

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

EMPREGO DA METODOLOGIA DE PLANEJAMENTO DE EXPERIMENTOS NA
AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE CONGELAMENTO IQF DE CORTES DE
FRANGO

Caroline Fátima Casanova

Erechim, Março de 2011.

CAROLINE FÁTIMA CASANOVA

**EMPREGO DA METODOLOGIA DE PLANEJAMENTO DE EXPERIMENTOS NA
AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE CONGELAMENTO IQF DE CORTES DE
FRANGO**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós Graduação em Engenharia de Alimentos da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – Campus de Erechim como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Alimentos

Orientadores: Marcio A. Mazutti
Helen Treichel

Erechim, Março de 2011.

Caroline Fátima Casanova

**EMPREGO DA METODOLOGIA DE PLANEJAMENTO DE EXPERIMENTOS NA
AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE CONGELAMENTO IQF DE CORTES DE
FRANGO**

Dissertação de Mestrado submetida à Comissão Julgadora do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos como parte dos requisitos necessários à obtenção do Grau de Mestre em Engenharia de Alimentos, Área de Concentração: Engenharia de Alimentos.

Comissão Julgadora:

Prof. Marcio Antonio Mazutti, D. Sc
Orientador (UFSM)

Profa. Helen Treichel, D. Sc.
Orientador (URI)

Clarissa Dalla Rosa, D. Sc
Membro Interno (URI)

Altemir J. Mossi, D. Sc
Membro Externo (UFFS)

Erechim, 25 Março de 2011.

À Deus por tudo tornar possível.
À minha família, pelo amor incondicional
desprendido em todos os momentos da minha vida.

AGRADECIMENTOS

À Deus, o que seria de mim sem a fé que eu tenho nele.

À minha família, especialmente aos meus pais, que muitas vezes abriram mão de seus sonhos para que eu pudesse realizar os meus e não mediram esforços para que eu chegasse a mais uma etapa da minha vida. A vocês, minha eterna gratidão e amor.

À Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e da Missões – Campus de Erechim, mais precisamente ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos pela oportunidade de realização desse trabalho.

Aos meus orientadores Marcio Mazutti e Helen Treichel, pela disposição para auxiliar na construção desse trabalho, pelo apoio e inspiração no amadurecimento dos meus conhecimentos e conceitos que me levaram a execução e conclusão deste trabalho.

À empresa a qual faço parte do quadro de funcionários, que confiou e oportunizou a chance de especializar-me utilizando ferramentas da empresa.

À secretária do Mestrado em Engenharia de Alimentos, Andréia, pela disponibilidade e competência.

À todos os meus amigos e amigas, cada qual com uma contribuição especial: conselhos, tempo despendido, disposição e principalmente pela amizade, sem a qual tudo seria mais difícil.

Aos demais professores do Curso de Engenharia de Alimentos, que fizeram parte da minha caminhada aos quais foram tão importantes na construção da minha formação acadêmica e no desenvolvimento deste trabalho.

Resumo da Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos como parte dos requisitos necessários para a obtenção do Grau de Mestre em Engenharia de Alimentos.

EMPREGO DA METODOLOGIA DE PLANEJAMENTO DE EXPERIMENTOS NA AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE CONGELAMENTO IQF DE CORTES DE FRANGO

Caroline Fátima Casanova

Março / 2011

Orientadores: Marcio Antonio Mazutti

Helen Treichel

As exigências pela qualidade da carne de frango são cada vez maiores, tanto em relação ao mercado interno como o externo, e o consumidor está cada vez mais atento aos atributos de qualidade em relação à essa carne. Tais exigências refletiram em mudanças na gestão de setores envolvidos com o agronegócio da carne de frango e melhoria na cadeia produtiva, principalmente no que se refere ao alto padrão dos processos de congelamento. O presente trabalho tem como objetivo avaliar os parâmetros do processo de congelamento individual de cortes de frangos, também conhecido como: *individual quick freezing – IQF*. Foi empregada a metodologia de planejamento de experimentos na avaliação das condições de congelamento IQF (temperatura do giro – freezer e tempo de congelamento) de cortes de frango, tais como: coxa de frango, coxinha da asa de frango, meio da asa de frango, filezinho de frango e frango a passarinho (partes de coxa/sobrecoxa e peito). Os dados experimentais obtidos em termos da temperatura final de congelamento foram usados para gerar um modelo quadrático do processo para cada corte de frango, o qual foi validado pela análise de variância (ANOVA), permitindo assim a construção de curvas de contorno e superfície de resposta, possibilitando uma análise visual da interação entre as duas variáveis independentes. Os resultados obtidos através da análise do planejamento de experimentos mostraram que o tamanho e a espessura de cada peça de frango determinam o tempo e temperatura de congelamento. O presente estudo contribui para determinação de parâmetros importantes para o processo de congelamento individual, que permitem uma melhor operação e controle desta etapa e maior garantia de qualidade.

Palavras-chave: Carne de frango; Congelamento Individual (*individual quick freezing – IQF*); *Planejamento de Experimentos*.

Abstract of Dissertation presented to Food Engineering Program as a partial fulfillment of the requirements for the Master in Food Engineering

**USE OF EXPERIMENTAL DESIGN METHODOLOGY TO EVALUATE THE
PROCESS VARIABLES ON INDIVIDUALLY QUICK FROZEN OF CHICKEN CUTS**

Caroline Fátima Casanova

Março / 2011

Advisors: Marcio Antonio Mazutti

Helen Treichel

The requirements for the quality of chicken meat are increasing, both on the intern and extern markets, since the consumers are increasingly aware of the quality attributes in relation to such meat. These requirements reflected in changes in management of agribusiness sectors involved with the chicken meat and improvement in the supply chain, especially with regard to the high standard of the freezing process. The present study is focused on the evaluation of process variables on individually quick frozen (IQF) of chicken cuts. It was used the experimental design methodology to evaluate the process variables (temperature of the freezer and freezing time) on IQF of several chicken cuts. The experimental data related to the final temperature of frozen cuts were used to generate a quadratic model of the process for each cut of chicken. These models were validated by analysis of variance (ANOVA), allowing the construction of contour lines and surface response, making possible a visual analysis of the interaction between the two independent variables. The results obtained showed that the size and thickness of each chicken cut determine the time and final temperature of the cut. This study contributes to the determination of important parameters for the IQF of chicken cuts, which provide better control and operation of this stage and greater assurance.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	12
1.0 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
1.1 Frango de corte.....	14
1.1.1 Histórico.....	14
1.2 Mercado Da Carne	15
1.2.1 Consumo de Carne	18
1.2.2 Mercado interno da carne de frango congelada	21
1.2.3 Mercado externo da carne de frango congelada.....	22
1.2.4 Normas técnicas e legislação vigente para a comercialização da carne de frango no Brasil	24
1.2.5 Teor nutricional da carne de frango.....	24
1.3 Padrões de Qualidade	26
1.3.1 Processo de conservação: Cadeira de frio da carne de frango	27
1.3.2 Congelamento.....	29
1.3.2.1 Influência do congelamento sobre a carne de frango	32
1.3.3 Sistemas de congelamento com convecção forçada.....	33
1.3.4 Curvas de congelamento.....	36
1.3.5 Parâmetros do Processo de Congelamento de Alimentos.....	37
1.3.5.1 Tempo de Congelamento	37
1.3.5.2 Temperatura Inicial de Congelamento.....	38
1.4 Controle Estatístico de Processo	40
1.4.1 Planejamento de Experimentos na Industria	41
2.0 – MATERIAIS E MÉTODOS.....	44
2.1 Descrição do processo	44
2.1.1 Faixas operacionais do giro freezer	45
2.2 Descrição dos produtos.....	46
2.2.1 Coxa.....	47
2.2.2 Filezinho	47
2.2.3 Coxinha da asa	47
2.2.4 Meio da asa	48
2.2.5 Frango à passarinho	48
2.4 PLANEJAMENTO DE EXPERIMENTOS	49
3.0 – RESULTADOS E DISCUSSÃO	50
3.1 – AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DAS VARIÁVEIS DE PROCESSO SOBRE A TEMPERATURA FINAL DO PRODUTO	50
3.1.1 Coxa.....	50
3.1.2 Coxinha da asa	53
3.1.3 Meio da asa	55
3.1.4 Filezinho	58
3.1.5 Frango à Passarinho – coxa e sobrecoxa	61
3.1.6 Frango à Passarinho - Peito.....	64
4.0 – CONCLUSÕES	69
5.0 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	71

6.0 – ANEXOS	82
Anexo I	82

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 –	Produção mundial de carne.....	19
TABELA 2 –	Consumo de carne per capita.....	19
TABELA 3 –	Informações nutricionais em 100g de frango sem pele.....	24
TABELA 4 –	Comparação entre os valores nutricionais de diferentes tipos de carne (por 100g).....	25
TABELA 5 –	Níveis dos fatores investigados nos planejamentos experimentais seqüenciais.....	48
TABELA 6 –	Temperatura final do produto obtida no DCCR para avaliar o efeito de duas variáveis independentes no congelamento IQF de Coxa.....	49
TABELA 7 –	Temperatura final do produto obtida no DCCR para avaliar o efeito de duas variáveis independentes no congelamento IQF de coxinha da asa..	52
TABELA 8 –	Temperatura final do produto obtida no DCCR para avaliar o efeito de duas variáveis independentes no congelamento IQF do meio da asa.....	55
TABELA 9 –	Temperatura final do produto obtida no DCCR para avaliar o efeito de duas variáveis independentes no congelamento IQF do Filezinho.....	58
TABELA 10 –	Temperatura final do produto obtida no DCCR para avaliar o efeito de duas variáveis independentes no congelamento IQF de frango à passarinho (coxa e sobrecoxa).....	61
TABELA 11 –	Temperatura final do produto obtida no DCCR para avaliar o efeito de duas variáveis independentes no congelamento IQF de frango à passarinho (peito).....	64
TABELA 12 –	Comparação da melhor condição para temperatura mais adequada.....	66

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 –	Evolução do consumo de carne bovina, frango e suína ao longo dos anos.....	18
FIGURA 2 –	Sistema de Congelamento Descontínuo Estático. 1: Isolamento. 2: conjunto motor ventilador, 3: evaporador, 4: produto, 5: direção do fluxo de ar, 6: divisória.....	32
FIGURA 3 –	Sistema Contínuo Automático.....	33
FIGURA 4 –	Sistema Contínuo Espiral ou <i>giro freezer</i> : 1: esteira, 2: fluxo de ar, 3: entrada do produto, 4: saída do produto.....	34
FIGURA 5 –	Curvas típicas de congelamento de alimentos a diferentes taxas de congelamento.....	35
FIGURA 6 –	Fluxograma processo de produção frigorífico de aves.....	43
FIGURA 7 –	Partes do frango.....	45
FIGURA 8 –	Coxa de frango.....	46
FIGURA 9 –	Filezinho de frango.....	46
FIGURA 10 –	Coxinha da asa de frango.....	47
FIGURA 11 –	Meio da asa de frango.....	47
FIGURA 12 –	Peito de frango cortado para frango a passarinho.....	48
FIGURA 13 –	Coxa de frango cortada para frango a passarinho.....	48
FIGURA 14 –	Gráfico de pareto mostrando os efeitos das variáveis independentes sobre a temperatura final de congelamento de coxa.....	50
FIGURA 15 –	Superfície de resposta para temperatura final do produto mostrando a interação entre temperatura do giro freezer e tempo de congelamento para coxa.....	51

FIGURA 16 –	Gráfico de pareto mostrando os efeitos das variáveis independentes sobre a temperatura final de congelamento da– coxinha da asa.....	53
FIGURA 17 –	Superfície de resposta para temperatura final do produto mostrando a interação entre temperatura do giro freezer e tempo de congelamento para coxinha da asa.....	54
FIGURA 18 –	Gráfico de pareto mostrando os efeitos das variáveis independentes sobre a temperatura final de congelamento do meio da asa.....	56
FIGURA 19 –	Superfície de resposta para temperatura final do produto mostrando a interação entre temperatura do giro freezer e tempo de congelamento para meio da asa.....	57
FIGURA 20 –	Gráfico de pareto mostrando os efeitos das variáveis independentes sobre a temperatura final de congelamento do – filezinho.....	59
FIGURA 21 –	Superfície de resposta para temperatura final do produto mostrando a interação entre temperatura do giro freezer e tempo de congelamento para filezinho.....	60
FIGURA 22 –	Gráfico de pareto mostrando os efeitos das variáveis independentes sobre a temperatura final de congelamento de frango à passarinho (coxa e sobrecoxa).....	62
FIGURA 23 –	Superfície de resposta para temperatura final do produto mostrando a interação entre temperatura do giro freezer e tempo de congelamento para frango à passarinho – coxa e sobrecoxa.....	63
FIGURA 24 –	Gráfico de pareto mostrando os efeitos das variáveis independentes sobre a temperatura final de congelamento de – frango à passarinho (peito).....	65
FIGURA 25 –	Superfície de resposta para temperatura final do produto mostrando a interação entre temperatura do giro freezer e tempo de congelamento para frango à passarinho – peito.....	66

INTRODUÇÃO

A avicultura brasileira é considerada atualmente como uma das mais modernas do mundo, apresentando índices de produtividade além dos esperados, no que se diz respeito a países em desenvolvimento. Essa modernização deu-se graças aos programas de qualidade implementados em todos os elos da cadeia produtiva e industrial, com ênfase na genética, nutrição, manejo, biossegurança, boas práticas de produção, rastreabilidade, logística, programas de bem-estar animal e de preservação do meio ambiente (UBA, 2008).

As exigências pela qualidade da carne de frango são cada vez maiores, tanto em relação ao mercado interno como externo, e o consumidor está cada vez mais atento ao que vem a ser atributos de qualidade em relação a essa carne. Tais exigências refletiram em mudanças na gestão de setores envolvidos com o agronegócio da carne de frango e melhoria na cadeia produtiva, principalmente no que se refere ao alto padrão dos processos de congelamento e da logística na comercialização deste produto (Vieira, 2007).

Para atender às exigências dos mercados a qualidade da carne de frango é preciso otimizar fatores como a velocidade de resfriamento e a temperatura. A demanda desse produto depende da percepção de qualidade do cliente consumidor. São considerados como critérios objetivos para sua boa aceitação os itens: a aparência, a capacidade de retenção de água, suculência, maciez, cor da pele, cor da carne, perdas de peso por cozimento e vida útil (Bueno, 2008).

A conservação da carne de frango através da cadeia de frios - resfriamento e congelamento - bem como da maioria dos alimentos, tem sido recomendada, por sua grande capacidade de manter as características químicas, organolépticas e nutritivas do produto o mais próximo possível das características iniciais, e ainda dificulta a ação nociva dos microorganismos e enzimas (Vieira, 2007).

Tanto Brasil (2005) como Lobo et al (2001) referem que estudos realizados têm mostrado e enfatizado como os alimentos produzidos, processados e conservados em condições inadequadas favorecem a transmissão de microrganismos patogênicos ao homem e podem, a partir do seu consumo, acarretar ou não algum risco a saúde. No entanto, as infecções alimentares de origem microbiana têm se mostrado como um problema de saúde pública mais abrangente no mundo atual e causa importante na diminuição da produtividade,

das perdas econômicas que afetam os países, empresas e simples consumidores (Michelotti, 2002; Nascimento, 2007).

O presente trabalho de caráter experimental tem como objetivo analisar os efeitos do congelamento rápido, sobre a temperatura final do produto, analisando em paralelo os efeitos da temperatura ambiente em que o produto é submetido e o tempo que o mesmo permanece dentro do giro freezer.

O trabalho está dividido em cinco capítulos incluindo introdução, a qual é o primeiro capítulo dessa dissertação. No segundo capítulo serão descritos assuntos que fazem parte da revisão de literatura. Dentro os temas abordados têm-se o histórico da avicultura de corte, trazendo informações sobre o consumo da carne e padrões nutritivos, bem como o mercado da carne (interno e externo), além da legislação vigente para comercialização da carne de frango no Brasil e os diferentes tipos de congelamento, incluindo o congelamento individual, também conhecido como congelamento individual rápido ou *individual quick freezing – IQF*, também é apresentado neste referencial informações sobre o Controle Estatístico de Processo (CEP). No terceiro capítulo serão descritos os materiais e métodos utilizados para a execução do presente estudo. No quarto capítulo é feita referências aos resultados obtidos, através dos testes realizados para a construção do presente trabalho de conclusão de curso. Finalmente no quinto e último capítulo serão abordadas as considerações finais, salientando os principais ganhos da aplicação da técnica de congelamento rápido individual dos produtos, em uma indústria de alimentos.

1.0 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo será apresentada uma breve revisão da literatura referente ao histórico do frango de corte, mercado da carne de frango, bem como os padrões de qualidade exigidos pelos mercados: interno e externo. Além disso, a pesquisa fará referência ao controle estatístico de processo o qual tem por objetivo fundamentar a pesquisa em relação à produção de frango de corte sob condições de congelamento rápido.

1.1 FRANGO DE CORTE

Ao longo dos anos a avicultura brasileira vem se destacando em sua produção, com o aumento da exportação e do consumo interno, a carne de frango deixou de ser uma carne nobre destinada exclusivamente às classes superiores, hoje este alimento está difundido por todas as classes.

