UNIVERSIDADE REGIONAL INTEGRADA DO ALTO URUGUAI E DAS MISSÕES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE ALIMENTOS
CAMPUS DE ERECHIM
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGRÁRIAS

AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO DE DIFERENTES ITENS DE CORTES DE FRANGOS DURANTE O CONGELAMENTO

GABRIEL ZANARDO DOS SANTOS

Erechim, 16 de Março de 2018.

S237a Santos, Gabriel Zanardo dos
Avaliação do comportamento de diferentes itens de cortes de frangos durante o congelamento / Cristhian dos Santos Teixeira. - 2018.
43f.

Dissertação (mestrado) – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Erechim, 2018.

"Orientação: Eunice Valduga, Rogério Luis Cansian"

1. Frango 2. Congelamento 3. Alimentos I. Título

C.D.U.: 664

Catalogação na fonte: bibliotecária Sandra Milbrath CRB 10/1278

GABRIEL ZANARDO DOS SANTOS

AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO DE DIFERENTES ITENS DE CORTES DE FRANGOS DURANTE O CONGELAMENTO

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre, pelo Programa de Pós Graduação em Engenharia de Alimentos, Departamento de Ciências Agrárias da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – Campus de Erechim.
Orientadores: Prof.ª Dr.ª Eunice Valduga
Prof. Dr. Rogério Luis Cansian

Erechim, 16 de março de 2018.

GABRIEL ZANARDO DOS SANTOS

AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO DE DIFERENTES ITENS DE CORTES DE FRANGOS DURANTE O CONGELAMENTO

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre, pelo Programa de Pós Graduação em Engenharia de Alimentos, Departamento de Ciências Agrárias da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – Campus de Erechim.

Erechim, 16 de março de 2018.

BANCA EXAMINADORA

_____
Prof.ª Eunice Valduga, D.Sc.
(URI - Erechim)

_____
Prof. Rogério Luis Cansian, D.Sc.
(URI - Erechim)

_____
Adriane Pegoraro Brustolin, D.Sc.
(AURORA - Erechim)

_____
Profª. Geciane Toniazzo Backes, D.Sc.
(URI - Erechim)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a DEUS, por ter me permitido chegar até aqui, e por toda a força concedida na concretização desse sonho. Além disso, agradeço a Ele por todas as pessoas que cruzaram meu caminho e que fizeram parte desta caminhada, todas muitíssimo especiais.

Aos meus pais, José e Denise, meu infinito agradecimento. Por sempre acreditarem em minha capacidade e me acharem capaz de realizar meus sonhos. Isso só me fortaleceu. Obrigado pelo amor incondicional!

Aos meus orientadores, Eunice Valduga e Rogério Luis Cansian, por toda a paciência, empenho e sentido prático com que me orientaram neste trabalho. Muito obrigado por terem me corrigido quando necessário sem nunca me desmotivar.

Enfim, agradeço a todos aqueles que aqui não foram mencionados, mas que contribuíram direta ou indiretamente para que este trabalho fosse realizado.

RESUMO

A avicultura brasileira tem apresentado um desempenho invejável nas últimas décadas, representando uma importante fonte econômica ao país. O objetivo do presente estudo foi avaliar o comportamento de diferentes itens de cortes de frango quando submetidos ao congelamento, na busca pelo atendimento à temperatura máxima de -18˚C, conforme regulamentação para os itens de exportação e o direcionamento de estratégias industriais de distribuição de produtos nas etapas de paletização, congelamento e estocagem. Observou-se que a retenção de itens de baixa circulação na câmara de estocagem assegura que os itens não ultrapassem o limite de temperatura estabelecido em legislação. Com este estudo são possíveis reduções de até 196 % do tempo de retenção no túnel para os cortes de Coxa e Sobrecoxa, de 12 % para Peito com osso e de até 70 % para Asa inteira, quando comparado com o tempo atual praticado.

Palavras-chave: Carne. Frango. Congelamento. Alimentos. Túnel.

ABSTRACT

The Brazilian poultry industry has presented an enviable performance in the last decades, representing an important economic source to the country.The objective of the present study was to evaluate the behavior of different cuts of chicken when submitted to freezing, in the search for the maximum temperature of -18˚C, according to the regulation for the export items and the direction of industrial strategies of distribution of products in the stages of palletizing, freezing and storage.It was observed that the retention of items of low circulation in the storage chamber ensures that the items do not exceed the temperature limit established in legislation.With this study, reductions of up to 196% of the retention time in the tunnel for Thigh and Mast cuts, 12% for Chest with bone and up to 70% for whole Wing are possible, when compared to the current time practiced.

Keywords: Beef. Chicken. Freezing. Foods. Tunnel.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Exportações de carne de frango *in natura* por unidades da Federação – Brasil – 2015 e 2016. 15

Tabela 2 – Temperaturas médias nos diferentes níveis do túnel de congelamento. ...30

Tabela 3 - Tempo de retenção dos diferentes produtos no túnel de congelamento. ...31

Tabela 4 - Variação de temperatura dos diferentes produtos na montagem do palete. 32

Tabela 5 - Variação de temperatura dos produtos após remonte de palete. 33

Tabela 6 – Redução do tempo de retenção de cortes de frango no túnel de congelamento (-18ºC). 38

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Evolução do abate anual de frangos – Brasil – 2005 a 2016.....14
Figura 2 – Evolução do peso total de carcaças de frangos- Brasil – 2005 a 2016.....14
Figura 3 – Fluxograma do processo de abate de aves (BRASIL, 1998, adaptada). ...16
Figura 4 – Esquema do fluxo interno do túnel.....29
Figura 5 – Distribuição das temperaturas nos principais pontos da câmara de estocagem.....34
Figura 6 - Comportamento médio (A) e máximo (B) de congelamento das coxas e sobrecoxas.....35
Figura 7 - Comportamento médio de congelamento de peito com osso.....36
Figura 8 - Comportamento médio (A) e máximo (B) de congelamento de asa inteira. 37

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 11

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 13

2.1 Cenário da produção e comercialização da carne de frango 13
2.2 Processamento da carne de frango 15
2.2.1 Recepção e Pendura 17
2.2.2 Insensibilização 18
2.2.3 Sangria 18
2.2.4 Escaldagem 19
2.2.5 Depenagem 19
2.2.6 Evisceração 20
2.2.7 Pré-resfriamento e Resfriamento 20
2.2.8 Gotejamento 21
2.2.9 Classificação das Carcaças 22
2.2.10 Embalagem 22
2.2.11 Congelamento 22
2.2.12 Estocagem 23
2.3 Cadeia do frio 23
3. MATERIAL E MÉTODOS 26

3.1 Amostragem 26
3.2 Distribuição dos produtos no túnel de congelamento e estratégias de otimização da etapa de congelamento 27
3.3 Descrição de estratégias de otimização do sistema de paletização 27
3.4. Análise Estatística 28
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO 29

4.1 Estrutura do Túnel de Congelamento 29
4.2 Avaliação do tempo de retenção dos diferentes produtos no túnel de congelamento 30
4.3 Variação de temperatura na montagem do palete. 32
4.4 Temperatura da câmara de estocagem 34
4.5 Avaliação do comportamento de diferentes cortes de frango durante o congelamento. 35
5 CONCLUSÃO 39

6 REFERENCIAL TEÓRICO 40

1. INTRODUÇÃO

A avicultura brasileira tem apresentado um desempenho invejável nas últimas décadas, representando uma importante fonte econômica ao país. O consumo interno de carne de frango saltou dos 4 kg *per capita* na década de 60 para 36,7 kg em 2006, constituindo-se numa importante fonte proteica à população. O Brasil é o maior produtor mundial de frangos, com volume aproximado de 9,4 milhões de toneladas e, pelo terceiro ano consecutivo, o maior exportador mundial, com volume de 2,7 milhões de toneladas (ABEF, 2003; UBA, 2005).

Nos últimos anos, a preocupação com a produção de alimentos tem aumentado. Além da crescente demanda provocada pelo aumento da população humana, houve uma alteração dos hábitos alimentares, com crescente preocupação com a qualidade do produto, a saúde e a segurança alimentar (BERNABÉU & TENDERO, 2005).

Segundo Castillo (2001), a qualidade da carcaça e da carne de frango é cada vez mais exigida, devido a uma série de mudanças no hábito de consumo, como cortes e produtos desossados de carne que estão sendo mais procurados para o processamento, crescimento do consumo de produtos de preparo rápido.

A solução para atender à demanda atual, em quantidade e qualidade suficientes, é desafiadora. Segundo a Food and Agriculture Organization (FAO, 2008), o atual e frágil sistema global de produção de alimentos inevitavelmente necessitará de novas tecnologias de produção e intensificação dos atuais modelos. Essa visão gera discussões: Chiu & Lin (2009) citam que as melhorias nas tecnologias agrícolas não são suficientes para acabar com a fome no mundo, que dietas à base de carne contribuíram para a pressão sobre o sistema alimentar e que uma das soluções seria a substituição desse hábito por uma alimentação vegetal.

Em função deste cenário, aliado com a alta do câmbio, que aumentou os lucros das empresas exportadoras na conversão para a moeda nacional, buscaram-se alternativas para manter o crescimento financeiro que vinha sendo obtido ao longo dos anos. Com isso, alternativas inteligentes de reduções de custos de produção foram aplicadas e outra alternativa que foi de suma importância para a manutenção do resultado financeiro foi de explorar a abertura de novos mercados importadores,

buscando, assim, aumentar percentual de produtos produzidos destinados ao mercado externo.

