3 mostra que os valores observados estão bastante distantes dos preditos pelo método. O alto resíduo para essa relação dificulta a análise da relação entre as variáveis, sugere que a temperatura no início do chiller pouco influencia na temperatura final do tanque.

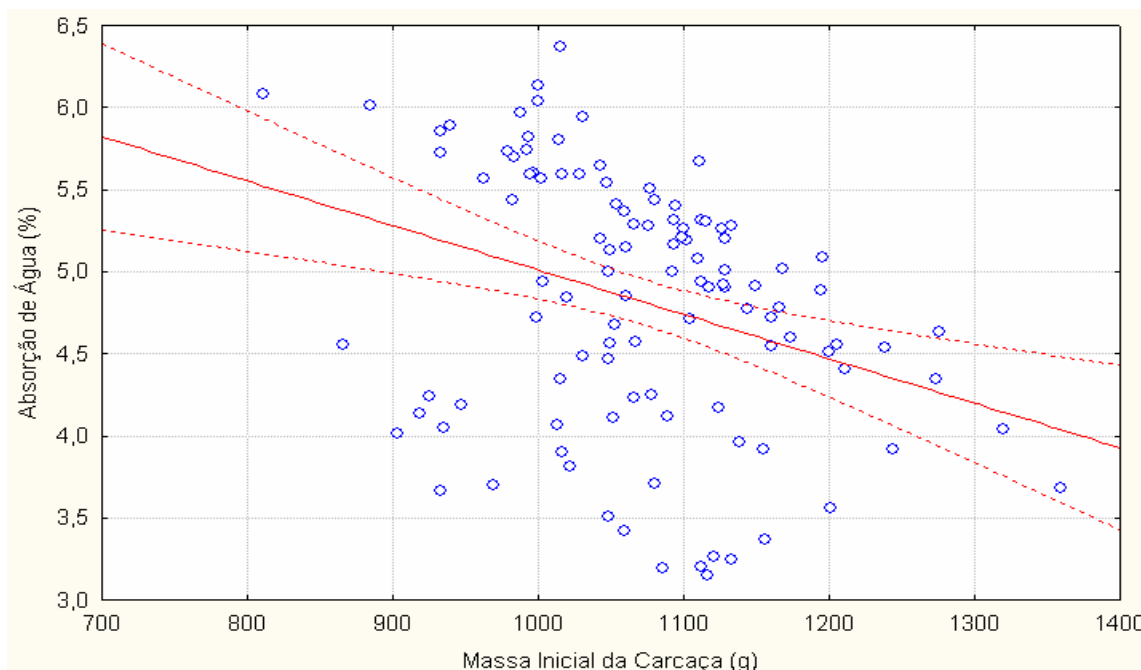


**Gráfico 3** Valores preditos da temperatura no final do *chiller* versus os valores reais observados, considerando as temperaturas no início e no final do pré-*chiller* e a temperatura no início do *chiller*.

O excesso de água injetado na carcaça de frango (absorção acima de 8%), além de forçar o seqüestro de todo o lote para CMS, gera auto de infração para a empresa. O gráfico 4 mostra a tendência de maior absorção de água (em percentual) por carcaças de menor massa inicial, confirmando o que é descrito na literatura. Esse fenômeno está ligado à maior superfície de contato das carcaças menores, o que resulta no maior contato entre os poros e a água, resultando em um maior



preenchimento dos poros da carcaça com a água do *chiller*. Logo, quando cargas de frango de menor peso médio são abatidas, o cuidado deve ser maior, tendo-se que considerar também a vazão de ar comprimido no sistema, que, quanto maior, maior é a absorção percentual de água na carcaça.



**Gráfico 4** Valores preditos da absorção de água em função da massa inicial da carcaça de frango.

#### 4.2 Temperatura Final da Carcaça de Frango

A análise estatística da temperatura da carcaça de frango na saída do *chiller* (final do processo de resfriamento), a um nível de confiança de 95%, mostra que os parâmetros relevantes na variável de saída (temperatura final da carcaça) são a massa inicial do frango, o tempo total de resfriamento, a temperatura no início e no final do *chiller* e a vazão de ar na bomba de ar comprimido como é mostrado na tabela 5.