1.1.1 Histórico

A criação de aves para o abate teve, na história recente da economia brasileira, um aumento de abates significativo, que esta intimamente ligada ao avanço tecnológico e, principalmente, a criação na esfera industrial que marginalizou a chamada avicultura tradicional. O marco inicial da avicultura industrial foi na década de 50, época na qual começou a substituição da antiga avicultura comercial que tivera iniciado nos anos 20 e 30 (Sorj, 1982). Os grandes frigoríficos que detinham a hegemonia na época no processo extensivo, cederam lugar, sobretudo para os grupos que conseguiam dominar a nova integração de grãos e carnes brancas. Tal processo industrial dependia minimamente das condições naturais externas, o que resultava em um processo de produção de aves muito similar à um sistema de produção industrial propriamente dito, dada a previsibilidade de sua produção (Ipardes, 2002).

A produção de frangos de corte em escala industrial no Brasil surgiu após a segunda Guerra Mundial. Linhagens híbridas americanas eram importadas por empresas estabelecidas em São Paulo e Rio de Janeiro, essas empresas não utilizavam a integração de

forma que cada etapa da cadeia produtiva do frango pertencia a diferentes empresas que agiam de forma independente.

A partir do início dos anos 60, surge no sul do país, uma avicultura integrada contratualmente. Esta estratégia de integração conduz as empresas a algumas vantagens como, por exemplo, ganho de qualidade na matéria prima, abastecimento constante, redução dos custos industriais nas operações de abate, padronização da carcaça, dentre outras. Estas empresas integradoras poderiam repassar parte do custo da crise aos produtores enquanto as empresas tradicionais, baseadas em relações de hierarquia com o produtor, estariam mantendo ocioso um montante muito alto em capital fixo para o avicultor. (Castro, 2003). Algumas vantagens apontadas para a mudança no sistema de trabalho seriam: maior produtividade, redução dos custos de produção e maior rentabilidade, formação de um plantel básico de reprodutores de alto valor zootécnico e garantia de comercialização da produção com conseqüente diminuição de seu risco. O caráter da estrutura agrária, formado por pequenos produtores disponíveis e em condições sociais que não apresentavam outras opções, as empresas integradoras impuseram muito facilmente suas formas de relacionamento contratual (Sorj, 1982).

Na década de 1970, a indústria brasileira de carne de frango foi formada através da instalação de diversas empresas dispersas por algumas regiões brasileiras (Rizzi, 2004). A partir de 1980, ocorreram importantes modificações no sistema produtivo avícola, que podem ser atribuídas a fatores tecnológicos, como as contribuições advindas da biotecnologia, da microeletrônica e da automação. Essas mudanças influenciaram a capacidade competitiva das empresas, gerando um bom desempenho nos mercados interno e externo. Esse bom desempenho também pode ser atribuído à redução do custo das matérias primas e ao atendimento das necessidades específicas dos consumidores. Com isso, a produção agroindustrial cresceu significativamente nos últimos 30 anos, permitindo que o frango fosse incorporado ao hábito alimentar da grande parcela da população.

1.2 MERCADO DA CARNE

Embora o produto frango seja considerado um mercado de *commodities*, onde o preço é a variável principal de concorrência, há uma clara segmentação desse mercado que

demanda uma ação dirigida da empresa (Farina, 1997). O fator preço não deve ser o único determinante da competitividade da agroindústria do frango. É preciso que as empresas trabalhem sua estratégia de *marketing*, identificando nichos de mercado, diferenciando produtos para satisfazer esses nichos, valorizando a qualidade nutricional de seu produto final, a qualidade dos insumos e a conservação do meio ambiente (Santos Filho, 1996).

As empresas processadoras de carne de frango, acompanhando as necessidades dos consumidores, passaram a oferecer o frango industrializado, que antes era encontrado no mercado apenas como o tradicional frango inteiro. A mudança nos hábitos do consumidor influenciou na oferta de produtos em maior número e mais elaborados. Para se obter produtos mais elaborados, é preciso que a indústria, no seu sistema produtivo, garanta altos padrões de qualidade em todas as etapas do processo produtivo, ou seja, desde o fornecimento dos insumos de produção agrícola e industriais até a venda no varejo. (Alves, 1996)

Como a agroindústria no Brasil é um ramo de atividade sujeita à concorrência em nível internacional, é necessário produzir a custos menores, mas também incrementar a qualidade dos produtos, concentrar esforços nos industrializados, antecipar-se às principais tendências do mercado consumidor e articular-se comercialmente para conseguir se apropriar dos resultados de investimentos em qualidade e produtividade. (Gonçalves, 2005).

Diante do aumento da competição entre as empresas e um esforço maior pela sobrevivência, exige-se maior capacidade de gestão e controle dos negócios, o que indica a necessidade de profissionalização e planejamento estratégico, com definição clara de objetivos e condições para atingi-los. O consumidor passa a ter um papel central na agroindústria e as empresas devem procurar satisfazer suas necessidades, diferenciando produtos, oferecendo melhores serviços e inovando (Santos Filho, 1996).

Estratégias de diferenciação de produtos têm sido adotadas pelas empresas nacionais de grande porte com o intuito de atender às mudanças nos hábitos e tendências alimentares dos consumidores, aumentando sua capacidade de concorrência no mercado. As empresas de menor porte, quando inovam em produtos, começam processando alguns cortes de frango e embutidos. (Gonçalves, 2005).

O consumidor tem a sua disposição um produto barato e de excelente qualidade sanitária e nutricional, com uma gama elevada de produtos “in natura” e processados, como

frango inteiro e cortes congelados, resfriados e industrializados, na forma de empanados, marinados, temperados, cozidos e outros. Os produtos de maior valor agregado que se encontram nos supermercados, geralmente, são de exclusividade das grandes empresas. No mercado interno brasileiro, a ave inteira é responsável por 54% das vendas, as partes ou cortes de frango por 40% e os produtos industrializados por apenas 6%, enquanto no mercado internacional os cortes representam 58,7% das vendas nacionais (Martinelli, et al, 2005).

Deve-se ressaltar que a avicultura brasileira é reconhecida hoje como das mais desenvolvidas aviculturas do mundo, com índices de produtividade realmente excepcionais. Atingimos esse patamar graças a programas de qualidade implementados em todos os elos da cadeia nos últimos anos, com destaque para genética, nutrição, manejo, biossegurança, boas práticas de produção, rastreabilidade e programas de bem-estar animal e de preservação do meio ambiente (Canever, 1997).

A cadeia produtiva da avicultura de corte é, provavelmente, uma das cadeias produtivas brasileiras com maior nível de coordenação, conferindo-lhe grande competitividade no mercado mundial. Estima-se que 75% da produção nacional de frangos estejam sob a coordenação de grandes *players* mundiais ou nacionais. Entretanto, a garantia da sustentabilidade da cadeia passa pela distribuição dos ganhos por ela obtidos ao longo de toda a sua extensão, ou seja, todos os agentes econômicos envolvidos devem ser devidamente remunerados, para, primeiro, permanecer na atividade e, segundo, continuar a fazer os investimentos necessários ao aumento da competitividade da cadeia produtiva como um todo (Carletti Filho, 2005).

Nas últimas duas décadas, a produção de frango de corte tem evoluído de forma bastante significativa no Brasil. O dinamismo da atividade avícola está atrelado aos constantes ganhos de produtividade, sobretudo, através da melhora dos índices de conversão alimentar, dos ganhos nutricionais, da pesquisa em genética, da maior automação dos aviários e de um melhor manejo (Martinelli, et al, 2005).

O consumo do frango industrial produziu grandes modificações nos hábitos de consumo popular, pois antes, o frango dito caipira era o preferido pelo consumidor. O frango industrial impõe-se primeiramente nos supermercados com um público consumidor fundamentalmente de classe média. Com o decorrer do tempo esse alimento chega a

ingressar no consumo popular a ponto de ser considerado uma das âncoras de sustentação da nova política econômica (Santos Filho, 1996).

1.2.1 Consumo de Carne

A demanda por carne de frango no Brasil não é influenciada pelos preços das carnes bovina e suína, mas induzem fortes mudanças na demanda por esses outros tipos de carnes, ou seja, é um importante determinante do ajustamento do mercado de carnes. O período entre 1986 e 2004, o consumo per capita da carne de frango passou de cerca de 10 kg para perto de 35 kg/ano, quase igualando a quantidade consumida de carne bovina (Giroto, 2004). A magnitude deste crescimento tende a transformar o Brasil de um país preponderantemente consumidor de carne bovina para um país consumidor também de carne de frango. Comparativamente com os outros tipos de carnes, a substituição foi apenas relativa e não absoluta. O preço, junto com a qualidade do produto ofertado no mercado e a facilidade no seu preparo, importante nos dias de hoje, contribui para o excepcional crescimento do consumo interno de carne de frango.

O consumo médio mundial é de 11kg/hab/ano, sendo Hong Kong o maior consumidor per capita do mundo, enquanto o Brasil ocupa o quarto lugar. A carne de frango já ocupou o lugar da carne bovina como segundo tipo de carne mais consumida mundialmente, atrás somente da carne suína. Este bom desempenho pode ser atribuído a quatro fatores principais:

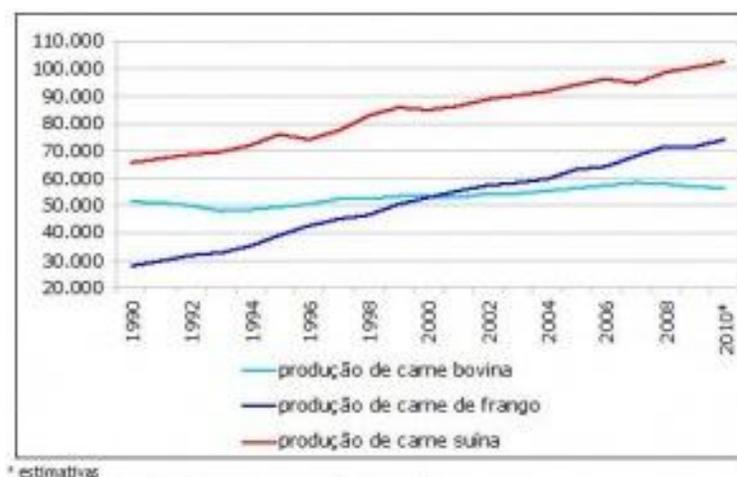
- a) seu baixo preço relativo diante das outras carnes;
- b) sua imagem de produto saudável junto ao consumidor;
- c) sua aceitação pela maioria das culturas e religiões;
- d) a gama mais variada de produtos à base de frango (principalmente produtos ditos de conveniência) (Ipardes, 2002).

O consumo mundial de carne de frango deve ultrapassar o consumo de carne suína e de carne bovina nos próximos 20 anos. A carne suína deverá crescer ao redor de 2% ao ano no período, enquanto a carne bovina está sujeita a um crescimento de 1% e a carne de frango de 2,5% a 3% ao ano (ABEF, 2010).

A carne suína tende a prevalecer por um longo tempo como a carne mais consumida, mas a taxa de crescimento do consumo de carne de frango será superior à de outras carnes.

As projeções de aumento do consumo per capita de carnes feitas pelo analista estão sujeitas aos cenários macroeconômicos, mas em linha geral esse incremento está sendo atribuído ao aumento de renda da população mundial (Santos Filho, 1996).

Em 1990, foram produzidas 51,34 milhões de toneladas equivalente carcaça e carne bovina. Nesse mesmo ano a produção de carne de frango foi de 27,89 milhões e a de carne suína, 65,74 milhões. Os dados são do USDA (Departamento de Agricultura dos Estados Unidos). Desde então, a produção de carne bovina cresceu 10,3% e deve chegar aos 56,6 milhões de toneladas este ano. O incremento na produção de carne suína ficou em 55,8%, o que garantiu a manutenção da primeira colocação dentre as proteínas animais. O crescimento da produção de frango foi o mais expressivo no período, com aumento de 165%, entre 1990 e o estimado para o ano de 2010. Em 2001 a produção de carne de frango superou a carne bovina. Em 1990 a produção de carne suína equivalia a 2,4 vezes a produção de carne de frango. Hoje esta relação encurtou e está em 1,4 (USDA, 2004).



Fonte: USDA/FAS

Figura 1: Evolução do consumo de carne bovina, frango e suína ao longo dos anos.

Ainda que em ritmo bem mais lento que no período pré-crise econômica, a produção mundial de carnes segue continuamente crescente e caminha para novo recorde de produção. Em relação a 2010, especificamente, o USDA projeta expansão de 1,5%. Neste caso e como tem ocorrido com frequência nos últimos anos, menos mal para a carne de frango, com

potencial de crescimento de 2,3%. Para a carne suína é previsto incremento de 1,9%, enquanto a carne bovina permanece em decréscimo em 2011, de 0,2% (ABEF, 2010).

Tabela 1: Produção Mundial de Carnes

Produção Mundial de Carnes (em mil toneladas)			
	2009	2010	2011
Bovina	57,431	56,7763	56,663
Suína	100,473	101,507	103,392
Avícola	77,031	79,427	81,254
Total	234,935	237,7103	241,309

Fonte: USDA/FAS

Um dos fatores que contribuíram para o crescimento da avicultura brasileira em 2010 foi o crescimento do mercado interno. Segundo a CONAB a disponibilidade de frango deve atingir a marca de 8,4 milhões de toneladas, o que representou uma alta de 14% e leva o consumo per capita para um novo patamar de 43,6 quilos (Tabela 2).

Tabela 2: Consumo de carne per capita

Ano	Produção (milhões de toneladas)	Exportações (milhões de toneladas)	Disponibilidade interna (milhões de toneladas)	Consumo (kg/per capita)	Produção pintos (bilhões)
2005	9,35	2,85	6,5	35,5	4,7
2006	9,35	2,71	6,64	35,7	4,58
2007	10,31	3,29	7,02	37,4	5,15
2008	11,03	3,65	7,39	39	5,47
2009	11,02	3,63	7,39	38,6	5,56
2010	12,2*	3,8*	8,4*	43,6*	6,05**

Elaboração: Análise da Novus do Brasil, 2010. Fonte: UBABEF, APINCO, CONAB, USDA

* Estimativa CONAB / ** Projeção da Novus do Brasil baseadas em séries históricas da APINCO

Fonte: AviSite

1.2.2 Mercado interno da carne de frango congelada

O consumo interno de carne de frango tem apresentado tendência favorável ao crescimento devido aos atributos de carne saudável, baixo preço e aumento da comercialização de derivados prontos para o consumo (Talamini, et al, 2005). A carne de frango é a segunda carne mais consumida no Brasil e a segunda mais produzida no mundo. Seu consumo per capita aumentou da década de 80 até os dias atuais.

No Brasil, a carne de frango é comercializada na forma de carcaças e cortes frescos ou congelados (Mennucci, 2006). A carência de proteína animal, em grande parte da população mundial, tem forçado um estímulo cada vez maior às especializações e à adoção de determinadas tecnologias, no sentido de se conseguir uma máxima produção, com menor custo, em menor tempo, na menor área possível. Diante desse contexto, a avicultura engloba-se perfeitamente como atividade produtora de proteína animal, sendo as aves uma das espécies zootécnicas mais eficientes em transformar alimentos vegetais em alimentos de alto valor protéico para o homem (Moro, et al, 2005).

O frango industrial é definido pelo Programa Nacional de Sanidade Avícola (PNSA), do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), como sendo a ave criada pelas granjas comerciais por um modelo consagrado de manejo, que lança mão de antibióticos e promotores de crescimento para obter altos índices de produtividade. O abate de frangos deste tipo ocorre entre o 42º e 45º dia e os frangos pesam cerca de 2,5 kg (UBA, 2008). O modelo de produção industrial requer hoje conhecimentos e investimentos nas mais diversas áreas que compõem a avicultura (nutrição, genética, sanidade, ambiência e tecnologia de abate).

O saldo para produção de frangos de corte foi negativo em relação à quantidade de reais investidos para a quantidade de kg de frango produzido no ano de 2007. Desta forma, torna-se necessário utilizar meios que reduzam o custo na produção e no abate do frango de corte mantendo a qualidade do produto. Um destes meios é o uso racional e a conservação de energia elétrica desde a produção até o abate. Na literatura há carência de trabalhos que diagnostiquem o uso de energia em frigoríficos de frangos de corte e conseqüentemente faltam formas de implementação do uso racional, diminuindo o consumo de custo de energia elétrica (UBA/ABEF, 2007).

A produção nacional de carne de frango tem sido crescente. Se não fosse assim, o Brasil não poderia se tornar o maior exportador mundial. No ano de 2007, cresceu 10,2%, com produção correspondente a 951 mil toneladas.

1.2.3 Mercado externo da carne de frango congelada

As vendas para o mercado externo da carne de frango brasileira, em 2003, tenderam a ser relativamente concentradas, apesar de o conjunto de países importadores ser de aproximadamente 120. Entretanto, as exportações mais importantes da produção de carne de frango foram efetuadas pela Arábia Saudita, com 15% do total, em seguida aparecem Honk Kong, Japão e Rússia, com 10% cada. Esses quatro países consumiram o total de 45% de todas as exportações brasileiras. A receita brasileira total com exportações foi de US\$ 1,8 bilhões, em 2003 (Triches, Siman, Caldart, 2004).