A cadeia de frio compreende todo processo de armazenamento, conservação, distribuição, transporte e manipulação dos produtos alimentares, tendo em vista o controle e a manutenção adequada das baixas temperaturas necessárias para garantir a cadeia de frio. O congelamento em corrente de ar (em túneis) é o método mais utilizado na indústria de carnes (PEREIRA et al., 2010).

Com a crescente demanda da exportação de cortes de frangos congelados para o mercado chinês, identificou-se em uma unidade industrial a oportunidade de maximizar os resultados focando no direcionamento de itens para o mercado externo e a necessidade de atendimento aos padrões de qualidade exigidos pelas legislações vigentes (BRASIL, 1998). Neste contexto, identificou-se um gargalo industrial quando se tratava da garantia ao atendimento à temperatura dos produtos para a exportação. Sendo assim, objetivo do presente estudo foi avaliar o comportamento de diferentes itens de cortes de frango (Asa Inteira (Exp.) – Interfoliado, Ponta da Asa (Exp.) – Interfoliado, Pés (Exp.) – Interfoliado, Meio da Asa (Exp.) – Interfoliado, Coxa e Sobrecoxa – Interfoliada, Coxinha da Asa – Interfoliada, Meio da Asa – Interfoliado, Coxa – Interfoliada, Meio Filé de Peito – Interfoliado, Peito com Osso – Interfoliado, Peito com Osso – Pacote 1 Kg, Peito com Osso – Individual, Sobrecoxa – Pacote 1 Kg, Peito com Osso – Interfoliado, Frango Inteiro Temperado, Filezinho – Pacote 1 Kg, Coxa e Sobrecoxa – Individual e Peito com Osso – Individual) quando submetidos ao congelamento, na busca pelo atendimento à temperatura máxima de -18˚C, conforme regulamentação para os itens de exportação e o direcionamento de estratégias industriais de distribuição de produtos nas etapas de paletização, congelamento e estocagem.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste item são apresentados aspectos da literatura referentes ao cenário da produção e comercialização da carne de frango no cenário nacional e mundial, fluxograma da produção de cortes de frango e os aspectos gerais do comportamento da carne de frango durante o processo de congelamento.

2.1 Cenário da produção e comercialização da carne de frango

Nos últimos anos, o mercado consumidor de carne de aves tem crescido consideravelmente e com isso, a produção de carne de aves, também, cresceu e veio acompanhada por uma maior diversificação de produtos, principalmente os de elaboração de itens de conveniência, em detrimento da comercialização de carcaças inteiras e/ou cortes. Esta tendência ocorreu em razão da mudança de hábitos da população, já que a praticidade, conveniência, qualidade nutritiva e segurança alimentar, com preços acessíveis, são condições básicas para os negócios na área da alimentação. Sob este aspecto, a carne de frango apresenta vantagens, pois além de apresentar as referidas características, não sofre restrições religiosas e culturais (OLIVO, 2006).

Novos mercados abriram as portas para aves e ovos, e outras foram reabertas para suínos. Outros grandes importadores (como China e México) ampliaram os números de plantas habilitadas (32, no total). Neste cenário, as exportações totais da avicultura e da suinocultura atingiram, em 2015, US$ 8,7 bilhões, ou R$ 25 bilhões. A produção de frango superou 13,1milhões de toneladas – assumindo o segundo lugar mundial, que antes era da China. Em ovos, foram 39 bilhões de unidades produzidas. (ABPA, 2016).

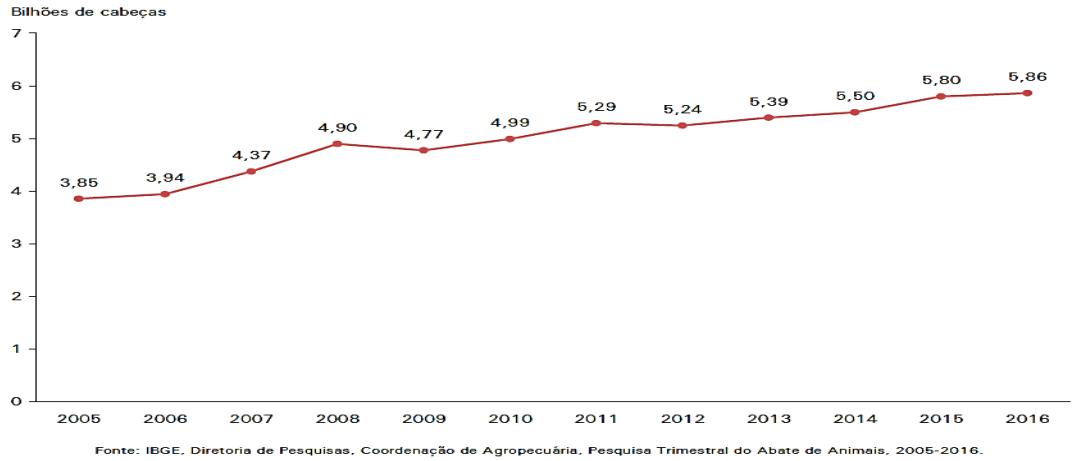
Em 2016, o custo do milho atingiu índices históricos de alta, superando em 100% a cotação máxima de anos anteriores. Com a alta das exportações do grão e a quebra de safra em determinados polos, faltou insumos para abastecer diversos polos de produção (ABPA, 2017).

Por outro lado, vivemos no Brasil uma crise sem precedentes. A retratação econômica impactou negativamente os níveis de consumo de proteína animal do Brasil. Com a elevação do desemprego e menor poder de compra, o mercado interno pagou o preço de uma economia desaquecida. Ao mesmo tempo, a variação cambial valorizou o Real, reduzindo nossa competitividade internacional (ABPA, 2017).

Para “salvar a lavoura”, as exportações viveram um momento histórico, com a alta das exportações de carne de frango e carne suína. Graças ao status sanitário brasileiro e ao profissionalismo da cadeia exportadora, a oferta de produtos no mercado interno foi equilibrada com o fortalecimento das exportações (ABPA, 2017).

No ano de 2016 foram abatidas 5,86 bilhões de cabeças de frango, aumento de 1,1 % em relação ao ano de 2015. A série histórica iniciou-se em 1997 e a Figura 1 mostra a evolução do abate de 2005 a 2016 (Figura 1) (IBGE, 2017).

Figura 1 – Evolução do abate anual de frangos – Brasil – 2005 a 2016.



Fonte: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Agropecuária, Pesquisa Trimestral do Abate de Animais, 2005-2016.

O peso acumulado das carcaças no abate de frangos em 2016 alcançou 13,25 milhões de toneladas, representando aumento de 0,8 % em relação ao ano de 2015. Na Figura 2 a série registra crescimento anual da produção em toneladas de carne de frango desde 2010 (IBGE, 2017).

Figura 2 – Evolução do peso total de carcaças de frangos- Brasil – 2005 a 2016.

Fonte: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Agropecuária, Pesquisa Trimestral do Abate de Animais, 2005-2016.

Na comparação entre os anos de 2016/2015, o Paraná foi o estado brasileiro que liderou as exportações de frangos para o mercado externo, apresentando a maior variação em números absolutos. A participação da Região Sul saiu de 74,8 % para 75,1 % no total exportado, e só não cresceu mais porque Santa Catarina e Rio Grande do Sul estiveram perto da estabilidade no que tange a variação de suas exportações (Tabela 1). Os estados da Região Sul, principais produtores de carne de frango, também são os principais exportadores.

Tabela 1 – Exportações de carne de frango *in natura* por unidades da Federação – Brasil – 2015 e 2016.

Unidades da Federação	2015	2016	Variação anual
	(Kg)		(%)
Brasil	**3.888.498.3231**	**3.959.393.834**	**1,8**
Paraná	1.390.206.931	1.449.767.433	4,3
Santa Catarina	829.028.276	836.649.779	0,9
Rio Grande do Sul	690.828.865	687.345.459	-0,5
São Paulo	245.536.408	258.981.982	5,5
Minas Gerais	195.495.061	211.214.581	8,0
Goiás	198.133.541	174.608.667	-11,9
Mato Grosso do Sul	162.495.259	157.192.542	-3,3
Mato Grosso	95.793.437	119.419.534	24,7
Distrito Federal	71.468.295	51.465.444	-28,0
Tocantins	936.752	5.207.630	455,9
Bahia	5.944.572	3.287.149	-44,7
Espírito Santo	1.593.000	2.374.620	49,1
Pernambuco	640.134	1.469.064	49,1
Paraíba	54.000	350.070	548,3
Roraima	0	30.000	..
Amazonas	0	29.880	..
Rondônia	343.790	0	..

.. não se aplica. – ausência de dados.
Fonte: Secretaria de Comércio Exterior, Secex/MDIC.

2.2 Processamento da carne de frango

O processamento das aves ocorre basicamente para que ocorra a conversão da carne em um produto comestível, eliminando componentes não desejados tais como:sangue, penas, vísceras, patas, cabeça e ainda evitar contaminação bacteriana. A qualidadefinal do produto depende não somente da condição em que estava a ave ao chegar ao local para ser processada, mas também como a ave é manipulada durante a

operação. Lesões, ossos quebrados, partes ausentes, altas quantidades de carcaças reprocessadas podem ocasionar perdas econômicas significativas (SARCINELLI et al., 2007). As operações de abate e processamento são apresentadas na Figura 3.

Figura 3 – Fluxograma do processo de abate de aves (BRASIL, 1998, adaptada).