**Tabela 5** Regressão sumária tendo a temperatura final da carcaça como variável dependente.

<b>N=10</b>	<b>Beta</b>	<b>Std. Err.of Beta</b>	<b>B</b>	<b>St. Err. of B</b>	<b>t(101)</b>	<b>p-level</b>
<b>Intercept</b>			1,392056	3,207067	0,4306	0,665172
<b>Ti</b>	0,007748	0,061881	0,009012	0,071974	0,12521	0,900606
<b>Mi</b>	0,267761	0,060527	0,004784	0,001081	4,4238	0,000025
<b>tempo</b>	0,326147	0,085428	-0,08163	0,021381	-3,81778	0,000232
<b>Tipc</b>	0,081686	0,127663	0,068289	0,106725	0,63986	0,523714
<b>Tfpc</b>	0,112883	0,101732	0,230916	0,208105	1,10691	0,269801
<b>Tic</b>	0,216374	0,10132	0,20802	0,097409	2,13554	0,035134
<b>Tfc</b>	0,420603	0,066153	0,919125	0,144562	6,35802	0
<b>bomba</b>	-0,27745	0,0634	-0,00699	0,001591	-4,37615	0,000029

Ti – Temperatura inicial da carcaça

Mi – massa inicial da carcaça

Tempo – tempo total de resfriamento

Tipc – temperatura no início do pré-chiller

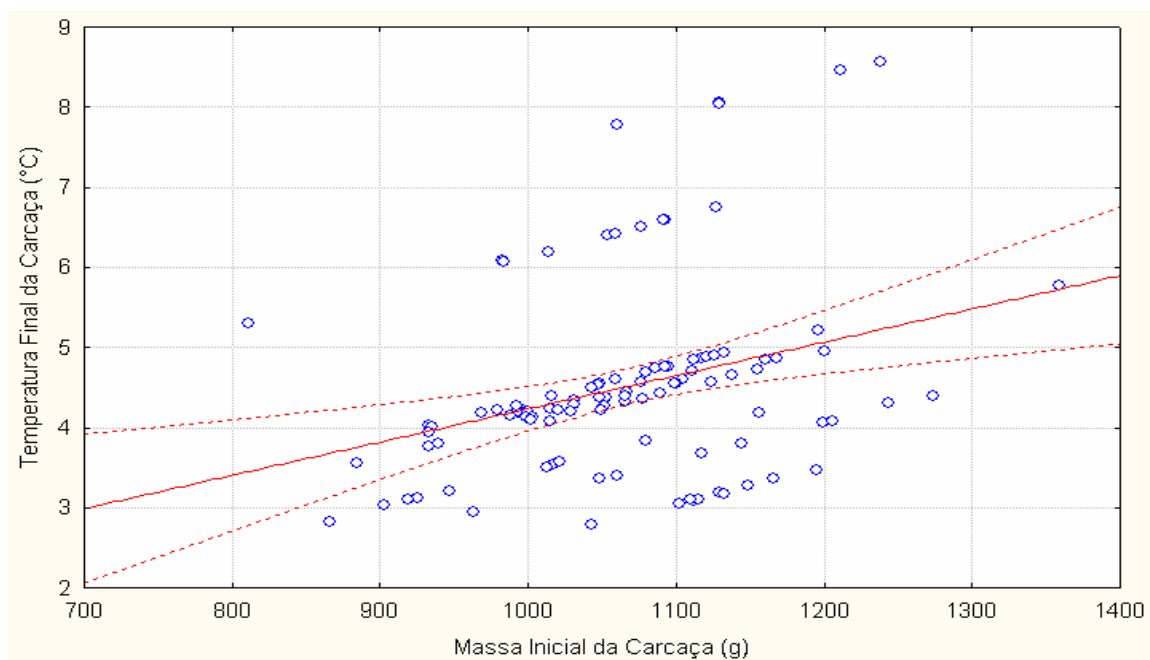
Tfpc - temperatura no final do pré-chiller