Em 2003 houve uma clara tendência de um maior crescimento no volume das exportações brasileiras, em função do reflexo do surgimento da doença conhecida com influenza ou gripe aviária, na produção de frango, em alguns países asiáticos e nos Estados Unidos. Tal obstáculo tendeu a contrair as exportações desses países, bem como o seu consumo doméstico. Ressaltou-se ainda que os resultados das exportações brasileiras de frango poderiam ter sido melhores, se não houvesse as barreiras protecionistas impostas pela União Européia, cuja sobretaxa oscila na faixa de 15% a 75% (Triches, Siman, Caldart, 2004).

A participação competitiva no comércio internacional de alimentos exige a adequação de produtos e processos, de acordo com normas específicas. Quando um país exige uma determinada certificação na área alimentar muitas vezes isto é visto como uma barreira sanitária, porém, é uma forma do país garantir a segurança dos alimentos oferecidos à sua população (UBA, 2008). Existem exigências formais que devem ser cumpridas e destacadas no certificado sanitário emitido pelo MAPA, quando do embarque de um produto de origem animal, em conformidade às características dos acordos técnico-comerciais estabelecidos com os países importadores, constituídos pelos regulamentos, de cumprimento compulsório à habilitação ao mercado destino (Triches, Siman, Caldart, 2004).

Os processos de auditoria de qualidade nas empresas produtoras ou que pretendam fornecer produtos, buscando evidenciar a conformidade em produzir alimentos seguros para

seus clientes, com continuidade de propósitos. Esses processos são conduzidos pelos principais players nos mercados de maior valor agregado. No entanto por estarem ligados à empresa no Brasil que criou, abateu e industrializou este frango, os clientes monitoram o cumprimento de todos os acordos, na quantidade, na apresentação e na qualidade combinados.

Freqüentemente estão no Brasil para inspecionar a criação, apanha, abate e transporte do produto final pelos frigoríficos brasileiros (França, 2006). As empresas que não têm a inovação tecnológica como prioridade, sendo ou não cooperativas, caso queiram participar deste mercado, estão em desvantagem, uma vez que o tempo de resposta no incremento das imposições pelas barreiras técnicas é relativamente maior, pelo fato de que não atuam de modo massivo nestes mercados, comprometendo sua competitividade, ou ainda, quando comparadas à atuação das empresas líderes na exportação de carne de frango (França, 2006).

A partir dos lucros advindos do mercado internacional, a produção de carne de frango de corte tem crescido de forma bastante significativa nos últimos anos no Brasil, que atingiu o lugar no ranking mundial de segundo maior produtor e exportador de carne de aves do mundo (UBA, 2008). Segundo a Associação Brasileira dos Produtores e Exportadores de Frango (ABEF), até junho de 2008 foi embarcado 1,8 milhão de toneladas de carne de frango, correspondendo a um crescimento de 19% quando comparado ao mesmo período no ano anterior. A receita final cresceu aproximadamente 58% na mesma comparação, totalizando US\$ 3,4 bilhões (ABEF, 2010).

Com o aumento das exportações, os clientes estrangeiros, cada vez mais estão exigindo qualidade e inocuidade da carne de frango, buscando informações a respeito de novos produtos (derivados), quais técnicas de tratamento desde a produção, abate e industrialização (congelamento e resfriamento). São exigidos também selos de qualidade, data de validade e suas características organolépticas (cor, cheiro e textura) certificados pela legislação brasileira em toda a cadeia do agronegócio (inclui procedimentos de campo, de abate e de processamento, rotulagem, diagnóstico e certificação de produtos), a fim de evitar a transmissão da salmonela para outros animais e seres humanos (Brasileiro, et al, 2008).

Segundo a ANVISA, os alimentos de origem avícola devem apresentar ausência de *Salmonella* sp em 25 gramas de produtos. O diferencial competitivo da cadeia avícola é influenciado por estes aspectos, caracterizando como estratégico a interpretação de normas e

certificações (Brasileiro, Oliveira, Passos, Santos, 2008). O cumprimento dos regulamentos de habilitação e certificação de qualidade é um diferencial competitivo na exportação de carne de frango, porém a capacidade de interpretação, desdobramento e aplicação de possíveis normas técnicas, no menor espaço de tempo pelas empresas, torna estas mais competitivas, potencializando a fidelidade pelo cliente, através da credibilidade oportunizada pela empresa fornecedora (França, 2006).

Em relação ao mercado internacional, o Brasil é o terceiro maior produtor mundial de frangos, precedido pelos Estados Unidos e pela China e é o quarto consumidor, pois a União Européia consome mais que o Brasil, além dos já citados (Rodrigheri, 2008). Segundo o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos – *United States Department of Agriculture* (USDA), o Brasil manteria a primeira posição de país exportador em 2007 suplantando os Estados Unidos em 18% e crescendo 10%.

Um ponto essencial para o bom direcionamento dos negócios brasileiros relacionados à carne de frango junto a outros países é a inexistência de barreiras sanitárias em países de outros continentes. Segundo Baasch e Lopes (2004) "De modo geral, o Brasil vem conseguindo vencer as barreiras sanitárias impostas por países compradores, por ter as áreas produtoras voltadas ao mercado externo livres de febre aftosa e vaca louca (bovinocultura), peste suína clássica e mal de Aujeszky (suinocultura) e influenza aviária (avicultura)".

1.2.4 Normas técnicas e legislação vigente para a comercialização da carne de frango no Brasil

A Portaria n° 210 de 10 de novembro de 1998 (MAPA), determina entre outros o "Regulamento Técnico da Inspeção Tecnológica e Higiênico-Sanitária de Carne de Aves" (Anexo I).

1.2.5 Teor nutricional da carne de frango

Classificada como um alimento saudável, a carne de frango é utilizada na alimentação, por apresentar rico teor de proteínas de boa qualidade e é recomendado, seu consumo, a pessoas de todas as faixas etárias. Pode ainda ser consumida, sem pele, por aqueles que tenham riscos cardiovasculares, pois contem uma baixa taxa de colesterol. Na

realidade, a carne de frango rica em aminoácidos indispensáveis, constitui uma fonte importante de proteínas, as quais têm, por conseguinte, um bom valor biológico que é comparável ao das outras carnes (Venturini, Sarcinell, Silva, 2007).

A carne de frango caracteriza-se pelas proteínas que a compõem, não somente do ponto de vista quantitativo, como também qualitativo. Apresenta uma abundância em relação aos aminoácidos essenciais, além de água, gordura, vitaminas, glicídios e sais minerais, que se caracterizam como elementos nutritivos complementares. Esses são fundamentais para a formação de músculos, enzimas, células como anticorpos e leucócitos, hormônios, e auxiliam no processo de cicatrização de alguns tecidos, estando envolvidas com todo o funcionamento do organismo humano (Azevedo, 2004).

A carne de frango constitui uma fonte não negligenciável em ferro visto que se trata de ferro hemínico que é a forma do ferro melhor assimilada pelo organismo e são consideradas fonte importante de vitaminas do grupo B, principalmente, B2 e B12. Estas vitaminas são indispensáveis, visto que ajudam na síntese de energia a partir dos nutrientes ingeridos. Na Tabela 3 são mostradas as informações nutricionais da carne de frango (Venturini, Sarcinell, Silva, 2007).

Tabela 3: Informações nutricionais em 100g de frango sem pele.

Nutrientes	Quantidade em 100g
Proteínas	25 g
Calorias	129 kcal
Gordura	3,75 g
Gordura Saturada	1,07 g
Ferro	1,61 g

Fonte: Venturini, Sarcinell, Silva, 2007.

Em uma comparação realizada em relação aos valores nutricionais de diferentes tipos de carne (Tabela 4), a partir de dados fornecidos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), observa-se que a carne de frango em 100g, é uma das que possui maior teor calórico e valores próximos de proteínas (18,1) e gorduras (18,7). No ranking

nutricional, a carne de frango (2,46 kcal/g) está em segundo lugar como a carne de maior valor calórico, perdendo apenas para a carne suína que possui 2,76 kcal/g.

Tabela 4: Comparação entre os valores nutricionais de diferentes tipos de carne (por 100g)

Tabela Nutricional			
Espécie	Calorias (kcal)	Proteínas (g)	Gorduras (g)
Avestruz	126	25,5	2,7
Boi	225	19,4	15,8
Búfalo	131	26,8	1,8
Codorna	184	18,0	12,5
Coelho	162	21,0	8,0
Cordeiro	206	17,1	14,8
Frango	246	18,1	18,7
Jacaré	108	22,8	1,2
Perdiz	118	21,2	3,1
Suíno	276	16,7	22,7

Fonte: <http://calangobikers.wordpress.com> (2008)

1.3 PADRÕES DE QUALIDADE

A qualidade 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 (Vieira, 2007).

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).

Dentre os aspectos que mais chamam a atenção do consumidor final em relação à qualidade da carne de frango são a textura e a cor. Importante ressaltar que, ao se garantir a alta qualidade da carne de frango produzida, diminui-se o índice de perdas econômicas

durante todo o processo da agroindústria da carne de frango e garante-se a satisfação dos consumidores (Vieira, 2007).

O Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal (DIPOA) determina que a carne de aves para o consumo deve obedecer aos critérios relativos daquelas aves domésticas de criação, como a de frango. A carne de frango fornece nutrientes de acordo com a raça, idade e condições higiênicas do animal. A coloração da carne varia de espécie e está relacionada com a atividade física do animal, sabendo que o componente que confere cor à carne é a mioglobina, a qual determinará a cor mais escura a partir do tamanho e atividade muscular do animal. A coloração da carne pode ser influenciada pela idade, sexo, alimentação e habitat do frango (Venturini, Sarcinell, Silva, 2007).

Quando a carne de frango ainda está fresca serve como extraordinária substância para o desenvolvimento de microrganismos e vermes. Por isso, o local de abate e processamento da carne deve seguir as normas higiênicas. A sanitização da carcaça é considerada como operação de rotina, no processo de abate de frangos para consumo humano, visando eliminar, ou no mínimo reduzir, incidência desses contaminantes. Alguns microrganismos que aderem à carcaça, durante o abate, podem ser removidos após lavagem com água potável ou sanitização com o ácido acético e láctico, pois estes apresentam baixa toxicidade para os humanos e alta para os microrganismos. Esses ácidos podem manter em melhores condições a carne de frango nas prateleiras (Venturini, Sarcinell, Silva, 2007).

A durabilidade e a qualidade da carne de frango sofrem influências de vários fatores internos e externos. Um desses fatores é o método de conservação da carne de frango por refrigeração utilizado, seja conservação em gelo, em CO₂, resfriamento e congelamento.

Com inúmeras vantagens sobre os outros modos de conservação de alimentos, o congelamento quando é feito de maneira adequada, geralmente possibilita a manutenção da cor, sabor e das qualidades nutricionais, bem como, quando o processo de armazenagem segue todos os critérios necessários para que o produto mantenha sua qualidade (Vieira, 2007).

1.3.1 Processo de conservação: Cadeira de frio da carne de frango

A grande maioria dos alimentos de origem animal pode se deteriorar com facilidade. Por isso, no transcurso dos séculos se pesquisou a preservação de alimentos através de

vários métodos. Alguns desses métodos permaneceram até os dias atuais como, por exemplo, a secagem, a defumação, o emprego do sal, do vinagre, os quais eram empregados no passado.

No início do século XIX surgiram as técnicas modernas de conservação de alimentos (Bastos, 2008). Para se conservar os alimentos adequadamente deve-se impedir toda alteração devida aos microorganismos. O desenvolvimento dos microorganismos é possível somente em ambiente nutritivo, com taxa de umidade, oxigênio, temperatura e outras condições favoráveis, segundo a espécie microbiana. Os processos de conservação são fundamentados na eliminação total ou parcial dos agentes que alteram os produtos ou na modificação ou supressão de um ou mais fatores essenciais, de modo que o meio não se torne favorável a qualquer manifestação destes microorganismos. (Bastos, 2008).

O mercado de alimentos congelados no Brasil apresenta um grande potencial, que está em alto desenvolvimento, no entanto perde no ranking para os Estados Unidos e países europeus (Sarantopoulos, Oliveira, Canavesi, 2001). É no processo de cadeia fria, 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 -18°C , com o conseqüente processo de cristalização (Vieira, 2007).

O processo de conservação por meio do congelamento pode alterar fisicamente a carne de frango promovendo alterações nos vários componentes (Souza, 2007). No entanto, o congelamento prolonga o tempo de conservação da carne de frango, diminuindo ou paralisando a deterioração causada por microorganismos, enzimas ou agentes químicos.

Associado a isso, o congelamento é um dos melhores métodos para se manter alguns atributos da carne, como a cor, o aroma e a aparência dos alimentos, que corroboram para a identificação da boa qualidade do produto alimentício a ser comercializado (Vieira, 2007).

A cadeia do frio relaciona-se com a qualidade do produto final sob dois diferentes aspectos, porém complementares. O primeiro é a contaminação microbiológica dos alimentos e o risco associado à saúde humana. O segundo, com as características organolépticas e sensoriais do produto final (Borré, Agito, 2005).

Devido ao crescimento das exportações de alimentos congelados, dentre eles a carne de frango, o aumento da capacidade frigorificada no Brasil ocorreu entre 1972 e 1995. A

partir de dados da Associação Brasileira da Indústria de Armazenagem Frigorificada (ABIAF), há um crescimento médio de 10% ao ano no setor, mas suportam várias flutuações, com importantes momentos de estagnação, atribuídos, sobretudo, às dificuldades financeiras resultantes de crises econômicas, deficiências de gestão e falta de remuneração adequada dos serviços prestados (Amaral, et al, 2006).

Durante o processo de congelamento, a água da solução é transformada para os cristais de gelo, o que resulta na concentração de quase todos os constituintes não aquosos em uma quantidade muito pequena de água não congelada (Borré, Agito, 2005).

O termo "Cadeia do Frio" incide basicamente em resfriar o produto a partir da sua produção e mantê-lo frio ao longo de todo processo até o consumo final. Para transportar produtos conservados por cadeia de frio, é preciso estabelecer um desequilíbrio térmico entre o interior do contêiner e o meio ambiente. O mercado de armazéns refrigerados até 2005 era constituído por um grupo de aproximadamente 110 organizações, a maior parte delas centralizadas nos estados do Sudeste ou nas grandes capitais do Brasil (Borré, Agito, 2005). Já em dados atuais oferecidos pela ABIAF, há um total de 153 empresas neste setor que permitem ao cliente possibilidade de se ajustar às variações do mercado, sem riscos, permitindo que o mesmo utilize espaços frigorificados para seus produtos, compatíveis com a realidade de determinado momento (Penteado Júnior, 2008).

1.3.2 Congelamento

O emprego do congelamento para a preservação de alimentos foi notada pelos homens primitivos desde o período da pré-história. Estes findaram em reconhecer que em temperaturas climáticas baixas os alimentos perecíveis podiam manter suas qualidades praticamente inalteradas por longos períodos, (Colla, Prentice-Hernandez, 2003). Sabe-se atualmente, que modificações estruturais nos diferentes componentes dos alimentos congelados, ocasionam mudanças sensoriais que diminuem a qualidade do produto final após esse processo (Colla, Prentice-Hernandez, 2003).

Os processos de conservação da carne de frango através do congelamento podem alterá-la fisicamente e modificar seus componentes, mesmo espaçando seu tempo de conservação e prolongando sua vida útil e de seus derivados. Na medida em que a temperatura é reduzida as reações físicas, químicas e bioquímicas que alteram estes

produtos, passam a ocorrer em baixa velocidade, apesar de não serem completamente paralisadas mesmo quando o alimento é armazenado a -30°C (Vieira, 2007).

No processo de congelamento de alimentos há três etapas que merecem a atenção do profissional em alimentos que são o congelamento propriamente dito, a estocagem e o descongelamento. Estudos em relação aos métodos de congelamento têm sido realizados com a finalidade de minimizar as alterações químicas e físicas que são provocadas aos alimentos submetidos ao processo de congelamento, e principalmente, no que se refere às carnes. Como principal fator desses estudos tem-se a velocidade de congelamento influência nas características do produto final (Funk, Francisco, 2006), o que indiretamente requer conformidade da infraestrutura para o adequado acondicionamento.

A esta temperatura parte dos microorganismos deterioradores deixa de se multiplicar, sendo que a maioria das bactérias e fungos não continuam a se desenvolver em -8°C , e uma parte deles é destruída.

São os congeladores que induzem o produto à temperatura esperada para o congelamento ideal da carne de frango, e esses podem ser classificados em cinco grupos: circulação forçada de ar, placas, criogênico, imersão e refrigerante líquido. Destes, os dois primeiros são os mais amplamente utilizados, seguidos pelo criogênico. O congelamento é realizado através de processo rápido, o que evita a formação de grandes cristais de gelo na carne de frango. O túnel de congelamento deve apresentar temperatura de -35° a -40°C , com tempo de retenção da maioria dos produtos de quatro horas, para que o produto atinja a temperatura de -18°C e seja bem conservado (Gonçalves, 2008).

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

Nas indústrias os problemas nas variações de temperaturas das câmaras são observados cuidadosamente, pois podem repercutir na depreciação da qualidade dos produtos submetidos ao processo de congelamento. Em contrapartida, o descongelamento de

alimentos torna-se importante pelo fato das diferenças existentes entre a forma como se processa o congelamento, a qual não é a mesma que ocorre no descongelamento. No decorrer do congelamento, a flora de microrganismos presente diminui espantosamente, podendo aumentar se a operação de descongelamento não foi realizada corretamente (Colla, Prentice-Hernandez, 2003).

