

## Área: Engenharia de Alimentos

# EFEITO DA TEMPERATURA, TEMPO E CLORAÇÃO SOBRE A ABSORÇÃO E *DRIP* NA ETAPA DE PRÉ-RESFRIAMENTO DE CARCAÇAS DE FRANGO

**Cristina Pasqualli, Maitê Guazzelli, Renata Eberth, Elci Lotar Dickel, Luciana Ruschel  
dos Santos, Luciane Maria Colla, Christian Oliveira Reinehr\***

*Laboratório de Tecnologia de Carnes, Curso de Engenharia de Alimentos, Faculdade de Engenharia  
e Arquitetura, Universidade de Passo Fundo*

*\*E-mail: reinehr@upf.br*

## RESUMO

O processamento industrial básico da carne de frango é similar em muitas indústrias, seguindo diversas etapas. 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. 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. Nesta etapa, além da redução da temperatura, ocorre absorção de água pelas carcaças, então 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. Neste trabalho foram estudados os parâmetros de processo, temperatura (1 °C e 3 °C), tempo (25 min e 35 min) e cloração (1 mg/L e 3 mg/L) no processo de pré-resfriamento, sendo avaliada a absorção de água e *drip* das carcaças de frango. O fator que apresentou maior influência nos resultados da absorção foi a temperatura, pois quanto maior a temperatura maior a absorção. Já para os resultados do *drip test* nenhum fator influenciou significativamente e todos os valores encontrados estão de acordo com a legislação.

**Palavras-chave:** carcaças de frango, chiller, absorção, *drip*.

## 1 INTRODUÇÃO

O consumo mundial de carne de frango e conseqüentemente a sua produção é crescente. De acordo com a Associação Brasileira de Exportadores de Frango (MAROSO, 2008), a produção de carne de frango no Brasil no ano de 2006 foi de 9.336.00 toneladas,

sendo destas 948.659 toneladas exportadas, e se somarmos ainda os produtos de cortes e industrializados de frango, esta quantia supera 2.712.000 toneladas. Deste modo, o Brasil produz quase 15 % da carne de frango produzida no mundo e aparece como o maior exportador mundial (ISOLAN, 2007).

As indústrias brasileiras, quase na sua totalidade, resfriam as aves removendo o calor em tanques de inox preenchidos com água e gelo, onde as carcaças são colocadas e transportadas por um sistema de rosca sem fim. Este equipamento é conhecido como “chiller”. Geralmente são utilizados acoplados dois destes tanques de pré-resfriamento (“pré-chiller de lavagem” e “chiller resfriador”), porém algumas plantas industriais possuem até três destes tanques em série (CARCIOFI, 2005).

Na entrada do pré-chiller, as carcaças encontram-se com aproximadamente 38 °C (podendo chegar a 42 °C) e o abaixamento da temperatura se faz necessário. Além de promover o abaixamento da temperatura muscular, este estágio tem como função lavar a carcaça, removendo resíduos de sangue, a microflora contaminante e outras matérias orgânicas indesejáveis para a boa conservação e qualidade do produto, remissíveis da etapa de lavação por aspersão de água ocorrida anteriormente à entrada no tanque (OLIVO, 2006).

Ao final do primeiro tanque, as carcaças apresentam a temperatura em torno de 25 °C. Esta faixa de temperatura, nos primeiros momentos post mortem é importante, pois o resfriamento não pode ocorrer de forma abrupta. O resfriamento rápido, com baixas temperaturas, pode promover o encurtamento das fibras musculares pelo frio, levando a redução da maciez da carne, embora as fibras brancas (maior percentual em frangos) sejam menos sensíveis a esse fenômeno (OLIVO, 2006).

O próximo estágio, de pré-resfriamento, é o chiller, o qual deve apresentar temperatura máxima de 4 °C. A empresa utiliza temperatura média da água de 8 °C a 2 °C para pré-chiller e chiller, respectivamente, conforme o tamanho das carcaças (OLIVO, 2006).

A baixa temperatura do chiller retira rapidamente o calor da carcaça, a qual chega ao final da operação (45 a 60 min depois), com a temperatura interna máxima de 7 °C, medida no centro do peito. Para as carcaças destinadas ao congelamento imediato, tolera-se a temperatura de até 10 °C. O abaixamento rápido da temperatura causa contração dos tecidos e sela a umidade natural e a absorvida no pré-chiller, bem como evita a continuidade da absorção (OLIVO, 2006).