2.2.1 Recepção e Pendura

De acordo com a Portaria nº 210 de 1998 do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 1998), a área destinada à recepção dos frangos deverá ser instalada em plataforma coberta, devidamente protegida dos ventos e incidência dos raios solares, dispondo de área suficiente, levando-se em conta a velocidade horária do abate e das operações realizadas. Quando não for possível o abate imediato, a espera deverá ser realizada em local específico com cobertura e ventilação e, conforme o caso, umidificação ambiente.

A programação do abate é extremamente importante, pois evita que os frangos passem por longos períodos de espera antes do abate, reduzindo a perda de peso da carcaça, a contaminação de carcaça por rompimento de vísceras (principalmente intestinos, que ficam muito sensíveis quando as aves passam por extensos períodos de jejum), redução das taxas séricas de glicose e o consumo das reservas de glicogênio (BILGILI, 1999).

Segundo Tavernari et al. (2012), o abate deverá obedecer à ordem de chegada dos caminhões e o tempo de descanso, evitando-se longos períodos de espera e de transporte associados ao jejum alimentar prolongado, que podem influenciar a incidência da mortalidade das aves.

Para que as aves sejam consideradas aptas ao abate, durante a inspeção *ante mortem*, é realizada a verificação documental e a condição sanitária do lote (TAVERNARI et al., 2012), além de conhecer o histórico do lote e identificar lotes de aves com suspeitas de problemas que, comprovadamente, justifiquem redução na velocidade normal de abate ou o abate em separado (ASSIS, 2013).

Na etapa de pendura, as gaiolas são removidas do caminhão para a esteira de transporte, na plataforma de recepção. Em seguida as aves são removidas das gaiolas, são penduradas pelas pernas em suportes ligados a nórea transportadora que é o ponto inicial da operação de abate (PEGORINI, 2005).

2.2.2 Insensibilização

A Portaria nº 210 de 1998 do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 1998), descreve que a insensibilização deve ser preferentemente por eletronarcose sob imersão em líquido, cujo equipamento deve dispor de registros de voltagem e amperagem e esta será proporcional à espécie, tamanho e peso das aves, considerando-se ainda a extensão a ser percorrida sob imersão. A insensibilização não deve promover, em nenhuma hipótese, a morte das aves e deve ser seguida de sangria no prazo máximo de 12 (doze) segundos.

Os estágios de abate e sangria são similares em determinados aspectos em todos os abatedouros. Nesses estágios, quando não realizados de forma correta, é que ocorrem as maiores perdas de produto e condenações. Independentemente do método utilizado e de exigências governamentais ou religiosas, o objetivo consiste em abater a ave de forma humanitária e remover o sangue da carcaça, e é um desafio conseguir fazê-lo sem contundir ou desclassificar a ave (MANUAL COOB, 2014).

2.2.3 Sangria

A Instrução Normativa nº 03 de 2000 do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2000) descreve que a operação de sangria deve ser iniciada logo após a insensibilização do animal, de modo a provocar um rápido, profuso e mais completo possível escoamento do sangue, antes que o animal recupere a sensibilidade. Após a seção dos grandes vasos do pescoço, não serão permitidas, na calha de sangria, operações que envolvam mutilações, até que o sangue escoe ao máximo possível.

De acordo com a portaria nº 210 de 10 de novembro de 1998 do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 1998), a sangria será realizada em instalação própria e exclusiva, denominada "área de sangria", voltada para a plataforma de recepção de aves. A operação de sangria será efetuada com as aves contidas pelos pés, em ganchos, apoiados em trilhagem aérea mecanizada. O comprimento do túnel corresponderá ao espaço percorrido pela ave, no tempo mínimo exigido para uma sangria total, de 3 min. Deverá ser levado em conta, também, o tempo que as aves deverão permanecer dependuradas pelos pés, antes da sangria, para

que haja fluxo de sangue à cabeça. A sangria é realizada com uma incisão próxima às vértebras cervicais, seccionando-se os vasos sanguíneos (UBA, 2008).

2.2.4 Escaldagem

De acordo com a Portaria nº 210 de 10 de novembro de 1998 do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 1998), obrigatoriamente, a escaldagem deverá ser executada logo após a sangria, sob condições definidas de temperatura e tempo, ajustados às características do lote em processamento, não se permitindo a introdução de aves ainda vivas no sistema. As aves poderão ser escaldadas pelos seguintes processos: por pulverização de água quente e vapor; por imersão em tanque com água aquecida através de vapor.

O objetivo da escaldagem é facilitar a liberação das penas. A água adensa as penas e facilita a fricção posterior nas depenadeiras. Também constitui uma importante barreira microbiológica, diminuindo as chances de disseminação da microflora superficial das aves no ambiente (ITAL, 1997).

2.2.5 Depenagem

A depenagem é efetuada mecanicamente por dedos vibratórios de borracha flexível em máquinas depenadeiras. Para que não haja resfriamento da carcaça com dificuldades para o saque das penas, a proximidade dos depenadores do tanque de escaldadura é recomendável (RIBEIRO, 1992)

A remoção da pena é facilitada quando as depenadeiras são localizadas perto dos tanques de escaldagem, de modo que a temperatura permaneça elevada durante a depenagem. Também, as depenadeiras podem ser responsáveis por alterações da carcaça, fraturas das asas, ossos quebrados, especialmente se os dedos de borracha forem gastos ou não posicionados corretamente (NORTHCUTT, 1997).

A regulagem dos dedos, segundo o tamanho das aves, facilitada pelo processamento de lotes de aves relativamente homogêneos, reduz problemas como traumas e hematomas nos músculos, hemorragias e fraturas nas pontas das asas com perda desse corte e consequentemente rendimento e lucratividade (CASTILLO, 1997).

2.2.6 Evisceração

Antes da evisceração, as carcaças deverão ser lavadas em chuveiros de aspersão dotados de água sob pressão, com jatos orientados em diversos sentidos para proporcionar que toda a carcaça seja lavada, inclusive os pés. Em sistemas de evisceração não automatizados, esses chuveiros poderão ser localizados no início da calha de evisceração ou na entrada da sala de evisceração. A evisceração não automatizada será, obrigatoriamente, realizada com as aves suspensas em ganchos de material inoxidável, presos em trilhagem aérea mecanizada, sob a qual deverá ser instalada uma calha de material inoxidável, não corrosível, de superfície lisa e de fácil higienização, de modo que as vísceras não comestíveis sejam captadas e carreadas para os coletores, ou conduzidos diretamente para a seção de subprodutos não comestíveis, denominado de graxaria (BRASIL, 1998).

A remoção das vísceras é a fase mais crítica do processo de abate de aves, quando a microbiota intestinal poderá, acidentalmente ou como resultado de operação defeituosa, ter acesso à carcaça, provocando contaminação cruzada. Além disso, por via manual também existe o perigo nas diferentes etapas de retirada das vísceras e coleta das que são comestíveis. Nesta etapa são numerosas as oportunidades para contaminação cruzada pelos implementos, equipamentos e mãos dos operadores, devido à possibilidade de rompimento das vísceras durante a retirada mecânica ou manual (ITAL, 1997).

Essa operação inclui a coleta de miúdos, que normalmente requer a limpeza da moela, coração e fígado. Nesta etapa, as aves são examinadas pelos inspetores federais, que verificam sua sanidade e também realizam-se a remoção de ferimentos, edemas e ossos quebrados (PEGORINI, 2005).

2.2.7 Pré-resfriamento e Resfriamento

Pré-resfriamento é o processo de rebaixamento da temperatura das carcaças de aves, imediatamente após as etapas de evisceração e lavagem, realizadas por sistema de imersão em água gelada e/ou água e gelo ou passagem por túnel de resfriamento, obedecidos os respectivos critérios técnicos específicos. Poderá ser efetuado através

de: aspersão de água gelada; imersão em água por resfriadores contínuos, tipo rosca sem fim ou resfriamento por ar em câmaras frigoríficas (BRASIL, 1998).

Ainda de acordo com a Portaria nº 210 de 10 de Novembro de 1998 do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 1998), a renovação de água ou água gelada dos resfriadores contínuos tipo rosca sem fim, durante os trabalhos, deverá ser constante e em sentido contrário à movimentação das carcaças (contracorrente). A temperatura da água residente, medida nos pontos de entrada e saída das carcaças do sistema de pré-resfriamento por imersão, não deve ser superior a 16ºC e 4ºC, respectivamente, no primeiro e último estágio, observando-se o tempo máximo de permanência das carcaças no primeiro, de trinta minutos. A temperatura das carcaças no final do processo de pré-resfriamento, deverá ser igual ou inferior a 7ºC. Tolera-se a temperatura de 10ºC para as carcaças destinadas ao congelamento imediato.

2.2.8 Gotejamento

O gotejamento é destinado ao escorrimento da água da carcaça decorrente da operação de pré-resfriamento. Ao final desta fase, a absorção da água nas carcaças de aves submetidas ao pré-resfriamento por imersão, não deverá ultrapassar a 8% de seus pesos. O gotejamento deverá ser realizado, imediatamente após o pré-resfriamento, com as carcaças suspensas em equipamento de material inoxidável, dispondo de calha coletora de água de gotejamento, suspensa e disposta ao longo do transportador (BRASIL, 1998).