As carnes congeladas são aquelas conservadas em temperaturas abaixo de seu ponto de congelamento ($-1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$), o qual é a forma de conservação, a longo prazo, que menos deprecia o valor nutritivo e a qualidade sensorial da carne “in natura”. A carne de frango congela-se dentro de uma grande variação de temperatura dependendo da concentração de sais e água em suspensão coloidal na célula. A carne magra, contendo em torno de 75% de água inicia seu congelamento a temperaturas inferiores a $-1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$. A $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$, aproximadamente 75% da água cristaliza-se, a $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$, cerca de 82%, a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$, em torno de 85%, e a $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$, aproximadamente 87%. Cerca de 12% da água total encontra-se de tal forma ligada às proteínas que não se congelam, ainda que a temperaturas muito baixas (Bastos, 2008).

O congelamento não destrói completamente a microflora do produto, mas o número de células viáveis é reduzido durante o processo e armazenagem. As células que continuam viáveis após o congelamento vão, gradualmente, tornando-se inviáveis durante o armazenamento. O declínio no número de microrganismos viáveis é relativamente rápido a temperaturas abaixo do ponto de congelamento, mas é menor em temperaturas inferiores, sendo bastante lento a temperaturas menores que $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Sarantopoulos, Oliveira, Canavesi, 2001).

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 velocidade de congelamento está em torno de $0,05^{\circ}\text{C}$ minuto⁻¹.

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 $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ por minuto⁻¹ (Roça, 2000).

1.3.2.1 *Influência do congelamento sobre a carne de frango*

A utilização de gelo, durante o processo de congelamento tem aspectos benéficos e prejudiciais à carne de frango. Dentre os benefícios incluem o fortalecimento das estruturas e a remoção da água livre. Em contrapartida os efeitos prejudiciais incluem as conseqüências da formação de cristais de gelo, como rompimento das estruturas celulares por perfurações, a desidratação parcial do tecido em contato com o cristal do gelo e a concentração dos reagentes (Vieira, 2007).

Geralmente, a carne congelada possui como parâmetro de qualidade, o grau de desnaturação protéica que ocorre durante o armazenamento. A desnaturação de proteínas ocorre devido às condições do congelamento e descongelamento e oscilações na temperatura de armazenamento. Com a desnaturação, as proteínas perdem a capacidade de reter água, o que irá alterar a textura da carne após o descongelamento e suas propriedades funcionais, além de desidratação da superfície, oxidação de gordura e alterações na cor (Sarantopoulos, Oliveira, Canavesi, 2001).

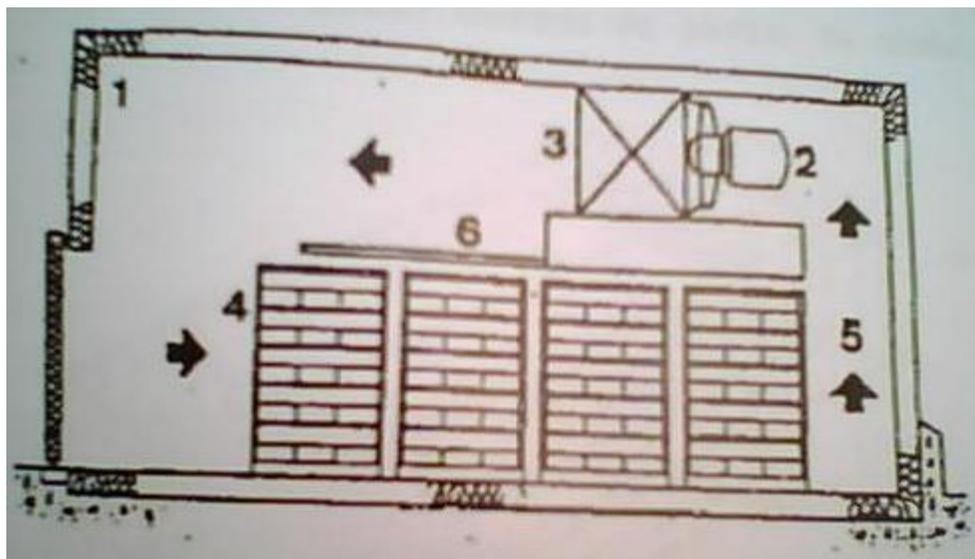
Outra desvantagem para a qualidade da carne de frango no processo de congelamento é a desidratação superficial ou queima pelo frio, que ocorre quando a carne perde a umidade para o ambiente de estocagem através da embalagem. Em resumo, os principais fatores pela queima são as oscilações de temperatura durante a estocagem e as diferentes etapas de distribuição que podem resultar no desenvolvimento de cristais de gelo na superfície dos produtos embalados em materiais impermeáveis ao vapor d'água quando há um descongelamento parcial ou total da carne de frango durante as flutuações de temperatura (Vieira, 2007).

No que se refere à influência do processo de congelamento sobre microrganismos, sabe-se que a temperatura limite para o desenvolvimento de microrganismos em alimentos é de -5°C a -8°C, e de até -11 abaixo para as leveduras. Quando a temperatura utilizada para a estocagem de alimentos é em torno de -18°C tem-se a garantia de que não haverá o crescimento de microrganismos, no entanto, são encontrados nas mesmas condições o *Pseudomonas* sp e leveduras do tipo basidiomicetos, mas sem apresentar crescimento (Vieira, 2007; Araújo, 2004).

1.3.3 Sistemas de congelamento com convecção forçada

Os congeladores industriais são classificados em: convecção forçada de ar, a placas, criogênico, por imersão e por refrigerante líquido. Destes, o mais empregado atualmente na área de frigoríficos é o sistema com convecção forçada. Este pode ainda ser descontínuo, semi-contínuo ou contínuo de acordo com a necessidade de cada processo. O sistema com convecção de ar forçada está baseado no princípio de transferência de calor por convecção, utilizando ar com alta velocidade e baixas temperaturas (-25 a -45°C) e são construídos nas mais diferentes configurações (Neves, 1991).

Um destes sistemas, conhecido por sistema descontínuo estático, consiste em uma câmara com evaporadores onde o produto é disposto sobre estantes, bandejas de carrinhos ou paletes. A distribuição do ar pode ser feita através de ventiladores instalados ao longo do comprimento do túnel de forma que o gradiente de temperatura do ar será menor e com valores relativamente constantes. A Figura 2 mostra um sistema descontínuo e alguns de seus elementos (Roça, 2006).



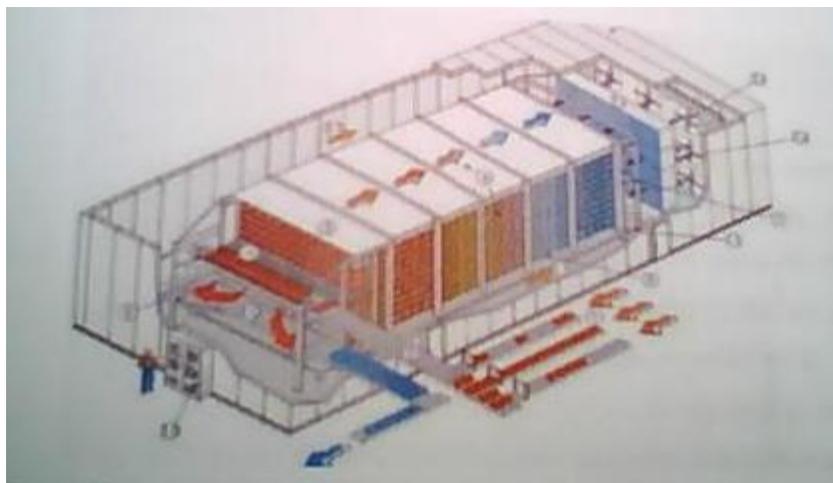
Fonte: Roça (2006).

Figura 2: Sistema de Congelamento Descontínuo Estático. 1: Isolamento. 2: conjunto motor ventilador, 3: evaporador, 4: produto, 5: direção do fluxo de ar, 6: divisória.

No sistema semi-contínuo o produto é transportado ao longo do túnel através de sistemas mecânicos de forma a permanecer o tempo exigido para congelamento. Podem

utilizar carrinhos, onde à medida que se abastece o túnel, do outro lado, obrigatoriamente terá de sair em outro carrinho (Roça, 2006).

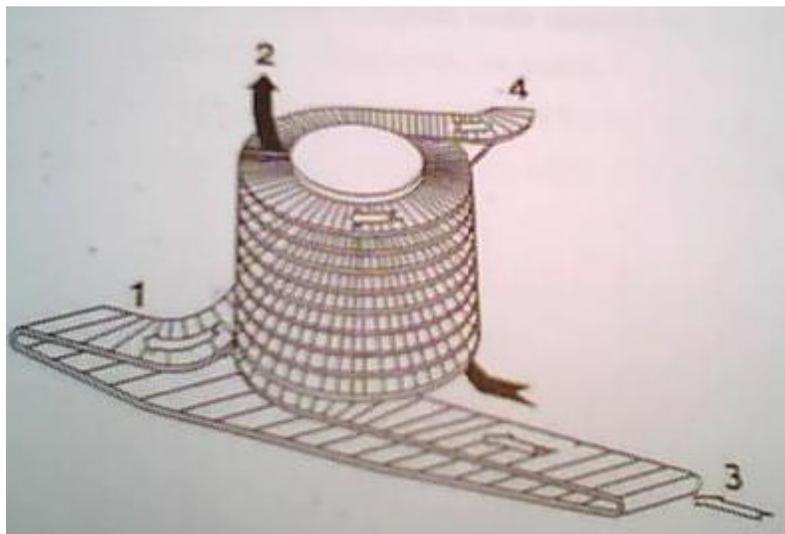
Outra versão deste sistema é o contínuo automático, que promove o deslocamento do produto sob uma estrutura semelhante a uma bandeja. Como pode ser visualizado na Figura 3, há vários níveis de bandejas sendo que as mesmas se deslocam de forma horizontal. O sistema de abastecimento deste modelo de túnel inicia-se com o carregamento de uma bandeja, a mesma desloca-se como um elevador até o nível (andar) programado pelo operador. Ao mesmo tempo em que esta bandeja desloca-se horizontalmente para entrar no nível programado, do outro lado do túnel, porém, no mesmo nível, saíra uma bandeja que fora abastecida algumas horas antes. Assim, sucessivamente a cada nova bandeja que abastece certo nível, do outro lado, uma bandeja com produto congelado será descarregada do túnel. A velocidade de deslocamento pode ser alterada de acordo com a necessidade de congelamento. O fluxo de ar deste modelo percorre sentido contrário ao sentido de deslocamento das bandejas (Roça, 2006).



Fonte: Roça (2006).

Figura 3: Sistema Contínuo Automático

Outro conceito de sistema contínuo, também conhecido como congelamento individual rápido ou *individual quick freezing*, requer espaço menor que os sistemas horizontais, conforme apresentado na figura 4. Este congelador é utilizado principalmente para congelar produtos ainda desprovidos de embalagens o que proporciona congelá-los em questão de minutos (Wolfe, 2006).



Fonte: Wolf (2006).

Figura 4: Sistema Contínuo Espiral ou *giro freezer*: 1: esteira, 2: fluxo de ar, 3: entrada do produto, 4: saída do produto.

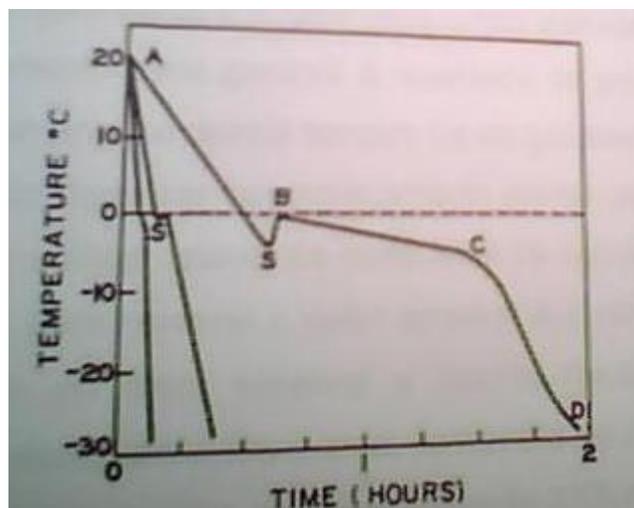
O congelamento pelo sistema I.Q.F. (Individual Quick Freezing - Congelamento Individual Rápido) reduz as perdas por desidratação dos produtos tais como: hambúrgueres, camarões, pescados em geral, cortes de frango/suínos, frutas, etc. O tempo de retenção de cada produto deve ser controlado através de um variador de frequência instalado no painel elétrico, variando a velocidade da esteira que pode ser de aço inoxidável ou plástica modular. Os produtos a serem congelados/resfriados, são dispostos sobre a esteira manualmente ou diretamente através de máquina. Os produtos são transportados no interior do túnel com o tempo requerido pelo produto. O tempo de retenção dos produtos varia conforme o tipo e o tamanho do produto, controlado por um variador de frequência instalado dentro do quadro elétrico com gabinete em chapa de aço inoxidável. O produto ao sair do túnel está pronto para ser embalado e armazenado em câmara de estocagem de congelados ou resfriados (Neves, 1991).

A literatura nos traz referencia à produtos congelados individualmente tais como: frutas, carnes, legumes, queijo, etc. Um estudo analisou a viabilidade econômica da exploração de uma linha de congelamento rápido (IQF) na área do condado. Esta linha de

processamento vegetal tem por objetivo agregar valor aos seus produtos e auxiliá-los na captação de uma maior porcentagem de propagação de preços agrícolas (Wolfe, 2006).

1.3.4 Curvas de congelamento

Segundo Karel (1975), as curvas típicas do processo de congelamento se encontram na Figura 5. A curva com um longo patamar representa o comportamento de um congelamento lento, com baixas taxas de congelamento, enquanto as outras curvas descrevem o comportamento e um congelamento rápido a altas taxas de congelamento. No congelamento lento, o processo é normalmente dividido em três etapas. O trecho A – S representa um resfriamento inicial, onde há a remoção de calor sensível. O ponto S é conhecido como ponto de super resfriamento e nem sempre é aparente. Na etapa seguinte, segmento B – C, ocorre a transição de fase líquido – sólido, onde aproximadamente dois terços da água do alimento é cristalizada. Finalmente, no trecho C – D, o alimento possui menor quantidade de água para congelar e a remoção de uma dada quantidade de energia afeta mais a redução de temperatura neste trecho comparada com o trecho anterior.



Fonte: Karel (1975).

Figura 5: Curvas típicas de congelamento de alimentos a diferentes taxas de congelamento.

Na literatura encontram-se trabalhos (Salvadori, Mascheroni, 1996) que utilizaram as curvas de congelamento de morangos embalados em diferentes caixas para determinar o tempo de congelamento. O tempo de congelamento foi também calculado com a equação de Plank, que superestimou os valores obtidos experimentalmente.

Ribeiro *et. at.*, (2006) utilizaram curvas de congelamento para determinar a temperatura inicial de congelamento em queijo muzzarella através do perfil de temperatura. Os autores verificaram a influência da concentração de NaCl na temperatura inicial de congelamento e concluíram que o método utilizado foi eficiente, preciso e de baixo custo.

1.3.5 Parâmetros do Processo de Congelamento de Alimentos

1.3.5.1 Tempo de Congelamento

A determinação do tempo de residência de um produto em um sistema de congelamento é tão relevante quanto a predição do tempo exato de congelamento em temperaturas de estocagens para alimentos congelados.

O tempo de congelamento é o fator mais crítico associado com a seleção do sistema de congelamento para garantir a qualidade do produto. Para realizar o processo de congelamento se deseja tempos de congelamento curtos, a média de temperatura ambiente deve ser necessariamente menor que a temperatura final desejada no produto e altos valores de coeficiente de convecção de transferência de calor são criados para remover o calor sensível e latente resulta numa redução de temperatura do produto assim como a uma conversão da água em estado líquido para sólido. Na maioria dos casos, aproximadamente 20% da água permanece em estado líquido mesmo em estocagens de produtos congelados (Singh, Heldman, 1993).

De acordo com a equação de Plank, o tamanho dos produtos influenciará diretamente no tempo de congelamento. Entretanto, o parâmetro que mais influencia no tempo de congelamento é o coeficiente de transferência de calor convectivo h_c . Esse parâmetro pode ser usado para influenciar o tempo de congelamento através do projeto do equipamento e deve ser analisado cuidadosamente. Em baixas magnitudes do coeficiente de transferência de calor convectivo, pequenas mudanças neste coeficiente irão influenciar o tempo de congelamento de maneira significativa.

Para o congelamento de alimentos dentro de caixas, valores obtidos pela literatura têm mostrado que os coeficientes de transferência de calor superficiais variam notavelmente, quando a medida é feita em diferentes localizações ao longo das camadas de produto no interior da caixa. Assim, os valores dos coeficientes são diferentes entre o topo e o fundo da

caixa e, portanto, estudos que ignoram estas variações devem ser tratados com bastante cuidado (Resende *et. al*, 2001).