Tic - temperatura no início do chiller

Tfc - temperatura no início do chiller

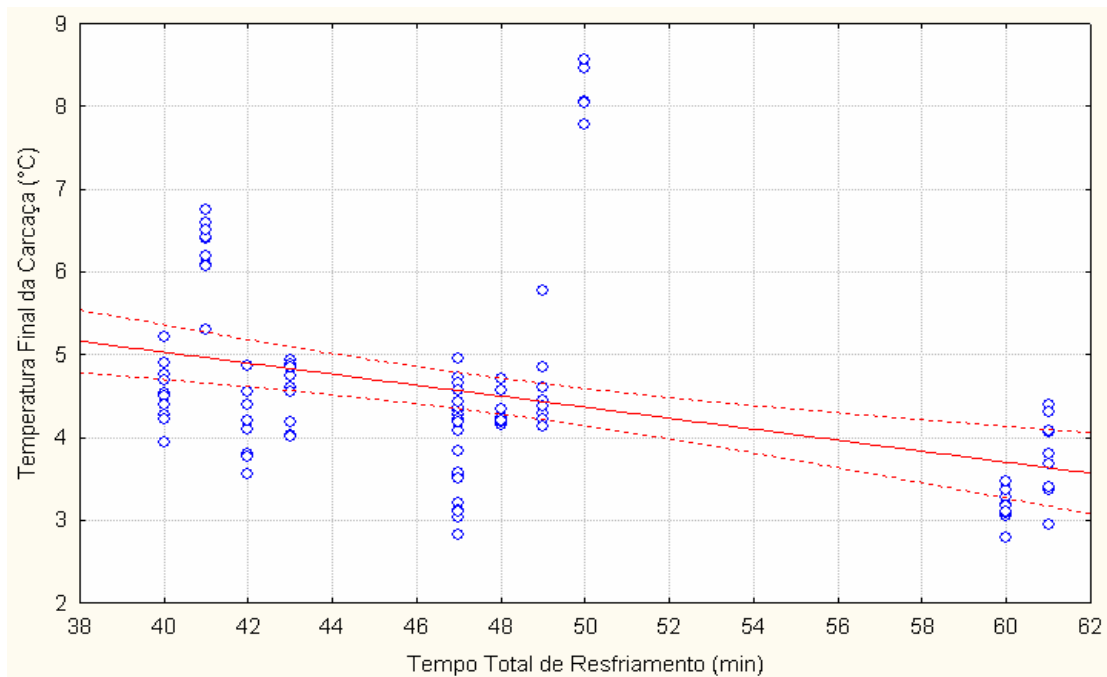
Bomba – vazão de ar comprimido

O valor  $p$  para bastante abaixo de 0,05 (95% de confiança) mostra que essas variáveis são bastante significativas no processo de abaixamento de temperatura da carcaça de frango. As outras variáveis demonstraram valor  $p$  bastante altos, logo não influenciando significativamente nesse processo.



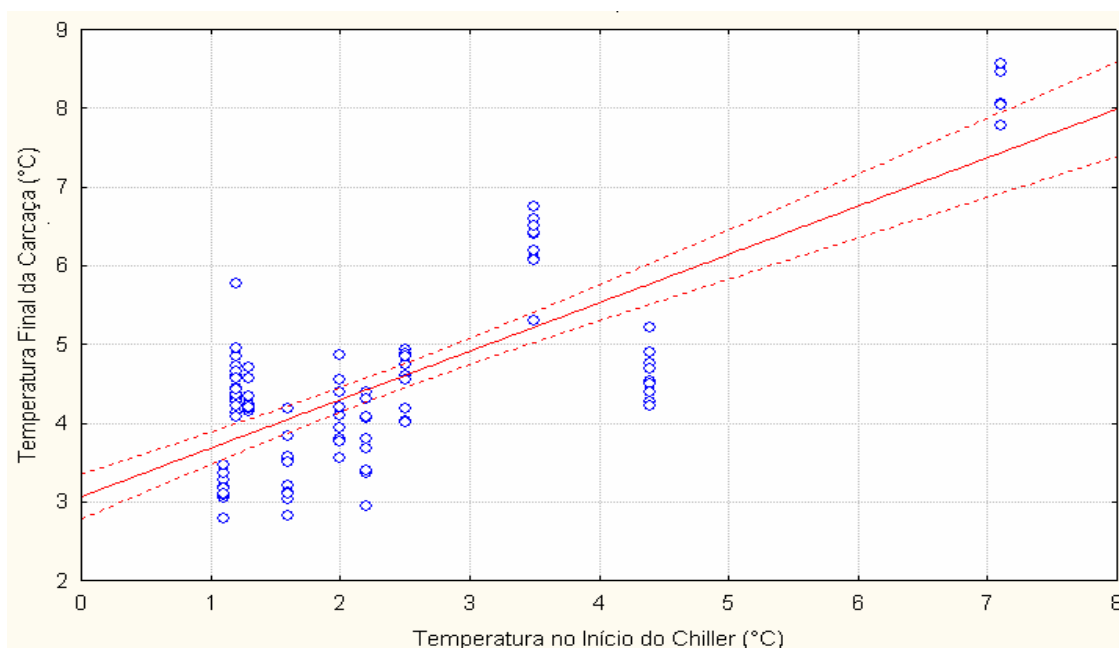
**Gráfico 5** Valores preditos da temperatura final da carcaça água em função da massa inicial da carcaça de frango.

Os resultados mostram que quanto menor a massa inicial da carcaça de frango há uma tendência de que sua temperatura no final do processo de resfriamento seja menor. O gráfico 5 mostra essa tendência nos testes feitos em *chiller* industrial, onde frangos mais pesados apresentaram temperaturas maiores na saída do tanque de resfriamento.