Método do gotejamento "Drip Test" é utilizado para determinar a quantidade de água resultante do descongelamento de carcaças congeladas, auxiliando assim no controle interno da garantia da qualidade da indústria. Se a quantidade de água resultante, expressa em percentagem do peso da carcaça, com todas os miúdos/partes comestíveis na embalagem, ultrapassar o valor limite de 6 %, considera-se que a(s) carcaças(s) absorveu (eram) um excesso de água durante o pré-resfriamento por imersão em água. Ao analisar uma amostragem de 6 carcaças, a quantidade média de água resultante do descongelamento for superior a 6 %, considera-se que a quantidade de água absorvida durante o pré-resfriamento por imersão ultrapassa o valor limite, sendo necessário o controle de volume da água renovada dos resfriadores contínuos;

controle da cloração da água de abastecimento e o controle da velocidade e do volume da matança. Após o resfriamento, as aves são retiradas mecanicamente do chiller através de uma rampa coletora, sendo as carcaças destinadas à sala de processamento. Dependendo da estrutura de alimentação das salas de processamento, as aves poderão ser submetidas ao primeiro momento de seleção, separando as aves para produção de frango inteiro ou corte (EMBRAPA, 2007).

2.2.9 Classificação das Carcaças

As aves após o gotejamento podem seguir dois destinos: serem embaladas inteira ou espostejada (cortado em partes) para posterior acondicionamento, embalagem e resfriamento e/ou congelamento, estando pronto para expedição (BRASIL, 1998).

2.2.10 Embalagem

Após a classificação das carcaças, segundo Ebert (2007), são destinadas a embalagem do frango inteiro ou enviadas à sala de cortes; local onde é realizado o fracionamento do mesmo em cortes específicos; e consecutivamente a embalagem dos produtos. Já nas caixas após a embalagem, os mesmos são encaminhados ao túnel de congelamento se o produto for destinado ao congelamento ou direto para a expedição se o mesmo será vendido apenas resfriado.

2.2.11 Congelamento

As maiores mudanças que ocorrem na carne de frango durante o armazenamento em congelamento se referem à maciez, cor e desenvolvimento de sabores estranhos (YOON, 2002). Contudo, alguns autores reportam que as propriedades sensoriais da carne de peito de frango não parecem ser afetadas significativamente pelo armazenamento em congelamento (LYON & LYON, 2002).

2.2.12 Estocagem

A estocagem de aves congeladas deverá ser realizada em câmaras próprias, com temperatura nunca superior a -18ºC. O setor deve possuir termômetro e aparelhos de mensuração e registros de temperaturas (BRASIL, 1998).

2.3 Cadeia do frio

O congelamento dos alimentos é considerado uma técnica excelente para a conservação de suas qualidades. De maneira geral, o congelamento preserva o sabor, a textura e o valor nutricional dos alimentos melhor do que qualquer outro método de conservação e, em função disso, quantidades cada vez maiores de alimentos têm sido congeladas no mundo (GEORGE, 1993).

A conservação da carne por resfriamento e congelamento, bem como da maioria dos alimentos, tem sido recomendada, pois tem uma grande capacidade de manter as características químicas, organolépticas e nutritivas do produto o mais próximas possível das características iniciais, e ainda dificulta a ação desfavorável de microorganismos e enzimas (SOUTHGATE, 1992).

A conservação de produtos alimentares, através do frio, teve uma enorme adesão, pois, além de assegurar as propriedades originais dos alimentos, permite a redução de desperdícios causados pela deterioração, maturação ou contaminação dos alimentos. Não obstante, a crescente urbanização mundial e a necessidade da existência de stocks de alimentos em grandes quantidades nos mercados mundiais, leva a que a refrigeração desempenhe um papel extremamente importante na manutenção da qualidade e segurança alimentar (JAMES & JAMES, 2010).

A qualidade da carne de frango congelada depende da temperatura do tecido muscular e da velocidade de resfriamento após o abate, sendo que as velocidades das reações bioquímicas são reduzidas em baixas temperaturas. Essa qualidade é identificada através de parâmetros físico-químicos, tais como: aparência, textura, suculência, pH, sabor entre outros (VENTURINI, SARCINELL, SILVA, 2007).

É no processo de cadeia de frio, que os alimentos são expostos a baixas temperaturas, geralmente através de um túnel de congelamento, fazendo com que os

mesmos atinjam na maior brevidade possível a temperatura adequada ao armazenamento congelado, com temperatura final igual ou inferior a –18ºC, com o consequente processo de cristalização (VIEIRA, 2007).

A cadeia de frio compreende todo processo de armazenamento, conservação, distribuição, transporte e manipulação dos produtos alimentares, tendo em vista o controle e a manutenção adequada das baixas temperaturas necessárias para garantir a cadeia de frio. Qualquer falha nesta cadeia pode comprometer a qualidade dos produtos alimentares, pois as velocidades das reações químicas, bioquímicas e microbiológicas estão diretamente relacionadas com a temperatura, causando assim, impacto nos produtos alimentares a nível nutricional e na própria qualidade do mesmo (PEREIRA et al., 2010).

O congelamento em corrente de ar (em túneis) é o método mais utilizado na indústria de carnes. A velocidade de congelamento, que pode ser rápida ou lenta, afeta as propriedades físicas e químicas da carne. Durante o congelamento lento, a temperatura do produto permanece próximo ao ponto de congelamento inicial durante bastante tempo. A velocidadede congelamento está em torno de 0,05 ºC/min. Já no congelamento rápido, a temperatura do produto cárneo a ser congelado cai rapidamente abaixo do ponto de congelamento inicial, causando menos efeitos prejudiciais do que o congelamento lento. A velocidade de congelamento está em torno de 0,5ºC/min (ROÇA, 2000).

Nos túneis de congelamento a temperatura constante é de -36ºC, e o processo de congelamento deve ser variante de acordo com produto que esta sendo congelado. Em relação à carne do frango, sabe-se que a peça inteira leva cerca de 10 horas para atingir a temperatura de -25ºC a -35ºC e sair do túnel de congelamento dentro do padrão para comercialização, pronto para receber sua embalagem final e seguir no processo. Já o túnel de congelamento de cortes e miúdos leva cerca de 15 horas para o congelamento dos produtos, e estes seguirem no processo (GONÇALVES, 2008).

Uma medida importante é evitar nas câmaras um empilhamento exagerado da carne de frango congelado embalada em caixas, de maneira que o peso seja superior à resistência mecânica das caixas, e evitando o esmagamento do produto. Por isso, a prática de armazenamento FIFO é utilizada, evitando que produtos armazenados anteriormente permaneçam no estoque e cheguem a vencer o prazo de validade dentro da câmara. A oscilação da temperatura leva a exsudação que deixa a carne de frango

pouco suculenta quando preparada, além do aumento da temperatura possibilitar o desenvolvimento de microrganismos (BUENO, 2008).

As variações de temperatura dentro de uma câmara podem ser evitadas através de emprego de isolamento adequado, termostatos calibrados e apropriados, empilhamento apropriado das embalagens na câmara, circulação adequada do ar e supervisão de armazenamento. A utilização de proteção nas portas das câmaras frias, como cortinas, pode reduzir a carga térmica em até 80 %, com a utilização de portas tipo impacto, e de 60 a 80% com a utilização de cortinas de ar verticais. Os principais fatores que afetam os custos de resfriamento, encontram-se na quantidade de horas de operação, na temperatura do meio de resfriamento, e nos tipos de embalagem, entre outros (BUENO, 2008).

3. MATERIAL E MÉTODOS

Neste item serão descritos os procedimentos experimentais para o diagnóstico da situação atual do processo de congelamento de distintos cortes de frango que são direcionados para itens de exportação, bem como, sugestões de alterações no processo que visem a otimização das etapas de paletização, congelamento e estocagem.

3.1 Amostragem

Utilizando aparelhos data logger (Multitrip – Multi Use Data Logger) foram realizadas amostragens de tempo para que diferentes cortes de frango (Asa Inteira (Exp.) – Interfoliado, Ponta da Asa (Exp.) – Interfoliado, Pés (Exp.) – Interfoliado, Meio da Asa (Exp.) – Interfoliado, Coxa e Sobrecoxa – Interfoliada, Coxinha da Asa – Interfoliada, Meio da Asa – Interfoliado, Coxa – Interfoliada, Meio Filé de Peito – Interfoliado, Peito com Osso – Interfoliado, Peito com Osso – Pacote 1 Kg, Peito com Osso – Individual, Sobrecoxa – Pacote 1 Kg, Peito com Osso – Interfoliado, Frango Inteiro Temperado, Filezinho – Pacote 1 Kg, Coxa e Sobrecoxa – Individual e Peito com Osso – Individual), produzidos levam para atender à temperatura de -18˚C, mantendo o fluxo normal de produção.

As caixas utilizadas para a amostragem foram retiradas da esteira que direciona os produtos para o túnel contínuo de congelamento, já pronta para o congelamento e consequente paletização e expedição. Para cada caixa feita em papelão, com tamanho de 58 cm x 30cm, foi utilizado um aparelho data logger com dois pontos de medição de temperatura, um no interior do produto, localizado na extremidade lateral e o outro no interior do produto localizado no centro da caixa. Após a inserção do aparelho no produto, o mesmo retornou para a esteira do túnel contínuo de congelamento e foi direcionada para o congelamento, permanecendo por 30h para garantia do atendimento da temperatura de -18˚C e de coleta dos dados.

Após a saída dos produtos do túnel de congelamento, os data loggers foram retirados e as temperatura s registradas.