A temperatura inicial e final do produto irá influenciar pouco no tempo de congelamento, mas isso não é avaliado na equação original de Plank. Por outro lado, a influência de algumas propriedades do produto como T_F (Ponto inicial de congelamento), ρ (densidade do produto), \check{R} (condutividade térmica) é considerada na referida equação. Uma análise detalhada de todos os fatores que influenciam o tempo de congelamento foi apresentada por Singh e Heldamn (1993).

Processos os quais envolveram uma mudança de fase entre líquido e sólido (congelamento e descongelamento) são de importância na produção e preservação dos sistemas aquosos dos alimentos. Uma questão típica é a determinação do tempo de congelamento e descongelamento. Também é projeto do curso de otimizado da temperatura para os processos de congelamento e descongelamento com suas respectivas diferenças de temperatura (entre o ambiente e superfície) e tempo de processo são importantes (Franke, 1999).

1.3.5.2 Temperatura Inicial de Congelamento

Um parâmetro crítico para prever as propriedades termofísicas é o ponto inicial de congelamento T_f . O modelo de predição de Sman e Boer (2004) foi baseado na relação de Clausius-Clapeyron e na lei de Raoult, para o qual o estado do ponto inicial de congelamento é relacionado à fração molar da água livre ou atividade de água. De acordo com esses modelos, a água que não congela deveria ser distinguida em duas partes: água livre e água fortemente ligada. A água fortemente ligada é a água responsável pela hidratação dos biopolímeros solúveis como proteínas e carboidratos. Alguns autores comparam a água fortemente ligada à água não congelada, definida como fração de água não congelada a -40°C . E mesmo em menores temperaturas a água não congelada não poderá formar gelo (Funk, 2006).

Na literatura, informava-se que a fração em massa de água fortemente ligada em produtos cárneos chegava a 5%. No entanto, em estudos mais recentes, encontram-se relatos de que esse valor chega a 20%. Porém, esse estado de que a equivalência entre água fortemente ligada e água que não congela é errôneo. Água que não congela pode também ser

formada se o alimento resistir à transição vítrea, onde a água que não congela forma um “vidro” e não pode congelar (Funck, 2006).

Os produtos cárneos possuem alta temperatura vítrea, a qual fica entre -14 até -20°C. Conseqüentemente, a quantidade de água não congelada medida com Ressonância Magnética Nuclear (NMR) e Calorimetria Diferencial de Varredura (DSC) pode realmente ser maior que a quantidade de água fortemente ligada. Sman e Bôer (2004) comentam em seu estudo que embora a literatura não seja conclusiva sobre a quantidade existente de água fortemente ligada nos produtos cárneos, é sabido que a mesma é um pré-requisito para a predição da temperatura inicial de congelamento ou da atividade de água dos produtos cárneos. Eles também comentam sobre alguns modelos de predição da temperatura de congelamento relacionados à contribuição não-ideal do teor de NaCl na atividade de água. Eles assumem também que os biopolímeros afetam a atividade de água somente via água fortemente ligada e que embora exista efeito de interação entre os sais e biopolímeros na quantidade de água fortemente ligada, ela é irrelevante (Sman e Boer, 2004).

A maioria dos alimentos possui grande quantidade de água. Quando esses alimentos são resfriados abaixo de 0°C, a temperatura pode sofrer um pequeno aumento no momento que a água esta sendo convertida em gelo em função da inércia térmica do processo. A não ser , água pura, toda a água no alimento não se transforma em gelo na mesma temperatura devido à presença de diferentes solutos. A temperatura inicial de congelamento do alimento é a maior temperatura na qual o gelo poderá existir nesse equilíbrio térmico. Esse é uma das mais importantes propriedades termodinâmicas requeridas para a predição das propriedades térmicas e físicas de alimentos congelados. Valores da temperatura inicial de congelamento podem ser usados para calcular propriedades como peso molecular efetivo, atividade de água, água congelada, livre ou fortemente ligada e entalpia abaixo do congelamento. No entanto, conhecer a temperatura inicial de congelamento é muito importante para analisar o congelamento e descongelamento dos alimentos. A temperatura de congelamento é afetada principalmente pela concentração de solutos de baixo peso molecular (Ribeiro, Abreu, 2006).

A curva de congelamento é um dos métodos mais seguros e mais utilizados para medir a temperatura inicial de congelamento dos alimentos (Rahmn *et at*, 2002). A ampla aplicação desse método é devido a sua precisão e simplicidade. A temperatura de

congelamento é derivada do platô de temperatura relativamente longo, o qual segue por um super-resfriamento em um gráfico de temperatura por tempo. O abrupto aumento de temperatura devido à liberação do calor de fusão depois do início do super-resfriamento representa o início da cristalização do gelo.

1.4 CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSO

A estatística é, sem dúvidas, uma ferramenta de trabalho poderosíssima para quem trabalha em controle da qualidade e processo. A aplicação de técnicas estatísticas tem por principal objetivo oferecer aos responsáveis pela tomada de decisões, referências relativas ao grau de confiabilidade dos resultados gerados pelos controles e aos riscos envolvidos nas decisões tomadas. A sistematização dos dados de controle que normalmente é feita sob a forma de “gráficos de controle” tem por objetivo facilitar a “visualização” dos resultados.

A definição de controle estatístico de processo pode ser realizada através da junção dos significados de cada uma das palavras.

Controle – manter algo dentro dos limites (padrões) ou fazer algo se comportar de forma adequada.

Estatística – obter conclusões com base em dados e números que trazem informações.

Controle Estatístico – fazer com que os resultados se mantenham conforme o previsto pelos padrões com a ajuda de dados numéricos.

Processo – é a combinação necessária entre o homem, os materiais, as máquinas, os equipamentos e o meio ambiente para fabricar um produto qualquer. Mais especificamente, um processo é qualquer conjunto de condições ou conjunto de causas (sistema de causas) que trabalham simultaneamente para produzir um determinado resultado (Vieira, 1999).

Portanto, Controle Estatístico de Processo (CEP) é um método preventivo de se comparar, continuamente, os resultados de um processo com os padrões, identificando a partir de dados estatísticos as tendências para variações significativas, a fim de eliminar/controlar essas variações. O objetivo principal no CEP é reduzir cada vez mais a variabilidade de um processo (Montgomery, 1997).

Em termos gerais, o controle estatístico de processo é utilizado na detecção de alterações inusitadas de uma ou mais características de um processo ou produto. Em outras palavras, é uma ferramenta estatística que desperta para a presença de causas especiais grandes na linha de produção. O paradigma tradicional é o processo industrial analisado através do tempo (séries temporais), mas hoje em dia a ferramenta já se espalhou para processos administrativos e de serviços, e para dados classificados como seções cruzadas (por exemplo, os setores na empresa no mesmo ponto no tempo) (Montgomery, 1997).

O processo de implementação de controle estatístico de processo na empresa não é uma tarefa fácil, e existe somente uma única maneira para fazê-lo: passo a passo. Procedimentos têm que ser desenvolvidos no nível de “caso a caso” para encaixar novos procedimentos nos procedimentos já existentes, e isso em geral exige um gasto grande em esforço e dinheiro, mas em quase todos os casos o retorno é considerável (Vieira, 1999).

A aplicação de controle estatístico de processo leva a empresa de “fazer certo a primeira vez”, os benefícios disso são grandes. Nesta linha de raciocínio, é importante que a colocação de gráficos de controle deva ser enfatizada no início do processo e não no final. No final do processo o valor adicionado pelo processo de fabricação já é grande e qualquer rejeição nessa altura do jogo tem implicações desastrosas em termos de custos. No início do processo, a elaboração do produto quase não começou e, portanto a rejeição e retrabalho têm custos triviais (Vieira, 1999).

1.4.1 Planejamento de Experimentos na Indústria

Dentro da indústria, muitas vezes é necessário obter informações sobre produtos e processos empiricamente. Neste momento o trabalho das pessoas envolvidas com o problema assemelha-se ao de pesquisadores ou cientistas que precisam projetar experimentos, coletar dados e analisá-los. Experimentos são empregados para resolver problemas de fabricação, decidir entre diferentes processos de manufatura, diferentes conceitos de produto, entender a influência de determinados fatores, etc... Além disso esta tarefa torna-se cada vez mais importante na medida que se intensifica a base tecnológica dos produtos e as exigências governamentais e de clientes aumentando a necessidade de emprego de experimentos durante todas as etapas do ciclo de vida do produto.

O Planejamento de Experimentos (em inglês *Design of Experiments, DOE*) é uma técnica utilizada para se planejar experimentos, ou seja, para definir quais dados, em que quantidade e em que condições devem ser coletados durante um determinado experimento, buscando, basicamente, satisfazer dois grandes objetivos: a maior precisão estatística possível na resposta e o menor custo. É, portanto, uma técnica de extrema importância para a indústria pois seu emprego permite resultados mais confiáveis economizando dinheiro e tempo, parâmetros fundamentais em tempos de concorrência acirrada. A sua aplicação no desenvolvimento de novos produtos é muito importante, onde uma maior qualidade dos resultados dos testes pode levar a um projeto com desempenho superior seja em termos de suas características funcionais como também sua robustez.

No entanto, deve-se ficar claro que esta ferramenta não substitui o conhecimento técnico do especialista da empresa sobre o assunto e nem mesmo trata-se de uma “receita de bolo” de como realizar um planejamento. O domínio do problema é de fundamental importância. O conhecimento do especialista sobre o problema conjugado com a técnica (em casos especiais somando-se ainda o auxílio de especialistas em planejamentos de experimentos) é que irá permitir bons planejamentos de experimentos, ou seja, planejamentos mais rápidos (menos pontos), de menor custo e que possibilitem aos seus idealizadores responderem, baseado em inferência estatística, a resposta a seus problemas.

Apesar de novas, as principais técnicas de planejamento de experimentos já existiam e potencialmente poderiam estar sendo sistematicamente aplicadas na indústria desde muitos anos. Porém, a grande maioria destas técnicas requer uma quantidade exaustiva de cálculos tornando fundamental o emprego dos recursos de informática. Um fator que tem impulsionado a aplicação industrial do planejamento de experimentos são as ferramentas computacionais de análise estatística e soluções corporativas que cada vez mais facilitam a realização das análises e manutenção e gerenciamento de dados. Neste sentido a tendência é que tais técnicas tornem-se cada vez mais próximas de aplicações práticas e, portanto, cada vez mais utilizadas.

Na literatura encontram-se trabalhos (Silva, Sant’Anna, 2007) que utilizaram planejamento de experimentos (DoE) na indústria farmacêutica, não apenas para a otimização de resultados e a redução da variabilidade dos processos, mas, também, para aumentar o conhecimento sobre processos críticos. É relatada uma aplicação em que ganhos

em confiabilidade e robustez estatística foram atingidos através de um planejamento fatorial desenvolvido. Também foi utilizado o planejamento de experimento por Valduga *et. al.*, (2008) para a avaliação de efeitos dos parâmetros de processo de extração do óleo de soja em uma indústria de extração de óleos vegetais. Os autores mostraram que a eficiência da extração do óleo de soja foi otimizada, sem prejuízo da qualidade do óleo de soja.

A constituição de novas metodologias utilizando controle estatístico de processo para a produção de frangos de corte IQF é resultado da pressão por aumento da eficiência produtiva e por conquista de novos mercados a que às indústrias estão submetidas. O novo modelo pode ser mais vantajoso do ponto de vista técnico e econômico da produção, pela própria utilização de tecnologias mais avançadas *vis-à-vis* à redução dos custos de produção e, em paralelo há uma elevação da produtividade.

2.0 – MATERIAIS E MÉTODOS

Neste capítulo será apresentada a descrição do processo de produção, bem como a metodologia utilizada para o desenvolvimento do presente estudo, sendo que a mesma contempla as faixas de operação do giro freezer e os produtos utilizados na realização dos testes.

2.1 DESCRIÇÃO DO PROCESSO

O processo de abate de aves segue um fluxo praticamente idêntico em todos os frigoríficos (Figura 6), sendo respeitada a seqüência e os devidos cuidados em cada fase do abate. O fluxograma abaixo demonstra o processo de abate de aves:

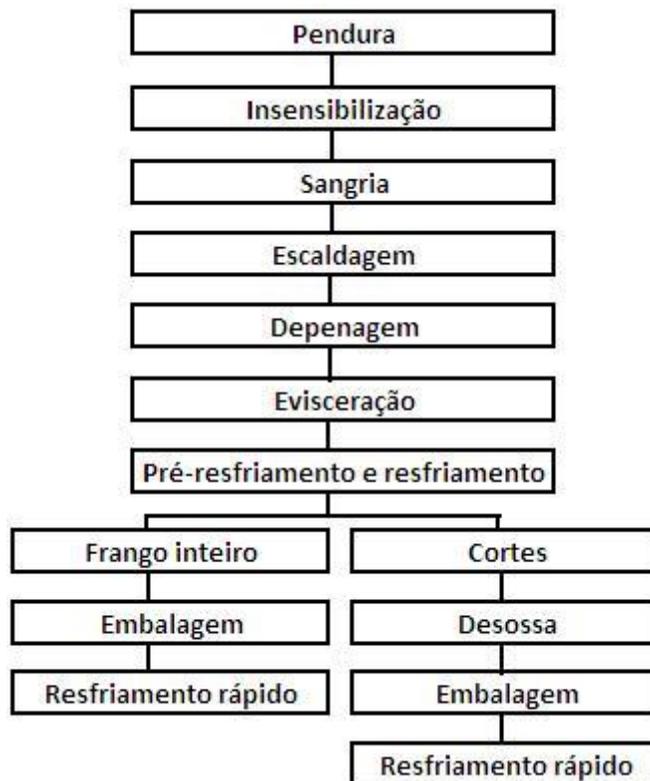


Figura 6: Fluxograma processo de produção frigorífico de aves

O processo de produção de um frigorífico de abate do frango se inicia no setor da pendura, neste setor é feita a pendura ainda viva da ave, a qual é levada através de um transportador aéreo, chamado de nórea para um tanque contendo água e corrente elétrica, onde

nesse ponto a ave vai ser insensibilizada, após a insensibilização ocorre a sangria da ave, através de um disco automático ou corte manual. Depois de sangrado o frango é imerso em um tanque de escaldagem, o qual tem por objetivo facilitar a retirada das penas da ave, passando pelas depenadeiras onde é feita a retirada por completo das penas. Após o frango estar livre das penas, é feita a evisceração da ave, onde nessa parte do processo é feita a separação da carcaça e das vísceras sendo que a carcaça vai então para o setor de pré-resfriamento, onde a mesma passa da temperatura ambiente em torno de 38°C para uma temperatura média em torno de 7°C. A carcaça resfriada pode então ser embalada inteira ou pode ser realizado o porcionamento da carcaça, sendo que os cortes obtidos podem ser embalados e posteriormente congelados ou pode ser realizado o processo de congelamento das partes antes do produto ser embalado, o qual dá-se o nome de produto congelado individualmente (IQF - *Individuality Quick Frozen*).

Agregado ao setor de cortes ocorre à produção de produtos congelados individualmente (IQF - *Individuality Quick Frozen*), o produto é colocado em uma esteira individualmente que conduzirá o produto para o giro freezer (túnel de congelamento em espiral) onde irá congelar o produto em tempo reduzido a uma temperatura de controlada, após congelado o produto sai por uma esteira e então é embalado.

(IQF - *Individuality Quick Frozen*) é uma forma de Congelamento Rápido Individual, sendo que os produtos são congelados com as partes separadas, não sendo necessário descongelar todo pacote para o consumo de apenas parte dos produtos, dando assim melhor aparência ao produto.