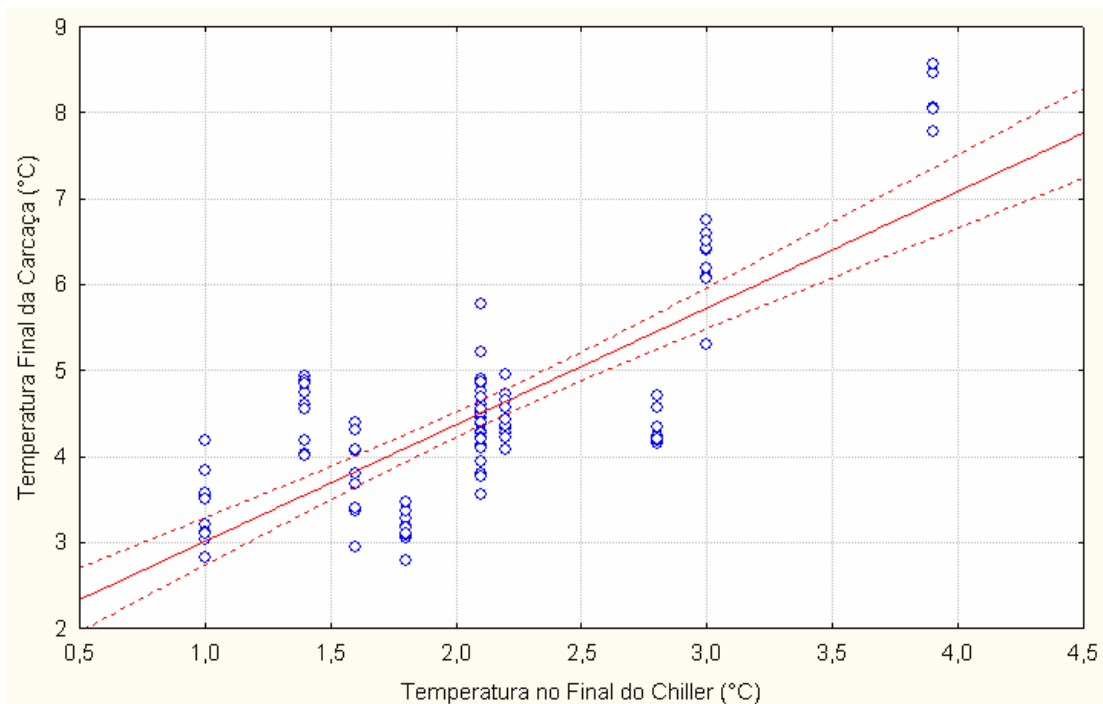
**Gráfico 6** Valores preditos da temperatura final da carcaça água em função do tempo total de resfriamento.

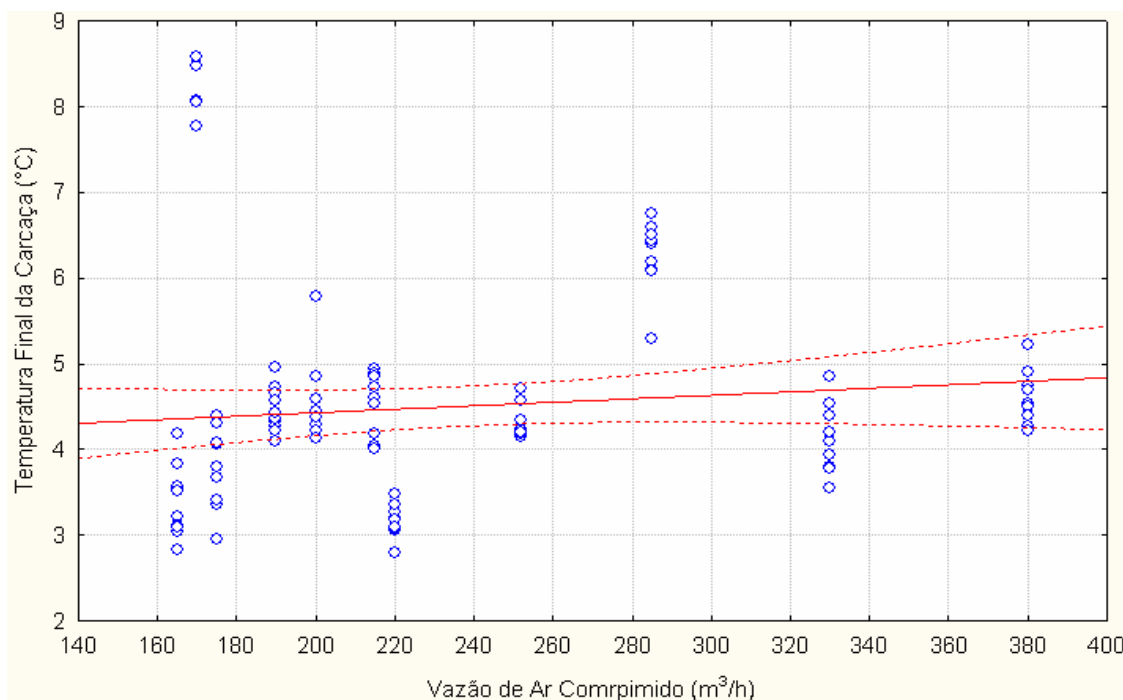
Os testes foram realizados considerando um intervalo dentre 1 hora e 2 minutos de resfriamento e 40 minutos de resfriamento. O tempo total de resfriamento, dentro deste intervalo de tempo, também se mostrou significativo na transferência de calor no processo. Quanto mais tempo a carcaça permanece dentro dos tanques de água gelada, menor sua temperatura no final do resfriamento, o que é mostrado no gráfico 6 mostra, apesar do resíduo. Essa tendência vai ao encontro do descrito na literatura, que indica que em geral, para tempos maiores de imersão e com o aumento da agitação se acelera a transferência de calor do produto (NEVES FILHO, 1997).