3.2 Distribuição dos produtos no túnel de congelamento e estratégias de otimização da etapa de congelamento

O túnel contínuo é composto por um sistema de bandejadas, onde consiste em 19 níveis na vertical, 12 níveis na horizontal (cada nível na horizontal é uma "bandeja") e cada "bandeja" possui a capacidade para 24 caixas de 58 cm X 30 cm, sendo o primeiro nível para a saída dos itens congelados. Considerando que alguns itens requerem um tempo menor de túnel do que outros foi avaliado o agrupamento de 24 caixas de itens que possuíam tempos de retenção semelhantes, visando garantir a permanência do tempo suficiente para que todos os itens da bandejada atendam a temperatura de -18˚C (BRASIL, 1998) na saída do túnel contínuo sem que a bandejada permaneça por um período de tempo desnecessário, desta forma, otimizando a ocupação do túnel.

Com o intuito de garantir que os itens de exportação permaneçam o tempo necessário no túnel, considerando os 19 níveis verticais do túnel contínuo, os planos de produção de todos os itens produzidos na unidade e o tempo necessário para que estes itens permaneçam retidos no túnel, foi avaliada a criação de subdivisões nos níveis verticais do túnel, sendo destes 19 níveis, 5 para frango inteiro e miúdos, 11 para itens de mercado interno, sendo que para os itens presentes nestes 16 níveis a temperatura necessária na saída do túnel foi de -12˚C e 3 níveis para os itens de exportação, onde necessitam atender à temperatura de -18˚C na saída do túnel.

3.3 Descrição de estratégias de otimização do sistema de paletização

Após a saída dos itens do túnel contínuo, as caixas passam por uma máquina seladora. Posteriormente, as amostras são direcionadas ao detector de metais e em seguida a paletização.

No entanto, há diferença de volume de massa dos itens produzidos, sendo que os cortes de frango de menor volume de produção levavam um tempo maior para a completa montagem do palete.

Como estratégia, inicialmente avaliou-se o tempo de montagem do palete para cada item de exportação produzido e seu consequente ganho de temperatura durante a paletização. Desta forma, os itens de menor circulação foram agrupados em caixas destes itens em um mesmo palete e direcionados para a câmara de estocagem. Estes itens somente foram retirados e remontados quando a quantidade de caixas completou o palete, visando eliminar o aumento da temperatura para itens de baixa circulação.

3.4. Análise Estatística

Os dados de temperatura coletados foram tratados estatisticamente pela análise de variância (ANOVA) e comparação das médias pelo teste de Tukey, com 5 % de significância, utilizando o software Statistica versão 5.0 (StatsoftInc, USA).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

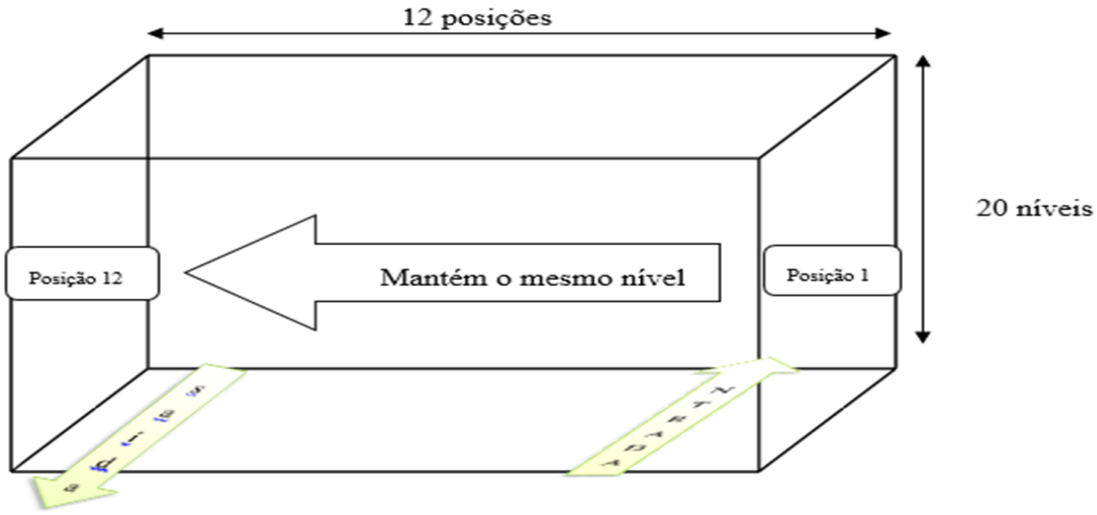
4.1 Estrutura do Túnel de Congelamento

O túnel de congelamento possui uma estrutura para fornecer alta potência de refrigeração (-39ºC). O produto é colocado em uma esteira e transportado até a esteira de alimentação do túnel, onde esta alimenta o equipamento conforme a sua capacidade.

A estrutura do túnel é formada por 20 níveis verticais, sendo um destes níveis apenas parasaída das caixas e 12 posições horizontais, de acordo com a Figura 4. Para cada uma das 12 posições horizontais, existe uma bandejada, sendo esta uma composição de 24 caixas. Sendo assim, o túnel contínuo conta com uma capacidade de 5.472 caixas.

O fluxo de entrada de produto no túnel é de uma bandejada por vez. Quando é completada esta bandejada, a mesma é direcionada para um dos 19 níveis do túnel, sempre na posição 1. A cada vez que uma bandejada é adicionada na posição 1 de um determinado nível, automaticamente a bandejada de posição 12 é retirada do túnel.

Figura 4 – Esquema do fluxo interno do túnel.



A temperatura média no interior do túnel contínuo é de -39,1ºC, sendo amostrada em 5 subdivisões de 4 níveis do túnel, conforme apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 – Temperaturas médias nos diferentes níveis do túnel de congelamento.

<table>
<tr><th>Nível</th><th>Temperatura (ºC)</th><th>Nível</th><th>Temperatura (ºC)</th></tr>
<tr><td>1</td><td rowspan="4">-39,1 ± 1,3</td><td>13</td><td rowspan="4">-39,2 ± 1,5</td></tr>
<tr><td>2</td><td>14</td></tr>
<tr><td>3</td><td>15</td></tr>
<tr><td>4</td><td>16</td></tr>
<tr><td>5</td><td rowspan="4">-39,1 ± 1,5</td><td>17</td><td rowspan="3">-39,1 ± 1,6</td></tr>
<tr><td>6</td><td>18</td></tr>
<tr><td>7</td><td>19</td></tr>
<tr><td>8</td><td rowspan="5">Média</td><td rowspan="5">-39,1 ± 1,5 *</td></tr>
<tr><td>9</td><td rowspan="4">-39,0± 1,5</td></tr>
<tr><td>10</td></tr>
<tr><td>11</td></tr>
<tr><td>12</td></tr>
</table>

* Sem diferença estatística pelo teste de Tukey com 95% de confiança.

A temperatura no interior do túnel pode ser influenciada por diversos fatores internos ou externos, como a temperatura de entrada dos produtos no túnel, caso esta esteja elevada pode influenciar na temperatura interna. Exceder a capacidade máxima do túnel, misturar diversos itens no sistema, portas do túnel abertas, evaporadores obstruídos, falta de degelo e manutenção preventiva também são fatores que influenciam diretamente na temperatura interna do túnel.

4.2 Avaliação do tempo de retenção dos diferentes produtos no túnel de congelamento

A avaliação do tempo de retenção no túnel de congelamento e temperatura dos principais itens produzidos é apresentada na Tabela 3.

Tabela 3 - Tempo de retenção dos diferentes produtos no túnel de congelamento.

Produto	N	Tempo de Túnel	Temp. Inicial (˚C)	Temp. Final (˚C)
ASA INTEIRA (Exp.) – Interfoliado	25	18h 15min	6,6 ± 0,5	$-18,5^{b}$ ± 0,5
PONTA ASA (Exp.) - Interfoliado	25	16h 50min	5,6 ± 0,5	$-18,8^{b}$ ± 0,5
PÉS (Exp.) – Interfoliado	25	16h 16min	4,5 ± 0,5	$-18,6^{b}$ ± 0,5
MEIO DA ASA (Exp.) – Interfoliado	25	15h 41min	7,5 ± 0,5	$-18,5^{b}$ ± 0,5
Coxa e Sobrecoxa - Interfoliada	25	24h 10min	4,9 ± 0,5	$-15,4^{c}$ ± 0,5
Coxinha da Asa - Interfoliada	25	24h 7min	6,0 ± 0,5	$-15,2^{c}$ ± 0,5
Meio da Asa - Interfoliado	25	23h 40min	8,0 ± 0,5	$-18,7^{b}$ ± 0,5
Coxa - Interfoliada	25	23h 30min	4,9 ± 0,5	$-22,9^{a}$ ± 0,5
Meio Filé de Peito - Interfoliado	25	20h 23min	5,0 ± 0,5	$-13,8^{de}$ ± 0,5
Peito com Osso - Interfoliado	25	16h 36min	5,1 ± 0,5	$-14,5^{cd}$ ± 0,5
Peito com Osso – Pacote 1 Kg	25	16h 22min	5,9 ± 0,5	$-12,2^{f}$ ± 0,5
Peito com Osso - Individual	25	13h 57min	6,0 ± 0,5	$-12,3^{f}$ ± 0,5
Sobrecoxa – Pacote 1 Kg	25	13h 40min	7,6 ± 0,5	$-13,2^{e}$ ± 0,5
Peito com Osso - Interfoliado	25	12h 40min	4,5 ± 0,5	$-13,2^{e}$ ± 0,5
Frango InteiroTemperado	25	12h 40min	3,0 ± 0,5	$-14,0^{d}$ ± 0,5
Filezinho – Pacote 1 Kg	25	11h 40min	3,0 ± 0,5	$-12,4^{f}$ ± 0,5
Coxa e Sobrecoxa - Individual	25	11h 20min	3,2 ± 0,5	$-13,0^{ef}$ ± 0,5
Peito com Osso - Individual	25	09h 30min	4,0 ± 0,5	$-15,0^{c}$ ± 0,5

Médias ± desvio padrão seguidas de mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$).