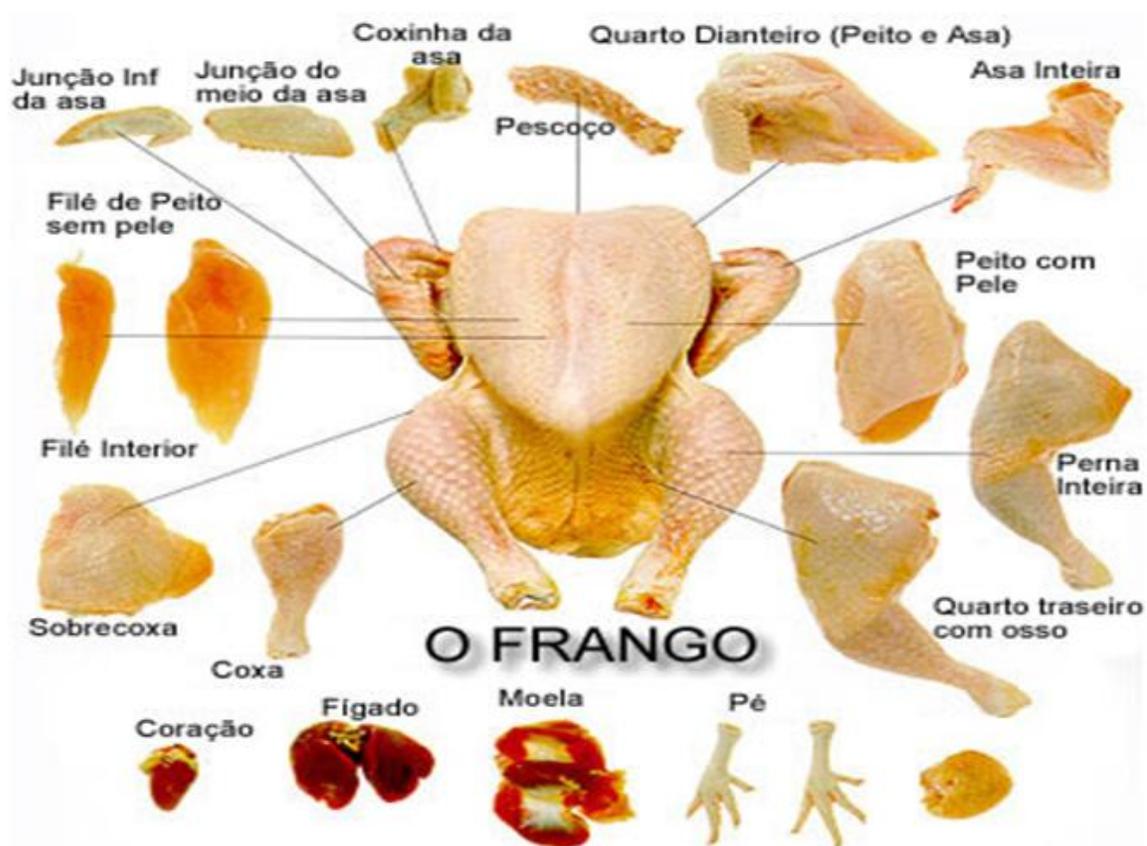
2.1.1 Faixas operacionais do giro freezer

Sendo o giro freezer um túnel de congelamento rápido, o controle de temperatura é fundamental para que o processo de congelamento ocorra. A faixa de temperatura do giro freezer pode variar entre -25°C até - 40°C, sendo variável em função do tempo de permanência do produto dentro do túnel de congelamento (giro-freezer). Os produtos ao saírem do giro-freezer estão congelados, sendo que para verificar a temperatura dos mesmos, é necessária a utilização de um instrumento específico o qual perfura os produtos.

O tempo de permanência dos produtos para o atendimento da temperatura ideal (-12°C) é diretamente ligado a temperatura utilizada no túnel de congelamento, o qual também pode ser controlado, podendo variar de 22 minutos até 48 minutos.

2.2 DESCRIÇÃO DOS PRODUTOS

Uma vez apresentada as etapas constituintes do processo produtivo do frigorífico de aves, serão apresentados os produtos elaborados a partir da carcaça do frango. Dependendo da necessidade do mercado, o frango é vendido inteiro, em partes (cortes), também podendo ser processado industrialmente. A figura 6 mostra a carcaça do frango, bem como suas partes e os miúdos.



Fonte: Coave (2010).

Figura 7: Partes do frango

Os testes foram realizados com diferentes tipos de cortes, os quais apresentam diferentes tamanhos e respectivos pesos, sabendo que os pesos são variáveis em função do peso médio da ave.

2.2.1 Coxa

A coxa faz parte da perna do frango, pesa em torno de 140 gramas com osso, e possui em torno de 13 centímetros, como mostra a figura 8, tais dados considerando um frango apresentando um peso médio vivo de 2,450 kg.



Figura 8: Coxa de frango

2.2.2 Filezinho

O filezinho é a parte interna do filé de peito, pesa em torno de 115 gramas, e possui em torno de 18 centímetros (figura 9), tais dados considerando um frango apresentando um peso médio vivo de 2,450 kg.



Figura 9: Filezinho de frango

2.2.3 Coxinha da asa

A coxinha da asa é uma das partes da asa do frango a qual se divide em ponta, meio e coxinha da asa, pesa em torno de 60 gramas com osso (figura 10), e possui cerca de 12 centímetros, tais dados considerando um frango apresentando um peso médio vivo de 2,450 kg.



Figura 10: Coxinha da asa de frango

2.2.4 Meio da asa

O meio da asa é também é parte da asa do frango a qual se divide em ponta, meio e coxinha da asa, pesa em torno de 40 gramas com osso, e possui 12 centímetros (figura 11), tais dados considerando um frango apresentando um peso médio vivo de 2,450 kg.

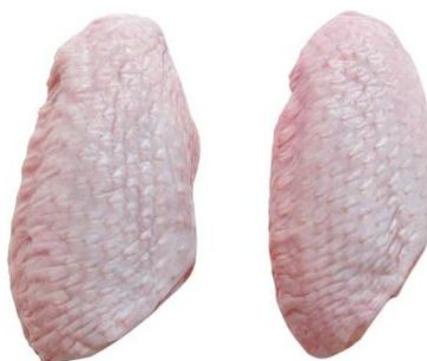


Figura 11: Meio da asa de frango

2.2.5 Frango à passarinho

O frango à passarinho é constituído por várias partes do frango, sendo elas: meio da asa, coxinha da asa, peito (cortado em partes e com osso) e perna do frango (coxa e sobrecoxa cortada em partes e com osso), como a coxinha e o meio da asa fazem parte dos produtos analisados, somente será estudados o peito (figura 12), o qual é cortado em parte sendo que as mesmas pesam em torno de 190 gramas com osso, e possui 40 centímetros, e a perna (figura 13), cortada em partes, as quais pesam em torno de 150 gramas com osso, e possui 40 centímetros, tais dados considerando um frango apresentando um peso médio vivo de 2,450kg.



Figura 12: Peito de frango cortado para frango a passarinho



Figura 13: Coxa de frango cortada para frango a passarinho

2.4 PLANEJAMENTO DE EXPERIMENTOS

A Tabela 5 apresenta as variáveis e a faixa de estudo para os delineamentos experimentais realizados. A resposta avaliada em todos os experimentos foi a temperatura do produto final e os resultados foram avaliados por meio do software Statistica 6.0 (StatSoft, Inc., 2001).

Tabela 5: Níveis dos fatores investigados nos planejamentos experimentais sequenciais, para todos os produtos.

Variáveis	Níveis				
	-1.41	-1	0	1	1.41
Temperatura (°C)	-40	-36	-33	-27	-25
Tempo (min)	22	32	40	45	48

3.0 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesse capítulo são apresentados os resultados referentes aos testes realizados para otimização do processo de produção dos produtos IQF. O tempo de congelamento foi definido como necessário para que a temperatura interna do produto atinja -18°C para mercado externo e -12°C para produtos destinados para o mercado interno. Estas temperaturas foram adotadas devido aos procedimentos internos da empresa e à legislação vigente que não permite que o produto exceda a esse valor de temperatura.

3.1 – AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DAS VARIÁVEIS DE PROCESSO SOBRE A TEMPERATURA FINAL DO PRODUTO

3.1.1 COXA

A Tabela 6 apresenta os resultados experimentais obtidos durante o congelamento IQF de coxa de frango. Conforme pode ser visto as temperaturas finais do produto variaram de $-1,12^{\circ}\text{C}$ até $-4,32^{\circ}\text{C}$.

Tabela 6: Temperatura final do produto obtida no DCCR para avaliar o efeito de duas variáveis independentes no congelamento IQF de Coxa

Exp.	Temperatura do Giro Freezer ($^{\circ}\text{C}$)	Tempo de congelamento (min)	Temperatura final do Produto ($^{\circ}\text{C}$)
1	-38	32	-1.58
2	-29	32	-1.12
3	-38	47	-3.60
4	-29	47	-4.32
5	-40	40	-2.43
6	-27	40	-2.10
7	-35	24	-2.07
8	-35	55	-4.23
9	-35	40	-2.22
10	-35	40	-3.58
11	-35	40	-2.48

Com os dados da Tabela 6 foram usados para a determinação dos efeitos dos termos do modelo quadrático usado para representar o processo, considerando um nível de significância de 85%, uma vez que foi verificada uma variação de 15% na temperatura de operação do giro-freezer, isto é, durante a realização dos experimentos, a temperatura estipulada não era fixa, a mesma oscilava tanto para cima, quanto para baixo. A condição testada a qual apresentou o resultado mais satisfatório foi utilizando a temperatura do giro freezer de -29°C com um tempo de 47 minutos, e o pior resultado obtido foi na condição -29°C e o tempo foi de 32 minutos, mostrando que a temperatura foi a mesma tanto para melhor condição quanto para pior condição, porém o que determinou a melhor e pior temperatura obtida do produto foi o tempo. A Figura 14 apresenta os resultados obtidos, onde pode ser visto que o tempo apresenta influência significativa negativa, isso mostra que quanto maior o tempo utilizado menor é a temperatura obtida.

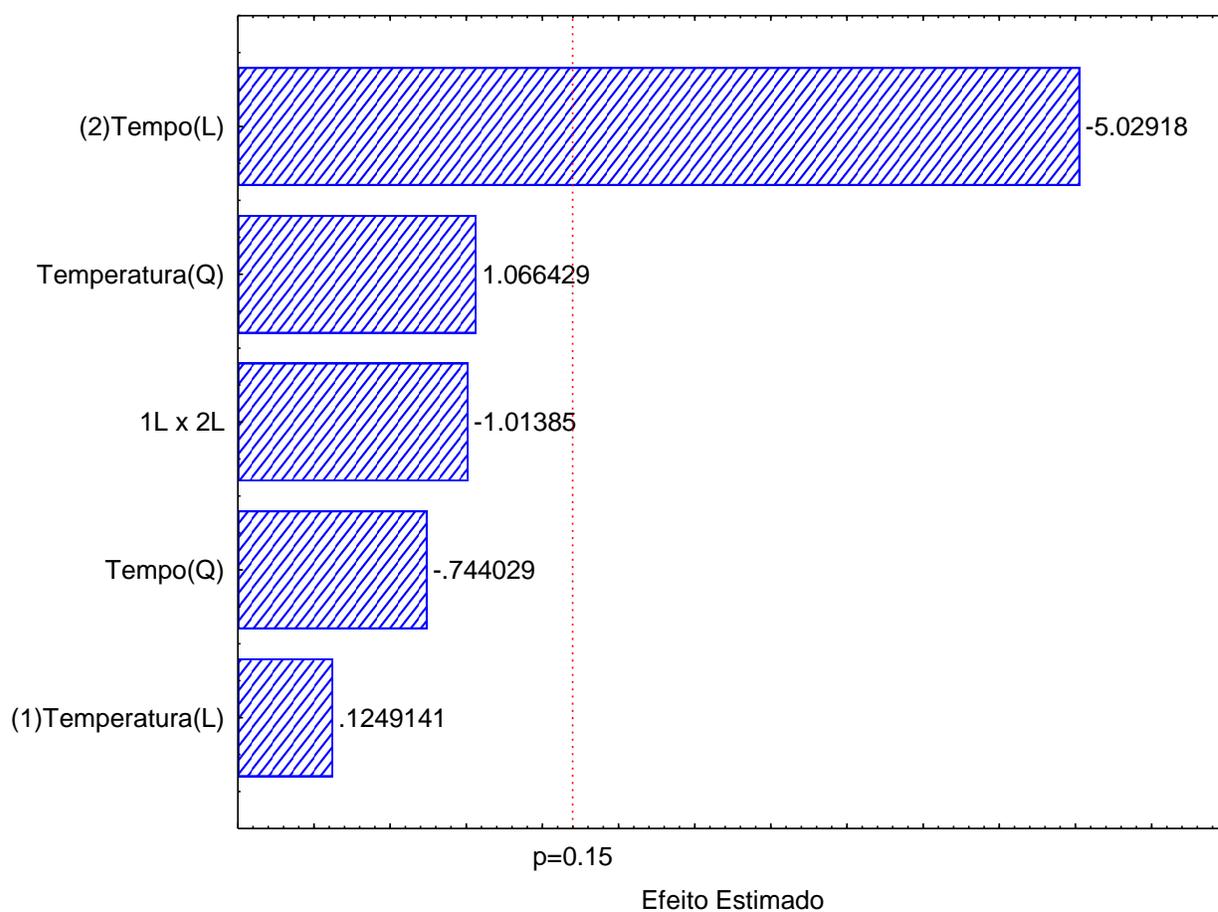


Figura 14: Gráfico de Pareto mostrando os efeitos das variáveis independentes sobre a temperatura final de congelamento de coxa

O modelo apresentado na Figura 14 foi validado pela análise de variância (ANOVA), o que permite a construção de curva de contorno e superfície de resposta, possibilitando uma análise visual da interação entre as duas variáveis independentes. Os resultados obtidos são apresentados na Figura 15. Os resultados obtidos não atendem a temperatura padrão de mercado interno e mercado externo (-12°C e -18°C respectivamente), sendo que para se atingir a temperatura ideal, é necessário que os produtos passem por um nova etapa dentro do sistema de congelamento rápido, até o atendimento do padrão.

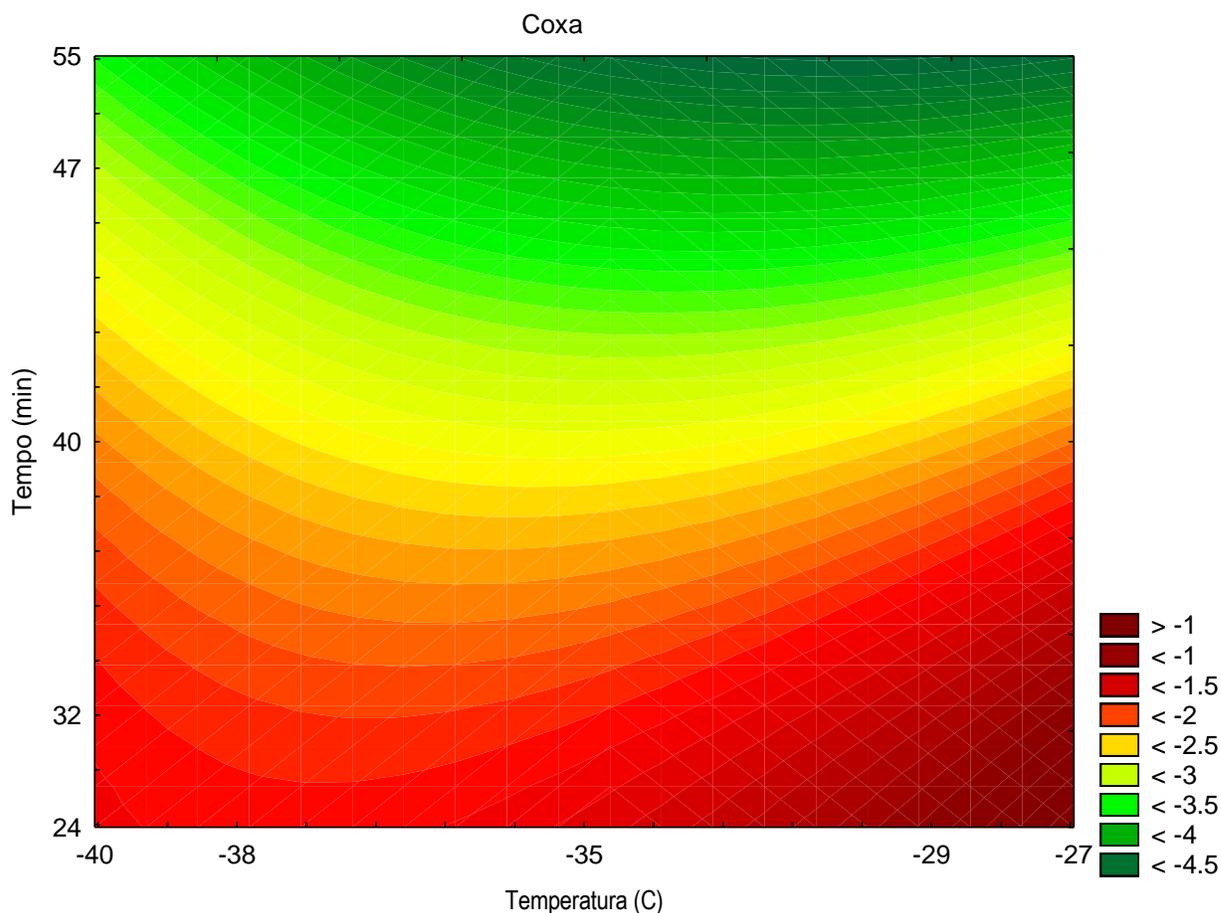


Figura 15: Curva de contorno para temperatura final do produto mostrando a interação entre temperatura do giro freezer e tempo de congelamento para coxa.

3.1.2 COXINHA DA ASA

A Tabela 7 apresenta os resultados experimentais obtidos durante o congelamento IQF de coxinha da asa de frango. Conforme pode ser visto as temperaturas finais do produto variaram de

-3,87°C até -12,50°C.

Tabela 7: Temperatura final do produto obtida no DCCR para avaliar o efeito de duas variáveis independentes no congelamento IQF de coxinha da asa

Exp.	Temperatura do Giro Freezer (°C)	Tempo de congelamento (min)	Temperatura final do Produto (°C)
1	-38	32	-5.63
2	-29	32	-3.87
3	-38	47	-12.50
4	-29	47	-12.33
5	-40	40	-9.70
6	-27	40	-5.65
7	-35	24	-6.02
8	-35	55	-11.88
9	-35	40	-11.52
10	-35	40	-10.65
11	-35	40	-9.97

Os dados da Tabela 7 foram usados para a determinação dos efeitos dos termos do modelo quadrático usado para representar o processo, considerando um nível de significância de 85%, uma vez que foi verificada uma variação de 15% na temperatura de operação do giro-freezer. A tabela 7 mostra que a temperatura padrão de -12°C para mercado interno, foi atendida na condição de 47 minutos e -38°C de temperatura, a condição testada a qual apresentou o pior resultado foi -29°C de temperatura e o tempo de 32 minutos, sendo que a temperatura da peça ficou muito abaixo do padrão (-3,87°C). A Figura 16 apresenta os resultados obtidos, onde pode ser visto que o tempo apresenta influência significativa

negativa, isso mostra que quanto maior o tempo utilizado menor é a temperatura obtida. A temperatura também é uma variável significativa, tanto quanto a temperatura linear.