**Gráfico 7** Valores preditos da temperatura final da carcaça água em função da temperatura no início do *chiller*.

O gráfico 7 mostra que a temperatura no início do *chiller* influi positivamente na temperatura final da carcaça, ou seja, quanto maior a temperatura no início do *chiller*, maior a temperatura final do frango. O gráfico 8 mostra a mesma tendência pra a temperatura no final do tanque de resfriamento. Isso confere com a teoria, já que um meio com menor temperatura gera um maior gradiente de transferência de calor com a carcaça a ser resfriada, gerando um abaixamento da temperatura da carcaça. O mesmo comportamento foi observado por Carciofi (2005), que, em testes em *chiller* pito, verificou que a temperatura final da carcaça de frango era menor quando a água do tanque era de 1°C do que quando ela foi de 15°C.





## 5 CONCLUSÃO

- No processo estudado, o comportamento do abaixamento da temperatura do *chiller* e da absorção de água pela carcaça de frango se comportam como já descrito pela literatura.

- A temperatura no final do *chiller* é pouco influenciada pelas temperaturas no início do *chiller* e não influenciada significativamente pelas temperaturas do pré-*chiller*.

- A absorção de água pela carcaça de frango é influenciada significativamente pela temperatura no final do *chiller*, pelo peso inicial do frango e da vazão de ar da bomba de borbulhamento.

- O resfriamento da carcaça de frango é afetado significativamente pela temperatura no tanque de resfriamento (*chiller*), pelo tempo total de resfriamento, pelo peso inicial da carcaça e pela vazão de ar da bomba de borbulhamento.

- O aumento da vazão de ar comprimido no *chiller* tende a aumentar a temperatura final da carcaça de frango, ao contrário do que é descrito na literatura. Isso, provavelmente, deve-se ao fato de o ar comprimido é injetado quente no sistema, pois a tubulação de ar passar perto da caldeira instalada na unidade.