Conforme a Tabela 3 observa-se que os itens apresentam comportamento de congelamento distintos. Para itens com a denominação “Exp.” (exportação) o tempo de permanência no túnel é relativamente maior devido à necessidade de obterem a temperatura final de -18ºC, diferente dos demais itens que necessitam atender à temperatura de -12ºC.

Grupos de itens como peito e perna, por terem uma densidade maior e presença de ossos, necessitam um tempo maior para o atendimento à temperatura ideal em relação a itens como as partes da asa, filé de peito e filezinho.

4.3 Variação de temperatura na montagem do palete

Na Tabela 4 são apresentados os tempos de paletização de diferentes itens produzidos comparando os mesmos com a variação de temperatura durante o tempo total para completar um palete.

Tabela 4 - Variação de temperatura dos diferentes produtos na montagem do palete.

Variação de temperatura dos produtos de alta circulação.				
Produto	**N**	**Temperatura inicial (°C)**	**Temperatura final (°C)**	**Ganho de temperatura (°C)**
Moela – Pacote de Kg	20	-14,0± 0,8	-12,2± 0,5	$1,8^{b}$ ± 0,3
Filé Coxa e Sobrecoxa	20	-18,5± 1,5	-17,1± 1,2	$1,4^{b}$ ± 0,2
Filé peito	20	-14,6± 0,7	-14,0± 0,6	$0,6^{c}$ ± 0,2
Peito com osso	20	-14,0± 1,1	-12,7± 0,3	$1,3^{b}$ ± 0,3
Variação de temperatura dos produtos de baixa circulação.				
Produto	**N**	**Temperatura inicial (°C)**	**Temperatura final (°C)**	**Ganho de temperatura (°C)**
Coxa e Sobrecoxa – Pacote de Kg	20	-18,5± 0,7	-9,1± 0,6	$9,4^{a}$ ± 0,5
Meio da Asa	20	-18,6± 0,8	-8,1± 0,4	$10,5^{a}$ ± 0,6
Fígado – pacote de Kg	20	-23,6± 1,3	-11,0± 0,3	$12,6^{a}$ ± 0,5

Médias ± desvio padrão seguida de mesmas letras na coluna, não diferem significativamente pelo teste de Tukey com 95% de confiança.

Considerando que devido à temperatura do local onde é feita a paletização não ser de congelamento e o tempo para completar os paletes de determinados produtos é relativamente maior, a temperatura destes produtos acaba por ultrapassar o limite permitido pela legislação.

Observa-se com a Tabela 4 que itens com alta circulação, ou seja, com maior volume de produção, saem do túnel de congelamento com a temperatura ideal e permanecem com a temperatura dentro do limite estabelecido após a montagem do palete. Porém, itens com menor volume de produção necessitam um tempo maior para a montagem do palete, com isso, a temperatura destes itens fica fora do limite permitido.

Com base no exposto, foi proposta a ação de direcionamento dos itens de baixa circulação para o mesmo palete e armazenados na câmara de estocagem à temperatura de -19,45ºC, até a quantidade de caixas necessárias para completar um palete. Posteriormente, o palete é remontado com todas as caixas do mesmo item, sem que a temperatura extrapole o limite permitido, conforme mostrado na Tabela 5.

Tabela 5 - Variação de temperatura dos produtos após remonte de palete.

Produto	**Temperatura inicial (°C)**	**Temperatura final (°C)**	**Ganho de temperatura (°C)**
Coxa e Sobrecoxa/Pacote de Kg	-19,3 ± 0,9	-19,1 ± 0,3	$0,2^{b}$ ± 0,1
Meio da Asa	-19,6 ± 0,6	-18,8 ± 0,5	$0,8^{a}$ ± 0,2
Fígado/pacote de Kg	-19,4 ± 0,6	-19,2 ± 0,2	$0,2^{b}$ ± 0,1

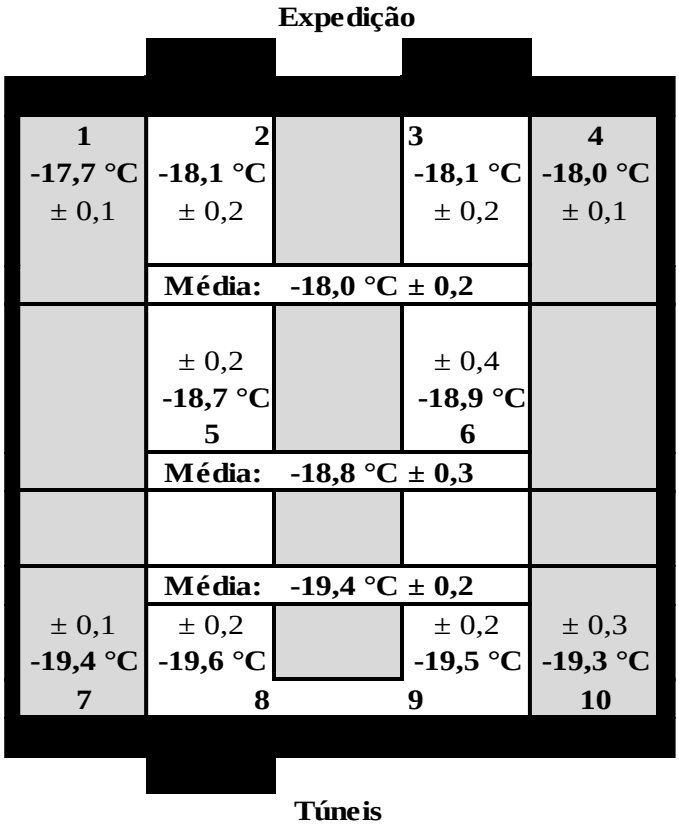
Médias ± desvio padrão seguida de mesmas letras na coluna, não diferem significativamente pelo teste de Tukey com 95% de confiança.

Conforme evidenciado na Tabela 4, a retenção de itens de baixa circulação na câmara de estocagem até que o número de caixas para completar o palete tenha saído do túnel, assegura que os itens não ultrapassem o limite de temperatura estabelecido em legislação. Embora se observe diferença significativa de ganho de temperatura do produto meio da asa em relação aos demais, este ganho não é relevante industrialmente.

4.4 Temperatura da câmara de estocagem

Foram avaliadas as temperaturas nos principais pontos dentro da câmara de estocagem (Figura 5) a fim de identificar pontos com maior ou menor temperatura para que os itens com maior necessidade de frio sejam destinados para os locais com a temperatura mais baixa.

Figura 5 – Distribuição das temperaturas nos principais pontos da câmara de estocagem.



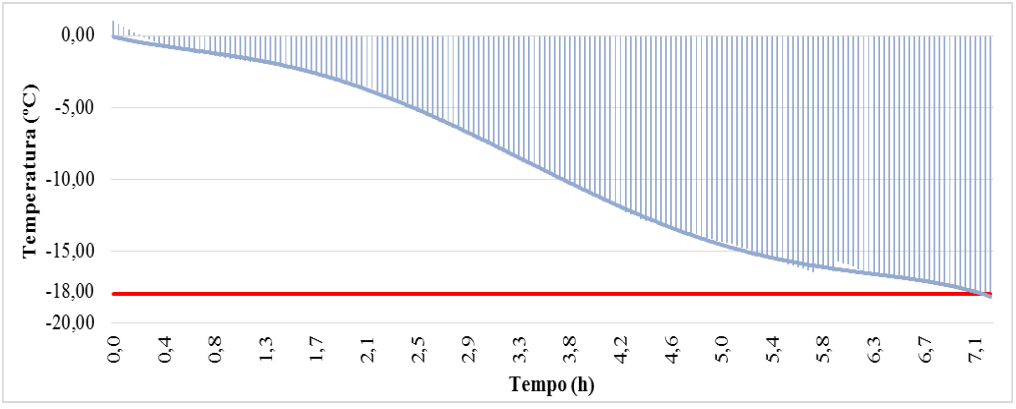
Conforme mostra a Figura 5, os pontos com menor temperatura são os pontos 7, 8, 9 e 10, apresentando a temperatura média de -19,4ºC, sendo esta, a região ideal para a estocagem de itens que necessitem uma maior carga de frio (produtos que não tenham atendido ou para os que estejam com a temperatura próxima de -18ºC).

4.5 Avaliação do comportamento de diferentes cortes de frango durante o congelamento

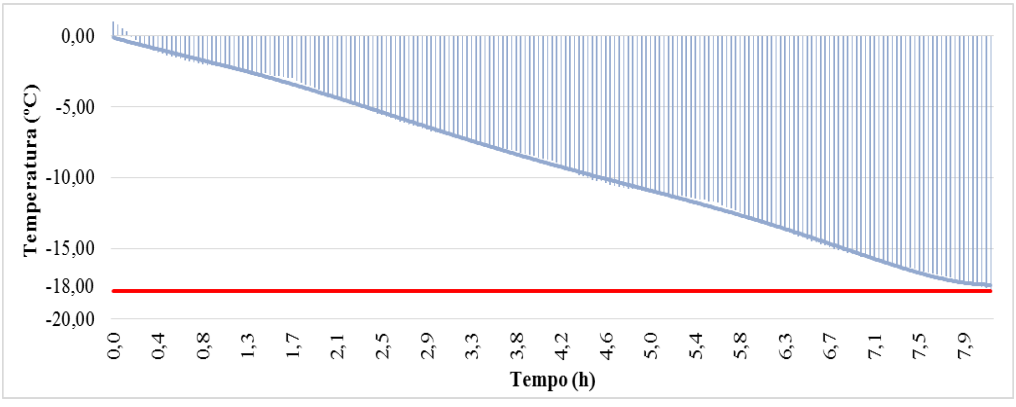
Neste item são apresentados os comportamentos de diferentes cortes de frango durante o decorrer do congelamento no túnel.