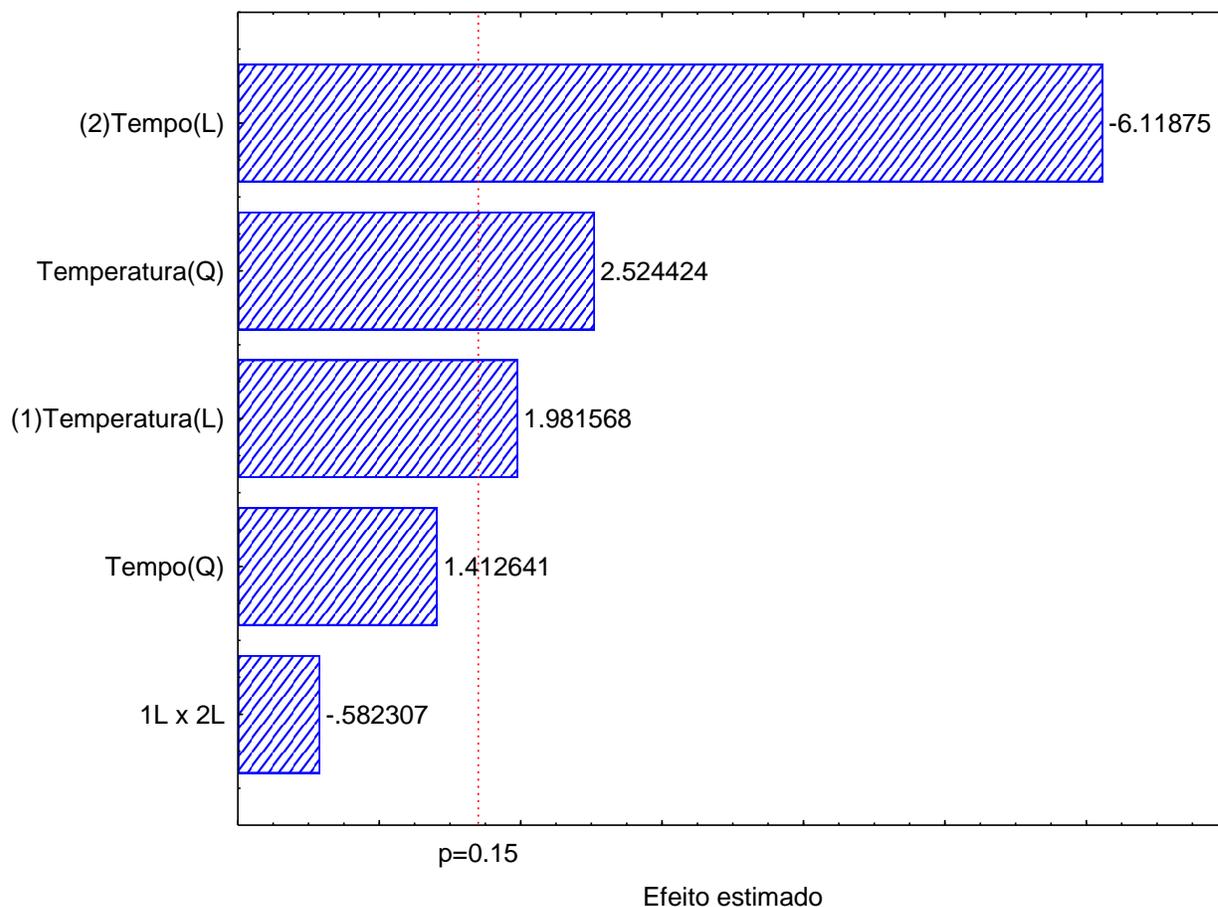


Figura 16: Gráfico de Pareto mostrando os efeitos das variáveis independentes sobre a temperatura final de congelamento da coxinha da asa

O modelo apresentado na Figura 16 foi validado pela análise de variância (ANOVA), o que permite a construção de curva de contorno e superfície de resposta, possibilitando uma análise visual da interação entre as duas variáveis independentes. Os resultados obtidos são apresentados na Figura 17. Os resultados obtidos atendem a temperatura padrão de mercado interno (-12°C), porém não atendem a temperatura padrão de mercado externo (-18°C), sendo que para ser atingido a temperatura ideal, os produtos passam por uma nova etapa dentro do sistema de congelamento rápido, até o atendimento do padrão.

Para o atendimento da temperatura padrão de mercado interno pode-se trabalhar em diferentes faixas de tempo e temperatura do giro freezer. O tempo pode variar de 45min a 55min e a temperatura pode variar em torno de -30°C até -38°C .

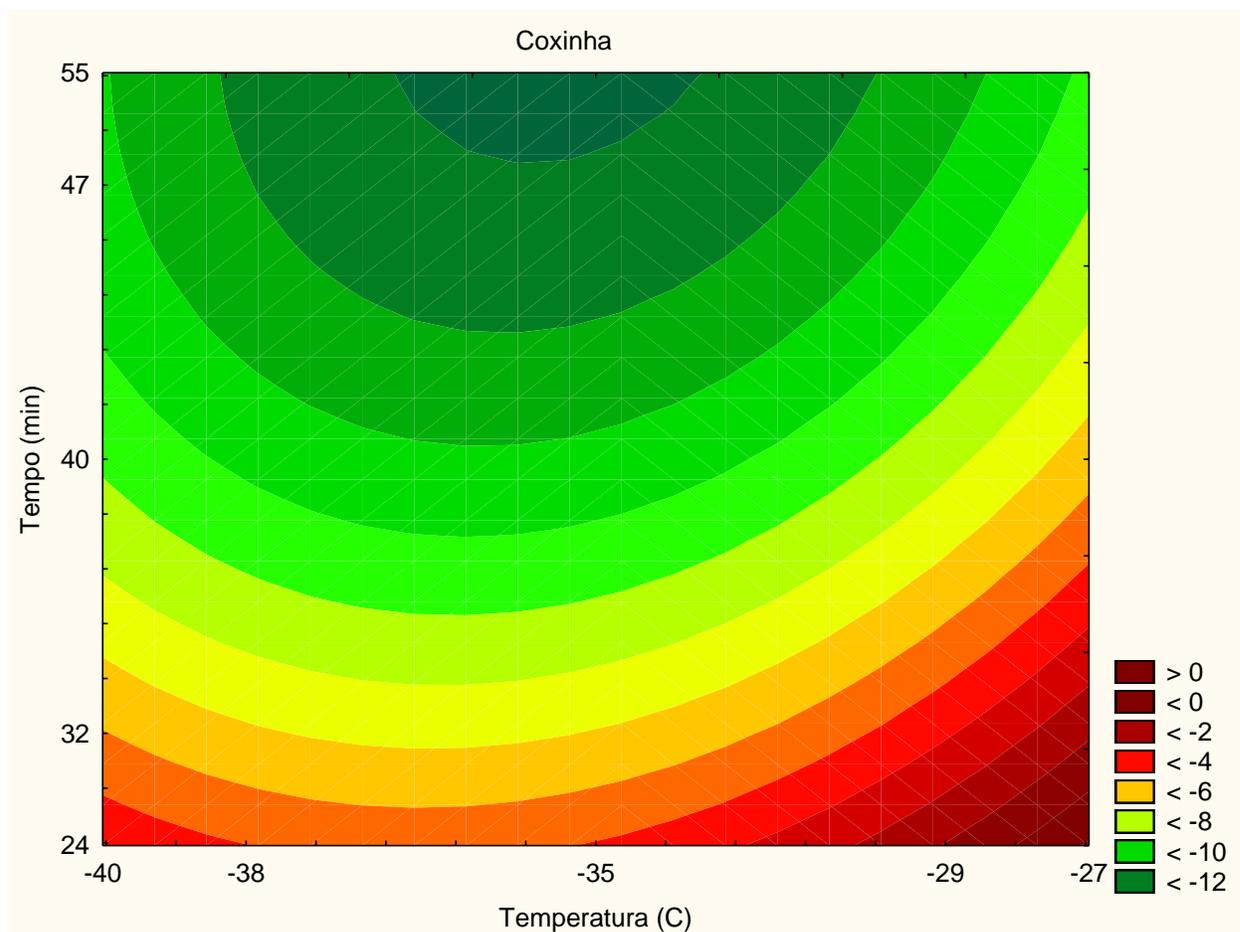


Figura 17: Curva de contorno para temperatura final do produto mostrando a interação entre temperatura do giro freezer e tempo de congelamento para coxinha da asa.

3.1.3 MEIO DA ASA

A Tabela 8 apresenta os resultados experimentais obtidos durante o congelamento IQF de meio da asa de frango. Conforme pode ser visto as temperaturas finais do produto variaram de $-7,62^{\circ}\text{C}$ até $-16,97^{\circ}\text{C}$.

Tabela 8: Temperatura final do produto obtida no DCCR para avaliar o efeito de duas variáveis independentes no congelamento IQF do meio da asa

Exp.	Temperatura do Giro Freezer (°C)	Tempo de congelamento (min)	Temperatura final do Produto (°C)
1	-38	32	-7.72
2	-29	32	-6.60
3	-38	47	-16.97
4	-29	47	-14.18
5	-40	40	-16.63
6	-27	40	-10.13
7	-35	24	-7.62
8	-35	55	-12.17
9	-35	40	-14.35
10	-35	40	-13.67
11	-35	40	-12.77

A tabela 8 mostra que a temperatura considerada pior, ou seja, a qual não atingiu o padrão de -12°C para o mercado interno, foi obtida na condição de 32 minutos e -29°C , e a melhor condição testada, onde a temperatura do produto final foi de $-16,97^{\circ}\text{C}$ foi no tempo de 47 minutos e na temperatura do giro-freezer de -38°C . Os efeitos dos termos do modelo quadrático usado para representar o processo, foram obtidos através dos dados da Tabela 8, considerando um nível de significância de 85%, uma vez que foi verificada uma oscilação na temperatura de operação do giro-freezer. A Figura 18 apresenta os resultados obtidos, onde pode ser visto que o tempo apresenta influência significativa negativa, isso mostra que quanto maior o tempo utilizado menor é a temperatura obtida. A temperatura também é uma variável significativa, tanto quanto a temperatura linear quanto a temperatura quadrática.

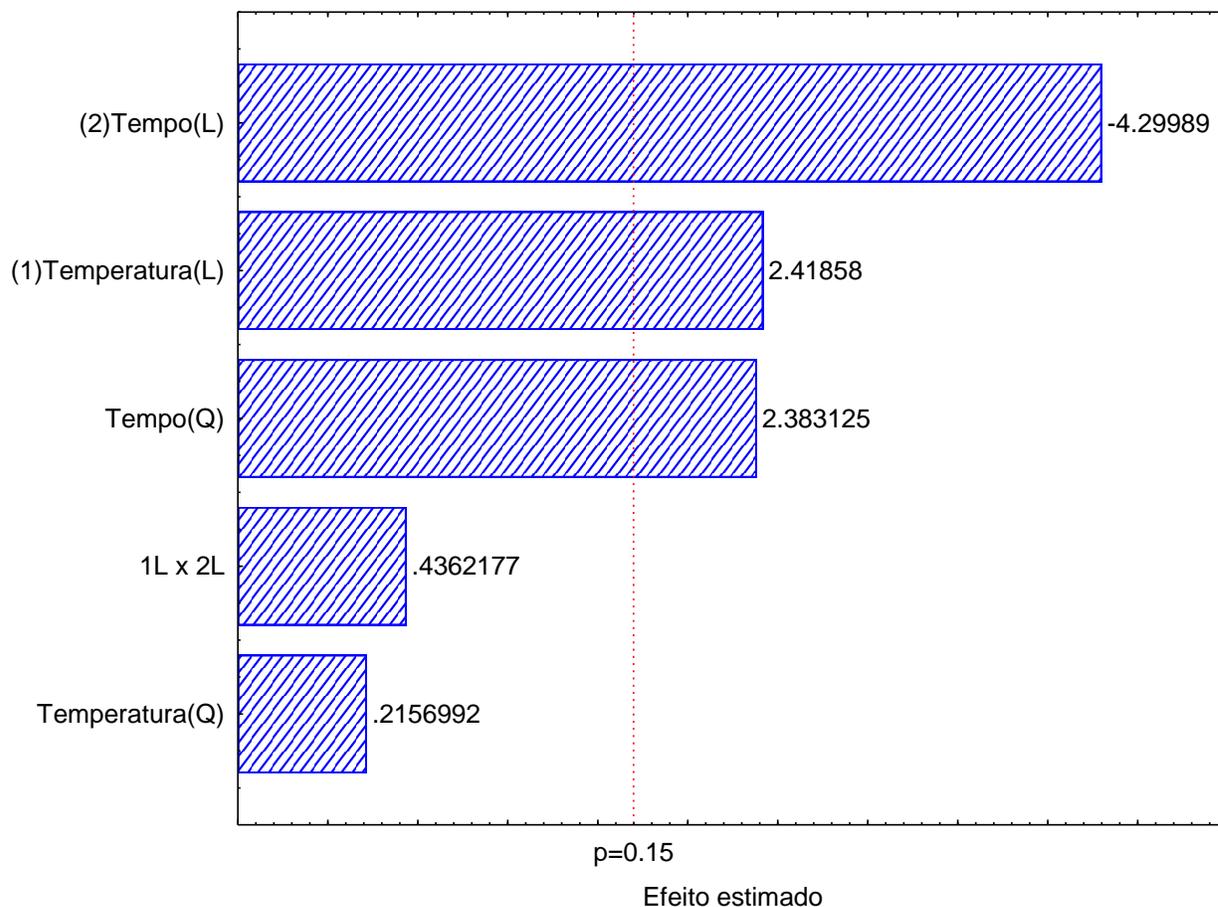


Figura 18: Gráfico de Pareto mostrando os efeitos das variáveis independentes sobre a temperatura final de congelamento do meio da asa

Através da análise de variância (ANOVA), o modelo apresentado na Figura 18 foi validado, o que permite a construção de curva de contorno e superfície de resposta, possibilitando uma análise visual da interação entre as duas variáveis independentes. Os resultados obtidos são apresentados na Figura 19. Os resultados obtidos atendem a temperatura padrão de mercado interno, porém não atendem a temperatura padrão de mercado externo, sendo que para ser atingido a temperatura ideal, os produtos passam por uma nova etapa dentro do sistema de congelamento rápido, até o atendimento do padrão.

Para o atendimento da temperatura padrão de mercado interno pode-se trabalhar em diferentes faixas de tempo e temperatura do giro freezer. O tempo pode variar de 37min a 55min e a temperatura pode variar em torno de -35°C até -40°C .

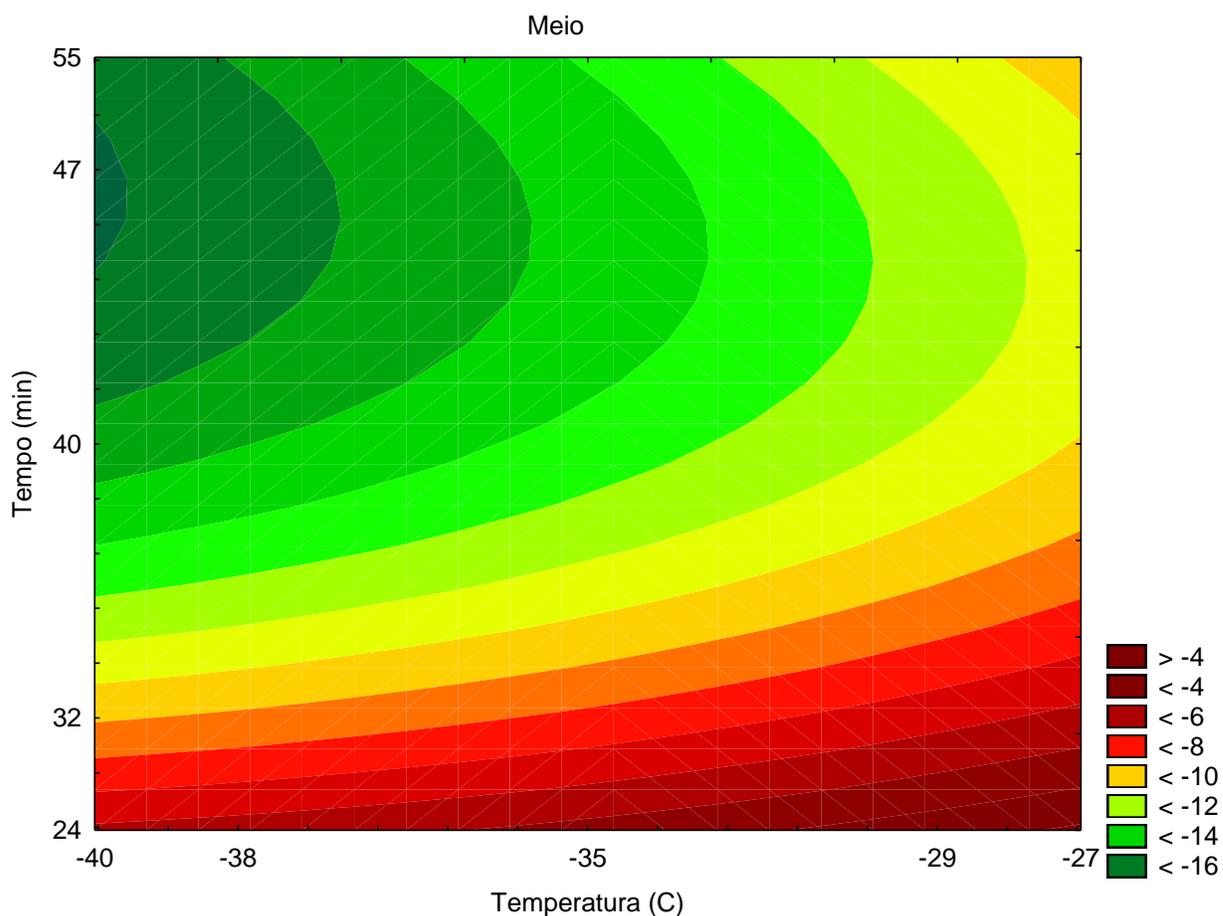


Figura 19: Curva de contorno para temperatura final do produto mostrando a interação entre temperatura do giro freezer e tempo de congelamento para meio da asa.