## 6 ANEXO

Ti (°C)	Tf (°C)	Mi (g)	Mf (g)	Absorção (%)	Tempo Resfriamento (min)	Tipc (°C)	Tfpc (°C)	Tic (°C)	Tfc (°C)	Bomba (m³/h)
35,8	2,6	1102	1198	8,711433757	60	3	1,7	1,1	1,8	220
36,9	3,5	1129	1166	3,277236492	60	3	1,7	1,1	1,8	220
36,8	2,7	1043	1090	4,506232023	60	3	1,7	1,1	1,8	220
35	2,8	1112	1158	4,136690647	60	3	1,7	1,1	1,8	220
36,5	3,2	1149	1244	8,268059182	60	3	1,7	1,1	1,8	220
36,9	3	1166	1217	4,373927959	60	3	1,7	1,1	1,8	220
35,8	2,5	1195	1254	4,937238494	60	3	1,7	1,1	1,8	220
35	2,9	1115	1158	3,856502242	60	3	1,7	1,1	1,8	220
34,8	4,2	1133	1245	9,885260371	60	3	1,7	1,1	1,8	220
36,3	3,3	1110	1183	6,576576577	60	3	1,7	1,1	1,8	220
36,6	5,7	811	881	8,631319359	41	7,9	4,2	3,5	3	285
35,9	8	1054	1098	4,174573055	41	7,9	4,2	3,5	3	285
37	6,7	983	1033	5,08646999	41	7,9	4,2	3,5	3	285
36,5	9,4	1093	1160	6,129917658	41	7,9	4,2	3,5	3	285
37,2	7,4	1127	1180	4,702750665	41	7,9	4,2	3,5	3	285
37,4	8	1092	1150	5,311355311	41	7,9	4,2	3,5	3	285
36	7,4	1059	1122	5,949008499	41	7,9	4,2	3,5	3	285
36,2	8,5	1076	1133	5,29739777	41	7,9	4,2	3,5	3	285
34,5	6	1014	1070	5,522682446	41	7,9	4,2	3,5	3	285
35,6	6,2	984	1050	6,707317073	41	7,9	4,2	3,5	3	285
35,3	4,2	993	1030	3,726082578	48	2,3	1,7	1,3	2,8	252
36,4	3,8	997	1066	6,920762287	48	2,3	1,7	1,3	2,8	252
36,5	4,6	994	1041	4,728370221	48	2,3	1,7	1,3	2,8	252
35,5	3,8	1077	1135	5,385329619	48	2,3	1,7	1,3	2,8	252
34,6	4,9	988	1022	3,441295547	48	2,3	1,7	1,3	2,8	252
34	4,1	1111	1166	4,95049505	48	2,3	1,7	1,3	2,8	252
33,5	4	1000	1091	9,1	48	2,3	1,7	1,3	2,8	252
32	4	1015	1080	6,403940887	48	2,3	1,7	1,3	2,8	252
34	3,8	1000	1036	3,6	48	2,3	1,7	1,3	2,8	252
34	4,1	1031	1066	3,394762367	48	2,3	1,7	1,3	2,8	252
37,1	4,5	1200	1250	4,166666667	61	6,2	2	2,2	1,6	175
35,7	3,4	963	1015	5,399792316	61	6,2	2	2,2	1,6	175
36,7	4,2	1144	1189	3,933566434	61	6,2	2	2,2	1,6	175
36,5	3,5	1049	1088	3,717826501	61	6,2	2	2,2	1,6	175
37,2	3,4	1048	1095	4,484732824	61	6,2	2	2,2	1,6	175
36,5	3,9	1118	1155	3,309481216	61	6,2	2	2,2	1,6	175
36,8	5,1	1206	1255	4,063018242	61	6,2	2	2,2	1,6	175
36,7	4,2	1274	1310	2,825745683	61	6,2	2	2,2	1,6	175
36,2	4,4	1060	1120	5,660377358	61	6,2	2	2,2	1,6	175
39,5	5,4	1244	1288	3,536977492	61	6,2	2	2,2	1,6	175
39,7	6,8	1060	1108	4,528301887	50	8,5	2,9	4	3,9	170
39,4	7,3	1211	1260	4,046242775	50	8,5	2,9	4	3,9	170
38,3	7,6	1112	1207	8,543165468	50	8,5	2,9	4	3,9	170
39,4	9,1	1320	1359	2,954545455	50	8,5	2,9	4	3,9	170
39	9	1174	1237	5,366269165	50	8,5	2,9	4	3,9	170
37	9,5	1276	1319	3,369905956	50	8,5	2,9	4	3,9	170
38,6	8,3	1160	1209	4,224137931	50	8,5	2,9	4	3,9	170
37,6	7,2	1129	1180	4,517271922	50	8,5	2,9	4	3,9	170
38,2	7,5	1238	1315	6,219709208	50	8,5	2,9	4	3,9	170
36,6	7,4	1129	1170	3,631532329	50	8,5	2,9	4	3,9	170
37,9	4,2	1359	1422	4,635761589	49	5	2	1,2	2,1	200
39,4	3,5	1031	1068	3,588748788	49	5	2	1,2	2,1	200
38	3,2	1053	1098	4,273504274	49	5	2	1,2	2,1	200
38,3	3,8	1067	1124	5,3420806	49	5	2	1,2	2,1	200
36,8	4,5	1161	1214	4,565030146	49	5	2	1,2	2,1	200
36,9	5,5	1105	1175	6,334841629	49	5	2	1,2	2,1	200