Na Figura 6 é apresentado o comportamento médio e máximo de congelamento das coxas e sobrecoxas embaladas em caixas.

Figura 6 - Comportamento médio (A) e máximo (B) de congelamento das coxas e sobrecoxas.



(A)



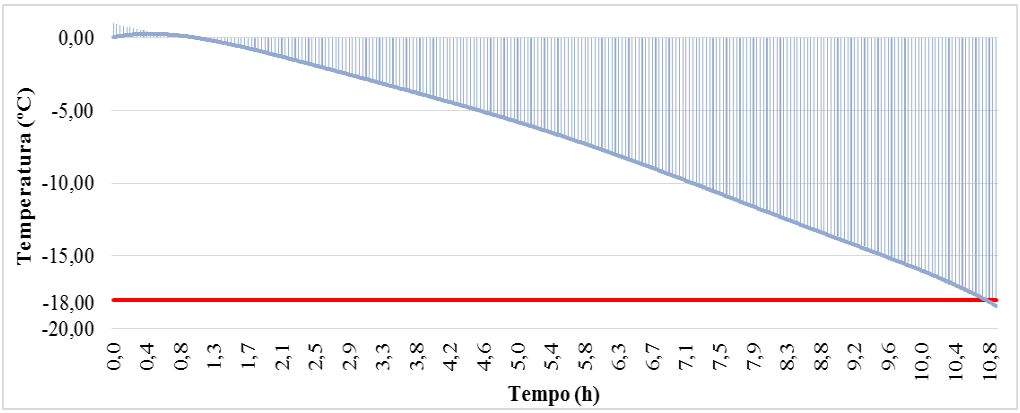
(B)

O comportamento do perfil de congelamento das coxas e sobrecoxas corresponde ao tempo médio (A) amostrado para que uma caixa com 17 Kg de coxa e sobrecoxa atinja a temperatura de -18ºC, sendo este de 7 horas e 12 minutos.

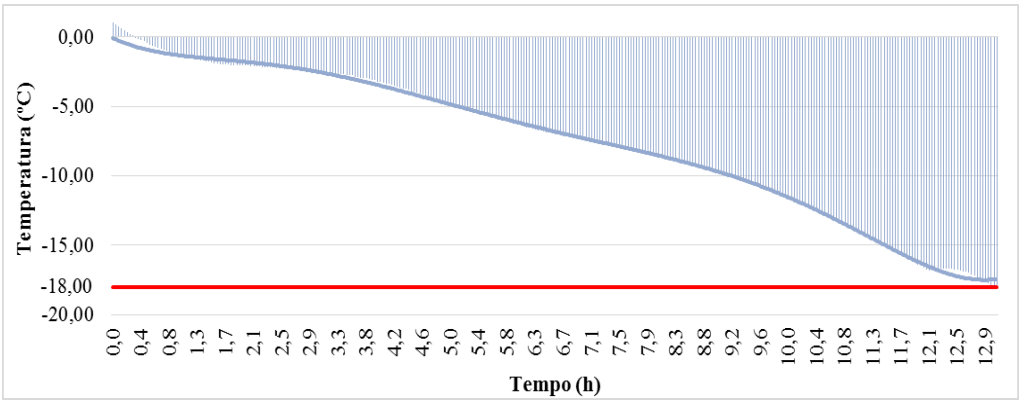
Considerando a amostra em que levou o maior tempo para o atendimento da temperatura de -18ºC (B), o tempo demandado é de 8 horas e 10 minutos.

Na Figura 7 é apresentado o comportamento médio e máximo de congelamento das caixas de Peito com osso.

Figura 7 - Comportamento médio de congelamento de peito com osso.



(A)



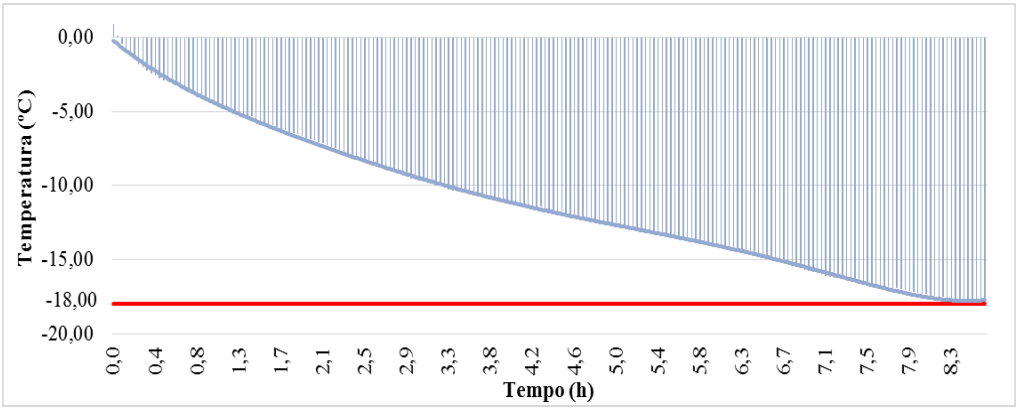
(B)

O tempo médio (A) amostrado para que uma caixa com 17 Kg de Peito com Osso atinja a temperatura de -18ºC é de 12 horas e 22 minutos.

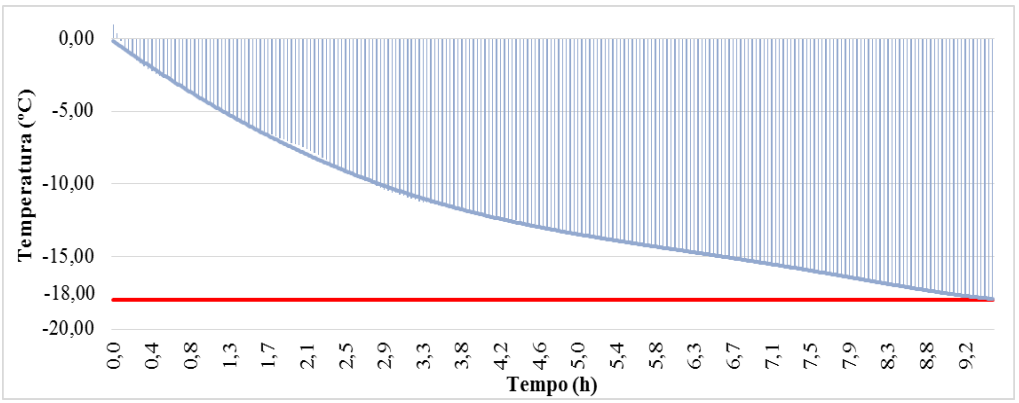
Considerando a amostra de Peito com Osso em que levou o maior tempo para o atendimento da temperatura de -18ºC (B), o tempo demandado é de 14 horas e 49 minutos.

Na Figura 8 é apresentado o comportamento médio de congelamento das caixas de asa inteira.

Figura 8 - Comportamento médio (A) e máximo (B) de congelamento de asa inteira.



(A)



(B)

O tempo médio (A) amostrado para que uma caixa com 17 Kg de asa inteira atinja a temperatura de -18ºC é de 09 horas e 49 minutos.

Considerando a amostra de asa inteira em que levou o maior tempo para o atendimento da temperatura de -18ºC (B), o tempo demandado é de 10 horas e 43 minutos.

Avaliando o tempo necessário para que os diferentes produtos atendam à temperatura de -18ºC evidenciou-se que existe a possibilidade de uma redução no tempo de retenção atual dos produtos no túnel de congelamento, assegurando a temperatura desejada e permitindo um maior volume de caixas em circulação no túnel contínuo.

Tabela 6 – Redução do tempo de retenção de cortes de frango no túnel de congelamento (-18ºC).

Cortes de frango	Tempo Médio	Tempo Máximo	Tempo atual	Redução Possível
Coxa e Sobrecoxa	07h 12min	08h 10min	24h 10min	16h 00min
Peito com osso	12h 22min	14h 49min	16h 36min	1h 46min
Asa inteira	09h 49min	10h 43min	18h 15min	7h 31min

Conforme evidenciado na Tabela 6, para os principais grupos de cortes são possíveis reduções de até 196% do tempo de retenção no túnel para o item de Coxa e Sobrecoxa, de 12% para o item de Peito com osso e de até 70% para o item de Asa inteira, quando comparado com o tempo atual apresentado na Tabela 3 (amostragens preliminares) e o tempo máximo amostrado para cada um dos grupos.

5 CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos conclui-se que a temperatura no interior do túnel contínuo não possui variação significativa entre os níveis, mostrando assim, que a temperatura entre os níveis não influencia significativamente na temperatura final do produto na saída do túnel.