Promovendo a movimentação das carcaças dentro dos tanques com água é possível atingir um efeito adicional de “lavagem” da carcaça, e para isso há entrada de ar no sistema, através de aeradores, os quais além de movimentar a carcaça, ainda colaboram para que haja uma temperatura homogênea em todo o sistema. Isso pode promover um aumento nas taxas de resfriamento e de absorção de água pelas carcaças (ISOLAN, 2007).

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 (CARCIOFI, 2005).

Segundo a Portaria 210, 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. E a renovação de água ou água gelada dos pré-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 pré-resfriador”) (BRASIL, 1998).

Ainda de acordo com a Portaria 210, 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 e no chiller, observando-se o tempo máximo de permanência das carcaças no primeiro, de trinta minutos. 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 deva ser igual ou inferior a 4 °C ao final do chiller (BRASIL, 1998).

O pré-resfriamento, quando realizado com temperatura, tempo de permanência das carcaças e cloração adequadas, dentro da legislação, promove a diminuição da flora microbiana presente nas carcaças de frango e assim tem-se a preservação da qualidade das carcaças. Portanto, o controle de cloração da água, tempo e a temperatura devem ser constantemente monitoradas visando manter estes parâmetros dentro do permitido, caso contrário, a população de bactérias na água do tanque torna-se tão alta a ponto de provocar contaminação cruzada nas carcaças que ali passam.

Objetivou-se com este trabalho o estudo dos parâmetros temperatura, tempo e cloração no processo de pré-resfriamento de carcaças de frango.

## 2 DESENVOLVIMENTO

### 2.1 MATERIAL E MÉTODOS

#### 2.1.1 Local

Os experimentos foram realizados no Frigorífico Nova Araçá, localizado na Vila Zuchetti, município de Nova Araçá, Rio Grande do Sul, o qual processa carne de frango para a empresa Agrogen S/A Agroindustrial.

#### 2.1.2 Delineamento experimental

A Tabela 1 apresenta a matriz do planejamento fatorial completo  $2^3$ , sendo três fatores de estudo variando em dois níveis para o pré-resfriamento da carne de frango e mais três pontos centrais.

Tabela 1: Matriz do planejamento fatorial completo para o pré-resfriamento

<b>Experimento</b>	<b>Temperatura (°C)</b>	<b>Tempo (min)</b>	<b>Cloração (mg/L)</b>
1	1	25	1
2	3	25	1
3	1	35	1
4	3	35	1
5	1	25	3
6	3	25	3
7	1	35	3
8	3	35	3
9	2	30	2
10	2	30	2
11	2	30	2

Foram realizados testes de absorção e *drip* para cada experimento, sendo que foram utilizadas dez carcaças de frango para o teste da absorção e seis carcaças para o *drip test*.

### 2.1.3 Determinação da absorção

A seleção das amostras foi ao acaso após a saída do último chuveiro da calha de evisceração, sendo as mesmas marcadas com um lacre para identificar as carcaças analisadas juntamente com as demais. As carcaças testadas foram pesadas após um prévio escoamento da água retida nas cavidades, determinando assim o peso inicial ( $P_i$ ). O peso final ( $P_f$ ) foi obtido através da pesagem das carcaças logo após saírem da etapa pré-resfriamento em imersão, sendo que a pesagem só foi realizada após o gotejamento das mesmas.

A quantidade de água absorvida durante o processamento foi calculada através da Equação 1 sendo esta expressa em porcentagem.

$$A = \frac{(P_f - P_i)}{P_i} * 100 \quad (1)$$

A Equação 1 representa a diferença ( $D$ ) entre o peso inicial ( $P_i$ ) e o peso final ( $P_f$ ) multiplicada por 100 e dividida pelo peso inicial ( $P_i$ ), determinando-se assim o percentual de água absorvida ( $A$ ) durante o processamento.

### 2.1.4 Determinação do gotejamento (*drip test*)

Para o método do gotejamento seis amostras foram marcadas com um lacre antes de entrar no pré-resfriamento e em seguida foram levadas em caixas de papelão separadamente para a câmara de estocagem, onde após congeladas foram retiradas e levadas até a sala da Garantia da Qualidade para a realização do teste, sendo mantidas em uma temperatura de  $-12$  °C até o momento da análise.

As carcaças selecionadas foram pesadas obtendo-se assim a medida " $M_0$ ", em seguida foi retirada de dentro da embalagem, a mesma sendo pesada, obtendo a medida " $M_1$ ". Posteriormente as amostras foram colocadas em sacos de plásticos e imersas a um banho de

água a uma temperatura de 42 °C. O tempo de imersão está relacionado com peso da carcaça de frango.