37,7	3	1020	1084	6,274509804	49	5	2	1,2	2,1	200
38,7	3,1	999	1039	4,004004004	49	5	2	1,2	2,1	200
39,2	3,5	1048	1092	4,198473282	49	5	2	1,2	2,1	200
37,5	2,9	1003	1046	4,287138584	49	5	2	1,2	2,1	200
38,5	5,3	1066	1102	3,377110694	47	2	1	1,2	2,2	190
38,6	5,9	1155	1188	2,857142857	47	2	1	1,2	2,2	190
38,7	5,8	1138	1204	5,799648506	47	2	1	1,2	2,2	190
39,4	4,7	1052	1088	3,422053232	47	2	1	1,2	2,2	190
39,7	5,9	1201	1224	1,915070774	47	2	1	1,2	2,2	190
37	5	1050	1098	4,571428571	47	2	1	1,2	2,2	190
38,8	4,9	1015	1047	3,15270936	47	2	1	1,2	2,2	190
38,2	5,7	1078	1120	3,896103896	47	2	1	1,2	2,2	190
37,8	5,2	1124	1231	5,19572954	47	2	1	1,2	2,2	190
38,7	5,6	1089	1144	5,050505051	47	2	1	1,2	2,2	190
35,3	3,6	947	990	4,540654699	47	3,8	1,9	1,6	1	165
35,4	3,7	925	965	4,324324324	47	3,8	1,9	1,6	1	165
37	2,9	903	963	6,644518272	47	3,8	1,9	1,6	1	165
36,1	3,2	919	965	5,005440696	47	3,8	1,9	1,6	1	165
35,6	3,7	1017	1045	2,753195674	47	3,8	1,9	1,6	1	165
34,8	3,4	866	902	4,15704388	47	3,8	1,9	1,6	1	165
35,5	4,2	1080	1109	2,685185185	47	3,8	1,9	1,6	1	165
36	3,5	1022	1067	4,403131115	47	3,8	1,9	1,6	1	165
34,8	3,2	1013	1058	4,44225074	47	3,8	1,9	1,6	1	165
36	4,1	1156	1199	3,719723183	47	3,8	1,9	1,6	1	165
37,5	3,8	969	993	2,476780186	43	4,2	3,1	2,5	1,4	215
37,8	5	1117	1152	3,133393017	43	4,2	3,1	2,5	1,4	215
38,3	3,4	933	955	2,357984995	43	4,2	3,1	2,5	1,4	215
37,4	4,1	1059	1082	2,171860246	43	4,2	3,1	2,5	1,4	215
37	3,9	1133	1175	3,706972639	43	4,2	3,1	2,5	1,4	215
37,1	5,2	1121	1151	2,67618198	43	4,2	3,1	2,5	1,4	215
38,1	5,2	1086	1109	2,11786372	43	4,2	3,1	2,5	1,4	215
37,6	3,8	1112	1159	4,226618705	43	4,2	3,1	2,5	1,4	215
36,2	3,1	935	972	3,957219251	43	4,2	3,1	2,5	1,4	215
37,1	3,5	1048	1087	3,721374046	43	4,2	3,1	2,5	1,4	215
38,1	4,9	1047	1099	4,966571156	40	5,5	2,1	4,4	2,1	380
38	4,7	992	1053	6,149193548	40	5,5	2,1	4,4	2,1	380
37,6	4,4	1043	1147	9,971236817	40	5,5	2,1	4,4	2,1	380
38,2	4,9	1126	1183	5,062166963	40	5,5	2,1	4,4	2,1	380
38	5,3	1095	1166	6,484018265	40	5,5	2,1	4,4	2,1	380
38,3	5,2	979	1032	5,413687436	40	5,5	2,1	4,4	2,1	380
38,5	6	1093	1128	3,202195791	40	5,5	2,1	4,4	2,1	380
37,9	4,7	1196	1258	5,183946488	40	5,5	2,1	4,4	2,1	380
38,1	5,2	1080	1117	3,425925926	40	5,5	2,1	4,4	2,1	380
38,4	5	1016	1085	6,791338583	40	5,5	2,1	4,4	2,1	380
37	3,7	933	989	6,002143623	40	5,1	2,5	2	2,1	330
37,1	2,8	1002	1072	6,986027944	42	5,1	2,5	2	2,1	330
36,8	2,3	885	921	4,06779661	42	5,1	2,5	2	2,1	330
36,5	2,7	940	1002	6,595744681	42	5,1	2,5	2	2,1	330
37,1	3,2	1168	1212	3,767123288	42	5,1	2,5	2	2,1	330
37,5	2,9	1066	1123	5,347091932	42	5,1	2,5	2	2,1	330
37	3,4	1100	1146	4,181818182	42	5,1	2,5	2	2,1	330
37,3	3,5	1099	1148	4,458598726	42	5,1	2,5	2	2,1	330
36,8	3,2	933	960	2,893890675	42	5,1	2,5	2	2,1	330
36,5	3,9	1029	1077	4,664723032	42	5,1	2,5	2	2,1	330

## 7 BIBLIOGRAFIA

ABEF. **Exportação da carne de frango.** Disponível em: [http://www.abef.com.br/noticias\\_portal/exibenoticia.php?notcodigo=341](http://www.abef.com.br/noticias_portal/exibenoticia.php?notcodigo=341). Acesso em: 07 julho de 2008.

ALLEN, V.M. et al. Hygiene aspects of modern poultry chilling. **International Journal of Food Microbiology** , London, v.58, n.1, p.39-48, 2000.

AVICULTURA INDUSTRIAL. Disponível em <[www.aviculturaindustrial.com.br](http://www.aviculturaindustrial.com.br)> Acesso em: julho de 2008.

BARBUT, S. Primary Processing of Poultry. In: **Poultry Products Processing: an industry guide.** Boca Raton: CRC Press, 2002. 1 CD-ROM.

BERGMANN, G.P.; RITTER, R. Eficácia do sistema de pré-resfriamento de frangos em tanques sobre a redução da contaminação bacteriana de carcaças. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v.17, n.108, p.97-103, maio 2003.

BERSOT, L.S. Efeito do pré-resfriamento em chiller sobre a contaminação superficial de carcaças de frango. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MEDICINA VETERINÁRIA, 29., 2002, Gramado. Resumos. Gramado: Sociedade de Veterinária do Rio Grande do Sul, 2002. cc. Spu, n.283.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Portaria nº 210, de 10 de novembro de 1998. Regulamento Técnico da Inspeção Tecnológica e Higiênico Sanitária da Carne de Aves. **Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil**. Poder Executivo, Brasília, DF, 26 nov. 1998, Seção 1, p. 226. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/sislegisconsulta/consultarLegislacao.do;jsessionid=c0a8017bce6e605ebdab351418a818ae6e4ed694375.e3uQbNaTa3iSe3iPahmLchqNay1ynknvrkLOIQzNp65In0>> Acesso em: 30 ago. 2008.