Os resultados para os tempos de montagem do palete para diferentes itens mostrou que a retenção de itens de baixa circulação na câmara de estocagem até que o número de caixas para completar o palete tenha saído do túnel, assegura que os itens não ultrapassem o limite de temperatura estabelecido em legislação. Embora se observe diferença significativa de ganho de temperatura do produto meio da asa em relação aos demais, este ganho não é relevante industrialmente.

Quanto à temperatura no interior da câmara de estocagem, os pontos que apresentaram menor temperatura são os pontos 7, 8, 9 e 10, sendo a temperatura média de -19,4ºC, assim, está se mostra a região ideal para a estocagem de itens que necessitem uma maior carga de frio, como produtos que estejam com a temperatura próxima do limite estabelecido em legislação.

Para os resultados de tempo de retenção dos produtos no túnel contínuo, para os principais grupos de cortes são possíveis reduções de até 196% do tempo de retenção no túnel para o item de Coxa e Sobrecoxa, de 12% para o item de Peito com osso e de até 70% para o item de Asa inteira, quando comparado com o tempo atual praticado, sendo considerado o tempo máximo amostrado para cada um dos grupos.

Contudo, sugere-se à empresa o direcionamento dos grupos de cortes semelhantes com tempos pré-definidos baseados neste estudo, a fim de reduzir o tempo de permanência dos itens no túnel, otimizando assim o túnel contínuo, possibilitando o aumento na produção.

6 REFERENCIAL TEÓRICO

ABEF – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EXPORTAÇÕES DE FRANGO. **Relatório ABEF 2002**. São Paulo: Gab´Design, 2003. 48p.

ABPA. Relatório anual 2016. Online. Disponível em:<http://abpa-br.com.br/storage/files/versao_final_para_envio_digital_1925a_final_abpa_relatorio_anual_2016_portugues_web1.pdf>. Acesso em: 28 jun 2016.

ABPA. Relatório anual 2017. Online. Disponível em:<http://abpa-br.com.br/storage/files/3678c_final_abpa_relatorio_anual_2016_portugues_web_reduzido.pdf>. Acesso em: 05mar 2018.

ASSIS, M. T. Q. M.; GRUBER. G. L.; HOFMEISTER, A. W.; GUIMARÃES, A. M. P.. Avaliação do percentual de descarte na condenação parcial de frangos. Revista Nacional da Carne, São Paulo/SP, p. 22-30. 2003.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. O desempenho das exportações brasileiras de commodities: uma perspectiva regional (2006-2011). Boletim Regional do Banco Central do Brasil, Brasília, v. 6, n. 1, p. 77-84, 2012. Disponível em: <http://www.bcb.gov.br/pec/boletimregional/port/2012/01/br201201b1p.pdf>. Acesso em: 26 jun. 2016.

BERAQUET, N. Influência de fatores ante e post mortem na qualidade da carne de aves. **Revista Brasileira de Ciências Avícolas**, n.1, p.155-166, 1999.

BERNABÉU, R.; TENDERO, A. Preference structure for lamb meat consumers.A Spanish case study. **Meat Science**, v.71, p.464470, 2005.

BILGILI, S.F. Recent advances in electrical stunning. **Poultry Science**, v. 78, p.282-286, 1999.

BUENO, L. G.F. Diagnóstico do Uso de um Frigorífico de Frangos de Corte enfatizando Medidas de Eficiência Energética. Universidade Estadual de Campinas.

2008. Disponível em http://libdigi.unicamp.br/document/?code=vtls000444266. Acesso em 26 de junho de 2016.

BRASIL. Portaria n.º 210 de 10 de novembro de 1998. **Regulamento técnico da inspeção tecnológica e higiênico-sanitária de carne de aves.** Brasília: M.A.A., 1998. Publicado no Diário Oficial da União de 26/11/1998, Seção 1, Página 226.

BRASIL. Instrução Normativa n°03, de 17 de janeiro de 2000. Regulamento Técnico de Métodos de Insensibilização Para o Abate Humanitário de Animais de Açougue. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Brasília, 2007.

CASTILLO, C. J. C. Qualidade de carcaça e carne de aves. **Congresso brasileiro de ciência e tecnologia de carnes**, 2001, São Pedro. Anais... São Pedro: ITAL, p.79-99. 2001.

CASTILLO, C. J. C. **Maciez da carne: rigor mortis e maturação na carne de frango**. In: LEMOS, A. L. da S. C.; CASTILLO,C. J. C.; BERAQUET, N. J. Seminário e curso teórico-prático: agregando valor à carne de aves. Campinas: ITAL, 1997.

CHIU, T.H.T.; LIN, C.L. Ethical management of food systems: plant based diet as a holist approach. **Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition**, v.18, p.647-653, 2009.

EBERT, D. C**. Simulação da dinâmica operacional de um processo industrial de abate de aves.** 2007. 51f. Dissertação (Pós-Graduação). Área de concentração: Engenharia de Sistemas Agroindustriais – Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel. Disponível em: <http://www.agais.com/douglascezar.pdf>. Acesso em: 12/05/2017.

EMBRAPA SUÍNOS E AVES – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2007. Disponível em: http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Ave/SistemaProducaoFrangosCorte/preparo.htm. Acesso em: 05/04/2014.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION – FAO.How to feed the world in 2050.Disponível em: <http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/expert_paper/How_to_Feed_the_World_in_2050.pdf> Acesso em: 27fev. 2018.

GEORGE, R. M. Freezing Processes Used in the Food Industry. Trends in Food & Technology, vol.4, p.134-138, 1993.

GROSSKLAUS, D.; BRUHANNM, W.; LEVETZOW, R. Inspección sanitária de la carne. Zaragoza: Acribia, 1982.

IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Agropecuária, Pesquisa Trimestral do Abate de Animais, 2017. Disponível em: ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Pecuaria/Fasciculo_Indicadores_IBGE/abate-leite-couro-ovos_201604caderno.pdf. Acesso em: 10/05/2017.

ITAL. Seminário e Workshop "Industrialização da carne de aves". Campinas: CTC/Ital, 1997.

James, S, J. & James, C. (2010).Improving energy efficiency within the food cold-chain.Food Research International.Nº43, p.1944-1956.

KAUFFMAN, R. G. e B. B. MARSH. **Quality characteristics of muscle as a food. In: The Science of Meat and Meat Products**. J. F. Price and B.S. Schweigert (eds.). Food & Nutrition Press, Inc., Westport, Connecticut. 1987.

LYON, B.G.; LYON, C.E. Color of uncooked and cooked broiler legquarters associated with chilling temperature and holding time. **Poultry Science**, v. 81, n. 12, p. 1916-1920, 2002.

MANUAL COOB. Obtendo Alto Rendimento. 2014. Disponível em: http://www.cobb-vantress.com/languages/portuguese/products/guide-library. Acesso em: 08/04/2014.

NORTHCUTT, J. K. **Reference guide for solving poultry processing problems.** The University of Georgia. Cooperative Extension Service, 1997.

OLIVO, R. **O mundo do frango**. 1.ed., Criciúma: Editora do Autor, 2006. 680 p.

PEGORINI, T. **Influência dos fatores de pós-abate na textura da carne de frango.** Concórdia: UnC, 2005.

Pereira, D. (2011). **Importância da cadeia de frio na Segurança Alimentar de Produtos Congelados e Refrigerados**. Trabalho no âmbito da disciplina de Segurança Alimentar. Escola Superior Agraria de Coimbra. Mestrado em Engenharia Alimentar. Coimbra.

RIZZI, A. T. **Mudanças tecnológicas e reestruturação da indústria agroalimentar: o caso da indústria de frangos no Brasil**. 1993. 194 f. Tese (Doutorado em Economia). Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1993.

RIBEIRO, D. F. **Influência do manejo do pré-abate e das operações de abate na qualidade e rendimento das carcaças**. In: BERAQUET, N. J. Industrialização da carne de frango. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, p. 22-31, 1992.

ROBERTSON, G. L. **Food packaging:** Principles and Practice. New York: Marcel Decker, 676p, 2992.

ROÇA, R. O. Congelação. Botucatu: FCA-UNESP, 2000 artigo técnico.

SARCINELLI, M. F.; VENTURINI, K. S.; SILVA, L. C. Boletim técnico - PIE-UFES: 02107: Processamento da carne de frango. Universidade Federal do Espírito Santo – UFES, 15/10/2007.

SOUTHGATE, D. Conservación de frutas e hortalizas. 14º ed. Zaragoza (Espana). Editorial ACRIBA S.A, 216p. 1992.

TAVERNARI, F. C.; ALBINO, L. F. T.; ARAÚJO, W. A. G. **Manejo pré-abate de frangos de corte**. Revista CFMV, n° 56, Brasília, 2012.

UBA – UNIÃO BRASILEIRA DE AVICULTURA. Relatório anual. 2005/2006. São Paulo: UBA, 2005. 76p.

UNIÃO BRASILEIRA DE AVICULTURA – UBA. Protocolo de bem-estar para frangos e perus, SP. 2008. Disponível em: http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Aniamal/Bemestar-animal/Protocolo%20de%20Bem-Estar%20Frangos%20e%20Perus.pdf. Acesso em: 16/04/2014

VENTURINI, K. S.; SARCINELLI, M. F.; SILVA, L. C. **Características da Carne de Frango**. Universidade Federal do Espírito Santo. UFES. Pró-Reitoria de Extensão Programa Institucional de extensão. 2007.

YOON, K.S. Texture and microstructure properties of frozen chickenbreasts pretreated with salt and phosphate solutions. **Poultry Science**, v. 81, n. 12, p. 1910-1915, 2002.