Para as carcaças de frango com um peso superior a 2300 g foi deixado mais 7 minutos por 100 g adicionais. Após o período de imersão, amostras ficaram durante uma hora em temperatura ambiente entre 18 °C e 25 °C. Em seguida, as carcaças e as vísceras foram retiradas da embalagem, sendo pesadas juntamente com a mesma, obtendo a medida “M<sub>2</sub>”. A medida “M<sub>3</sub>” foi obtida através da pesagem da embalagem que continha as vísceras.

A porcentagem de líquido perdido da ave congelada é determinada pela Equação 2.

$$\% \text{ de líquido perdido da ave congelada} = \frac{M_0 - M_1 - M_2}{M_0 - M_1 - M_3} * 100 \quad (2)$$

#### 2.1.5 Tratamento dos dados

Foi realizada análise de variância, o cálculo dos efeitos e o teste de comparação de médias (Tukey) com um nível de significância de 5%, para com isso avaliar quais os fatores influenciaram no processo, e como os mesmos atuaram.

## 2.2 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 2 apresenta os dados obtidos de cada experimento para absorção e *drip test* com seus respectivos desvios padrões.

Segundo a Portaria 210 (BRASIL, 1998), as carcaças de frango não podem apresentar a absorção acima de 8%. Sendo assim, os resultados obtidos encontram-se de acordo com a legislação, com exceção do experimento 6.

A Tabela 3 apresenta os resultados obtidos na análise de variância para os testes de absorção e *drip*.

Observando a Tabela 3, analisando a probabilidade de não haver diferença (p), tem-se que os três fatores não influenciaram individualmente no teste da absorção, porém quando combinados obteve-se uma probabilidade de não haver diferença menor que 0,05. A interação que mais influenciou foi a dos fatores tempo e cloração, apresentando o maior valor de F (p=0,0212), seguida pela interação da temperatura com o tempo (p=0,0265) e interação da

temperatura, tempo e cloração ( $p=0,0374$ ). Verificou-se também que o fator tempo encontra-se em todas as interações que influenciaram nos resultados obtidos, sendo o tempo um fator importante para a absorção, pois quanto maior o tempo de permanência das carcaças na etapa de pré-resfriamento, maior será a absorção de água pelas carcaças que ali passam.

Tabela 2: Resultados obtidos para os testes de absorção e *drip*

Experimento	Absorção (%)	<i>Drip test</i> (%)
1	5,702 ± 0,701	5,770 ± 0,702
2	6,150 ± 1,162	4,621 ± 0,920
3	6,623 ± 0,774	5,783 ± 0,670
4	6,718 ± 0,902	3,935 ± 0,464
5	6,442 ± 0,833	6,008 ± 0,510
6	9,023 ± 1,435	5,783 ± 0,702
7	6,749 ± 1,182	5,293 ± 1,012
8	5,434 ± 0,653	5,048 ± 0,512
9	7,159 ± 0,546	4,032 ± 0,740
10	6,817 ± 0,912	5,647 ± 0,350
11	7,303 ± 0,471	4,478 ± 0,851

Tabela 8: Resultados da análise de variância para o teste da absorção

Fonte de variação	Absorção		<i>Drip</i>	
	F	p	F	p
Temperatura ( $X_1$ )	6,5632	0,1245	2,1614	0,2793
Tempo ( $X_2$ )	6,4554	0,1262	0,8088	0,4634
Cloração ( $X_3$ )	12,0884	0,0737	0,7355	0,4815
$X_1 \cdot X_2$	36,1993	0,0265	0,0928	0,7894
$X_1 \cdot X_3$	1,0494	0,4134	1,1474	0,3962
$X_2 \cdot X_3$	45,6595	0,0212	0,1082	0,7735
$X_1 \cdot X_2 \cdot X_3$	25,1878	0,0375	0,0827	0,8007
Teste de falta de ajuste	8,3467	0,1018	0,9872	0,4251

Não foram observadas diferenças significativas ( $p>0,05$ ) entre os tratamentos em nenhuma das variáveis relacionadas à cloração de 1 mg/L e na condição com cloração de 3 mg/L e temperatura de 1°C. Entretanto, pode ser observado que houve diferença numérica na temperatura de 3°C e cloração de 3 mg/L entre o tempo de 25 min e o de 35 min ( $p=0,0001$ )

durante o processamento. Sendo que quando na temperatura de 3°C e cloração de 3 mg/L quando o tempo passa de 25 min para 35 min a absorção a absorção diminui drasticamente.