CARCIOFI, B. A. M. **Estudo do Resfriamento de Carcaças de Frango em Chiller de Imersão em Água**. 2005. 81f - Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Departamento de Engenharia Química e de Engenharia de Alimentos, UFSC, Florianópolis, 2005.

CARCIOFI, B.A.M.; LAURINDO, J.B. Water uptake by poultry carcasses during cooling by water immersion. **Chemical Engineering and Processing**, Lousanne, Sz, 2006.

COSTA, P.S.; CARVALHO, A.L.T. Análise de perigos e pontos críticos de controle na linha de produção de frango inteiro congelado. 6º Congresso Brasileiro de Higienistas de Alimentos – resumos, 2001.

DINÇER, I. (1997). **“Heat Transfer in Food Cooling Applications”**. Washington: Ed. Taylor & Francis, 399 p.

FORREST, J. et al. **Fundamentos de ciencia de la carne**. Zaragoza: Acribia, 1979.

GOMIDE, L.A.M. **Tecnologia de abate e tipificação de carcaças**. Viçosa: UFV, 2006. 370p.

GRILL, C.O. et al. The effects on the microbiological condition of product of carcass dressing, cooling, and portioning processes at a poultry packing plant. **International Journal of Food Microbiology**, London, v.110, p.187-193, 2006.

HARGINS, B.M.; HIGGINS, S.E.; THAXTON, Y.V. Logrando um major control de patógenos. **Carnetec**, Chicago, v.11, n.6, p.25-27, nov./dez. 2004.

INCROPERA, F. P.; DEWITT, D. P. (1998). “*Fundamentos de Transferência de Calor e Massa*” – Ed. LCT-Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., Rio de Janeiro - RJ, 4<sup>a</sup> edição, págs. 2, 118-120, 154, 448.

KATZ, M.; DAWSON, L.E. Water absorption and retention by cut up broiler parts chilled in polyphosphate solutions. **Poultry Science**, v.43, p.1541-1546, 1964.

LAURINDO, J. B; HENSE, H; CARCIOFI, B. (2003). Relatórios 1, 2 e 3 do projeto “Desenvolvimento tecnológico dos processos industriais da Perdigão”, sub-projeto “Resfriamento e congelamento de carcaças e de corte de aves”. Videira-SC.

LÓPEZ, E.C. Mermas de proceso: hidratación y perdida de producto vendible. **Indústria Avícola**, Morent Morris, US, p.10-14, 2006. Disponível em: <[http://www.industriaavicoladigital.com/industriaavicola/200610/?pg=10&search=merma&per\\_page=5&results\\_page=1&doc\\_id=9705](http://www.industriaavicoladigital.com/industriaavicola/200610/?pg=10&search=merma&per_page=5&results_page=1&doc_id=9705)>. Acesso em: 15 jul. 2008.

NEVES FILHO, L. C. (1978). “*Estudo de Algumas Variáveis no Resfriamento Contínuo por Imersão de Frango*” – Tese (Mestrado em Engenharia de Alimentos), FEA/UNICAMP. Campinas-SP.

NEVES FILHO, L. C. **Refrigeração e alimentos**. Campinas: UNICAMP, 1997. p.354

OBDAM, J. Resfriamento de carcaça de aves em ar ou água – implicações microbiológicas e de qualidade da carne. Disponível em: <[http://www.ital.sp.gov.br/ctc/eventos/terceiro\\_congresso/3.doc](http://www.ital.sp.gov.br/ctc/eventos/terceiro_congresso/3.doc) > Acessado em: 17 de julho de 2008

OLIVO, RUBISON. **O mundo do frango: cadeia produtiva de carne de frango.** Criciúma, SC, 2006.

PAOLAZZI, E. **Estudo das principais variáveis que afetam a temperatura e a absorção de água em carcaças de frango, durante o resfriamento por imersão.** 2005. Monografia (Curso de Engenharia de Alimentos) – Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos, UFRGS, Porto Alegre, 2006.

POSTOLSKI, J.; GRUDA, Z. **Tecnología de la congelación de los alimentos.** Zaragoza: Acribia, 1986. 631 p.

SCHIMIDHOFER, T. Sacrificio de aves. In: PRANDL, O. et al.(Ed.). **Tecnología e higiene de la carne.** Zaragoza: Acribia, 1994. Cap.3, p.142-167.

YOUNG, L.L.; SMITH, D.P. Moisture retention by water- and air-chilled chicken broilers during processing and cut up operations. **Poultry Science**, Champaign, US, v.83.n.1, p.119-122. 2004.