Sant'anna (2008) analisou o sistema de resfriamento e absorção de água em um *chiller* industrial e concluiu que 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. 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.

Sant'anna (2008) verificou 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.

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 (SANT'ANNA, 2008).

Ainda Sant'anna (2008) constatou que 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.

Carciofi (2005) estudou os fenômenos simultâneos de transferência de calor e de absorção de água pelas carcaças nos *chillers* e verificou que as 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. O tempo total de resfriamento 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.

Seguindo estas afirmações, os resultados encontrados neste trabalho para absorção, além da maioria estar dentro da legislação vigente, mostram que estão de acordo com os resultados obtidos por Sant'anna (2008) e Carciofi (2005), isto é, quanto maior a temperatura da água do *chiller* maior será absorção de água da carcaça.

Para o *Drip Test* as carcaças de frango não podem apresentar o valor acima de 6%, estando assim de acordo com a Portaria 210 (BRASIL, 1998). Analisando as médias, todos os resultados obtidos encontram-se de acordo com a legislação.

Nenhum dos fatores, assim como as suas interações influenciaram no resultado, devido a terem apresentado a probabilidade de não haver diferença maior que 0,05.

Barreto (2009) determinou através do método de *drip test*, o teor de líquido perdido por degelo de carcaças congeladas de frango comercializadas no município de Recife e constatou que 40% das 30 amostras analisadas apresentaram anormalidades quanto ao teor de água resultante de seu descongelamento, isto é, obtiveram valores acima de 6% no método do *drip test*.

Franco (2007) estudou o efeito das variações térmicas, durante o armazenamento sob congelamento, na perda de umidade em carcaças de frango e verificou que as carcaças de frango conservadas sob congelamento, quando sofrem elevadas oscilações de temperatura de conservação, podem apresentar resultado de *drip test* acima do estabelecido por lei. Além disso, constatou que a faixa de temperatura de conservação considerada crítica por proporcionar resultados de *drip test* acima do preconizado pela legislação, sob as condições do presente trabalho, está em aproximadamente -3°C.

Os estudos apresentados anteriormente se diferem dos resultados obtidos neste trabalho, em que nenhum fator influenciou significativamente na análise do *drip test*, devido à variabilidade dos parâmetros estudados.

### 3 CONCLUSÃO

O fator que apresentou maior influência nos resultados da absorção foi a temperatura, pois quanto maior a temperatura maior a absorção. Já para os resultados do *drip test* nenhum fator influenciou significativamente e todos os valores encontrados estão de acordo com a legislação.

### REFERÊNCIAS

BARRETO, A. M. Q. A. S. *Dripping test em carcaças congeladas de frango comercializadas no município de Recife*. Monografia (Especialização em Higiene e Inspeção de Produtos de Origem Animal). Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Recife, 2009.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Divisão de produtos de origem animal. Portaria nº210, 10 de novembro de 1998. Regulamento técnico de inspeção tecnológica e sanitária de carnes de aves. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 26 nov., 1998. Seção 1.

CARCIOFI, B. A. M. *Estudo do resfriamento de carcaças de frango em chiller de imersão em água*. 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos), Centro Tecnológico, Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

FRANCO, F. O. *Efeito da variação térmica na perda de umidade em carcaças de frango*. 2007. Dissertação (Mestrado em Ciências de Alimentos) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, 2007.

ISOLAN, L. W. *Estudo da eficiência da etapa de pré-resfriamento por imersão em água no controle da qualidade microbiológica das carcaças de frango*. 2007. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias na área de Medicina Veterinária Preventiva), Faculdade de Veterinária, Curso de Pós-Graduação em Ciências Veterinária, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

MAROSO, M. T. D. *Efeito da redução de temperatura de carcaças de frango na multiplicação de microrganismos*. 2008. Dissertação (Mestrado em Pós-Graduação em

Ciências Veterinárias), Faculdade de Veterinária, Curso de Pós-Graduação em Ciências Veterinária, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

OLIVO, R. *O mundo do frango: cadeia produtiva da carne de frango*/editado por Rubison Olivo. Criciúma, SC: ed.do autor 2006.

SANT'ANNA, V. *Análise dos fatores que afetam a temperatura e absorção de água de carcaças de frango em chiller industrial*. 2008. Monografia (Graduação em Engenharia de alimentos) - Instituto de Ciências e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.