3.1.4 FILEZINHO

A Tabela 9 apresenta os resultados experimentais obtidos durante o congelamento IQF de coxa de frango. Conforme pode ser visto as temperaturas finais do produto variaram de $-4,10^{\circ}\text{C}$ até $-18,97^{\circ}\text{C}$.

Tabela 9: Temperatura final do produto obtida no DCCR para avaliar o efeito de duas variáveis independentes no congelamento IQF do Filezinho

Exp.	Temperatura do Giro Freezer (°C)	Tempo de congelamento (min)	Temperatura final do Produto (°C)
1	-38	32	-11.85
2	-29	32	-9.08
3	-38	47	-18.97
4	-29	47	-17.80
5	-40	40	-16.78
6	-27	40	-10.86
7	-35	24	-4.10
8	-35	55	-14.65
9	-35	40	-15.27
10	-35	40	-17.18
11	-35	40	-16.12

Foi considerado um nível de significância de 85% para todos os testes realizados, devido a variações da temperatura de operação do giro-freezer. Os dados da Tabela 9 foram usados para a determinação dos efeitos dos termos do modelo quadrático usado para representar o processo. O melhor resultado testado para o item filezinho foi obtido na temperatura de -38°C e no tempo de 47 minutos, sendo que a temperatura do produto final obtida foi de -18,97°C, tal temperatura atende os padrões tanto de mercado interno (-12°C), quanto de mercado externo (-18°C). A temperatura a qual apresentou o pior resultado foi obtida no tempo de 24 minutos e a temperatura de -35°C. A Figura 20 apresenta os resultados obtidos, onde pode ser visto que o tempo apresenta influência significativa negativa, isso mostra que quanto maior o tempo utilizado menor é a temperatura obtida.

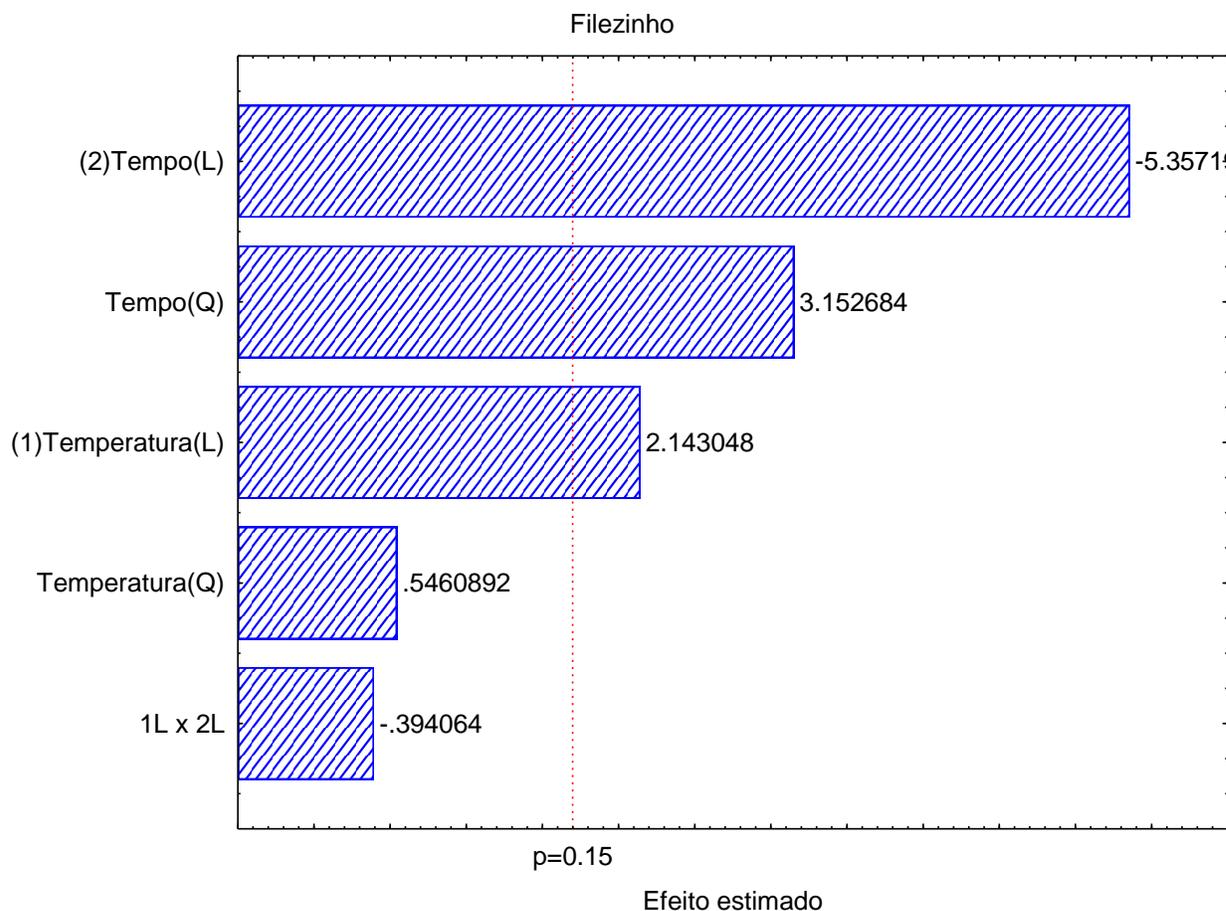


Figura 20: Gráfico de Pareto mostrando os efeitos das variáveis independentes sobre a temperatura final de congelamento do – Filezinho

O modelo apresentado na Figura 20 foi validado pela análise de variância (ANOVA), o que permite a construção de curva de contorno e superfície de resposta, possibilitando uma análise visual da interação entre as duas variáveis independentes. Os resultados obtidos são apresentados na Figura 21. Os resultados obtidos atendem a temperatura padrão de mercado interno e mercado externo.

Para o atendimento da temperatura padrão de mercado interno e mercado externo pode-se trabalhar em diferentes faixas de tempo e temperatura do giro freezer. O tempo pode variar de 38min a 55min e a temperatura pode variar em torno de -28°C até -40°C .

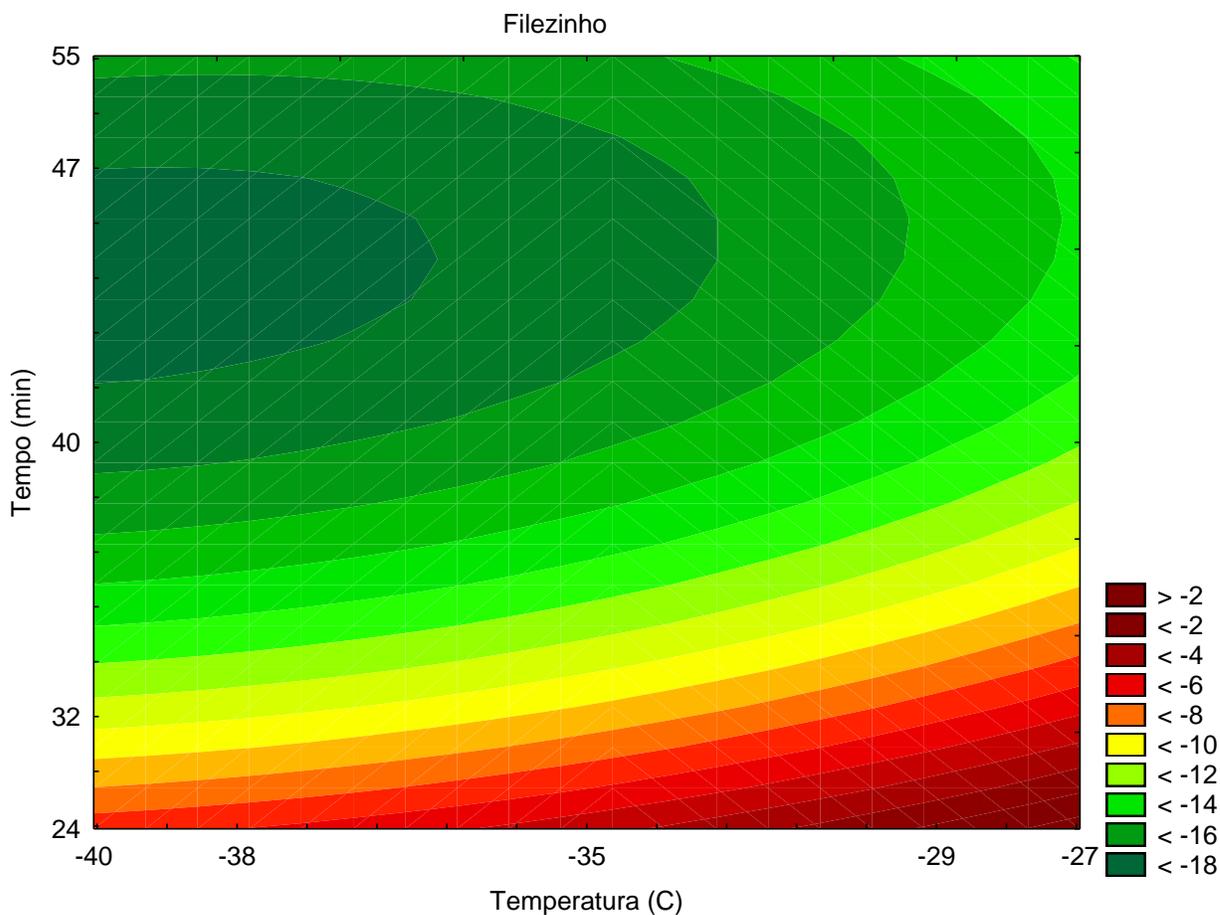


Figura 21: Curva de contorno para temperatura final do produto mostrando a interação entre temperatura do giro freezer e tempo de congelamento para filezinho.

3.1.5 FRANGO À PASSARINHO – COXA E SOBRECOXA

A Tabela 10 apresenta os resultados experimentais obtidos durante o congelamento IQF de coxa de frango. Conforme pode ser visto as temperaturas finais do produto variaram de $-3,07^{\circ}\text{C}$ até $-6,05^{\circ}\text{C}$.

Tabela 10: Temperatura final do produto obtida no DCCR para avaliar o efeito de duas variáveis independentes no congelamento IQF de frango à passarinho (coxa e sobrecoxa)

Exp.	Temperatura do Giro Freezer (°C)	Tempo de congelamento (min)	Temperatura final do Produto (°C)
1	-38	32	-3.68
2	-29	32	-3.12
3	-38	47	-6.05
4	-29	47	-5.62
5	-40	40	-4.77
6	-27	40	-3.80
7	-35	24	-3.07
8	-35	55	-5.98
9	-35	40	-4.03
10	-35	40	-4.72
11	-35	40	-3.90

Os dados da Tabela 10 foram usados para a determinação dos efeitos dos termos do modelo quadrático usado para representar o processo, considerando um nível de significância de 85%, uma vez que foi verificada uma variação de 15% na temperatura de operação do giro-freezer. O produto frango à passarinho – coxa e sobrecoxa, apresenta uma espessura grande quando comparado por exemplo com o produto filezinho, devido a isso o mesmo apresenta uma dificuldade maior no atendimento da temperatura ideal, a condição a qual o resultado foi mais satisfatório foi no tempo de 47 minutos e na temperatura de -38°C, e a pior temperatura do produto final obtida foi de 3,07°C na condição de 24 minutos e -35°C. A Figura 22 apresenta os resultados obtidos, onde pode ser visto que o tempo apresenta influência significativa negativa, isso mostra que quanto maior o tempo utilizado menor é a temperatura obtida. A temperatura linear também apresenta efeito significativo.

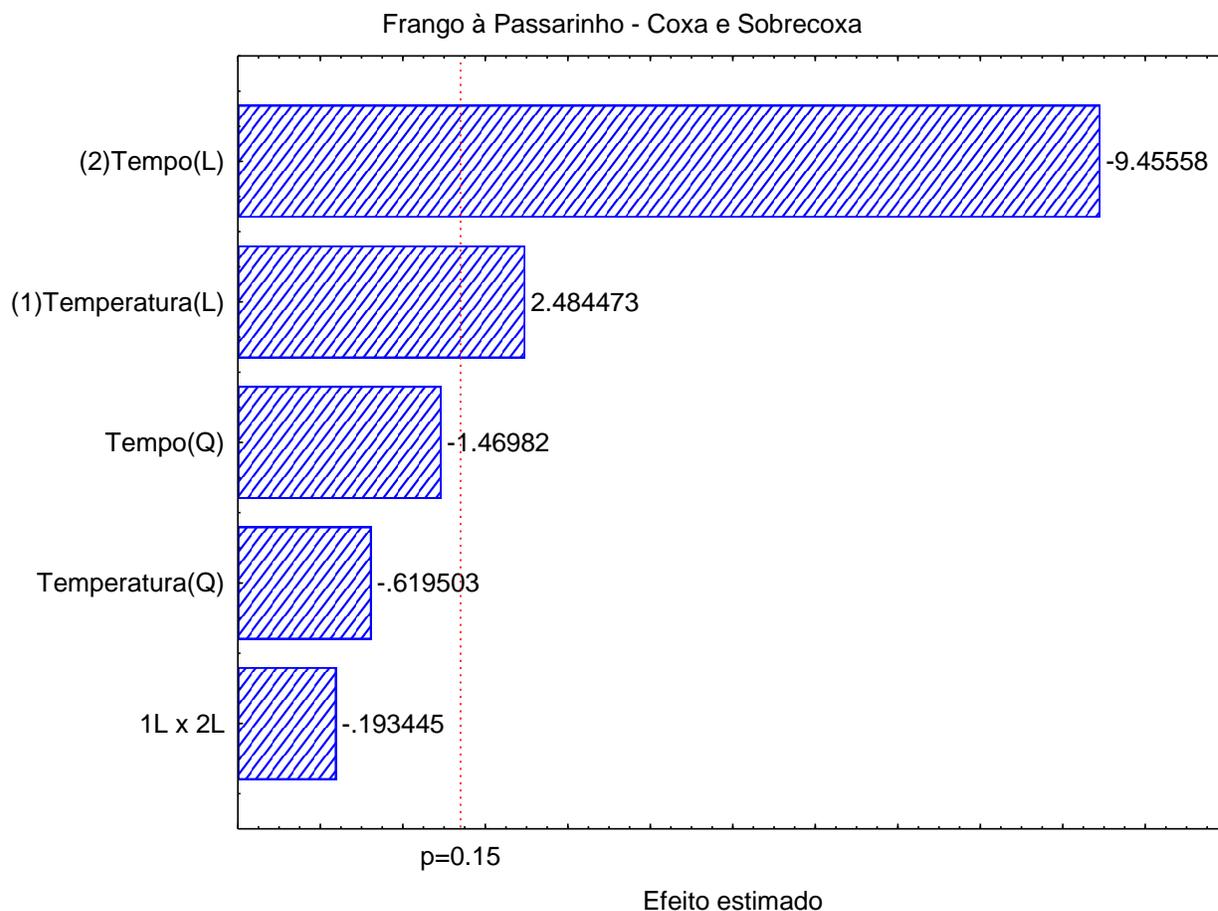


Figura 22: Gráfico de Pareto mostrando os efeitos das variáveis independentes sobre a temperatura final de congelamento de frango à passarinho (coxa e sobrecoxa)

O modelo apresentado na Figura 22 foi validado pela análise de variância (ANOVA), o que permite a construção de curva de contorno e superfície de resposta, possibilitando uma análise visual da interação entre as duas variáveis independentes. Os resultados obtidos são apresentados na Figura 23. Os resultados obtidos não atendem a temperatura padrão de mercado interno e mercado externo, sendo que para ser atingida a temperatura ideal, os produtos passam por uma nova etapa dentro do sistema de congelamento rápido, até o atendimento do padrão.

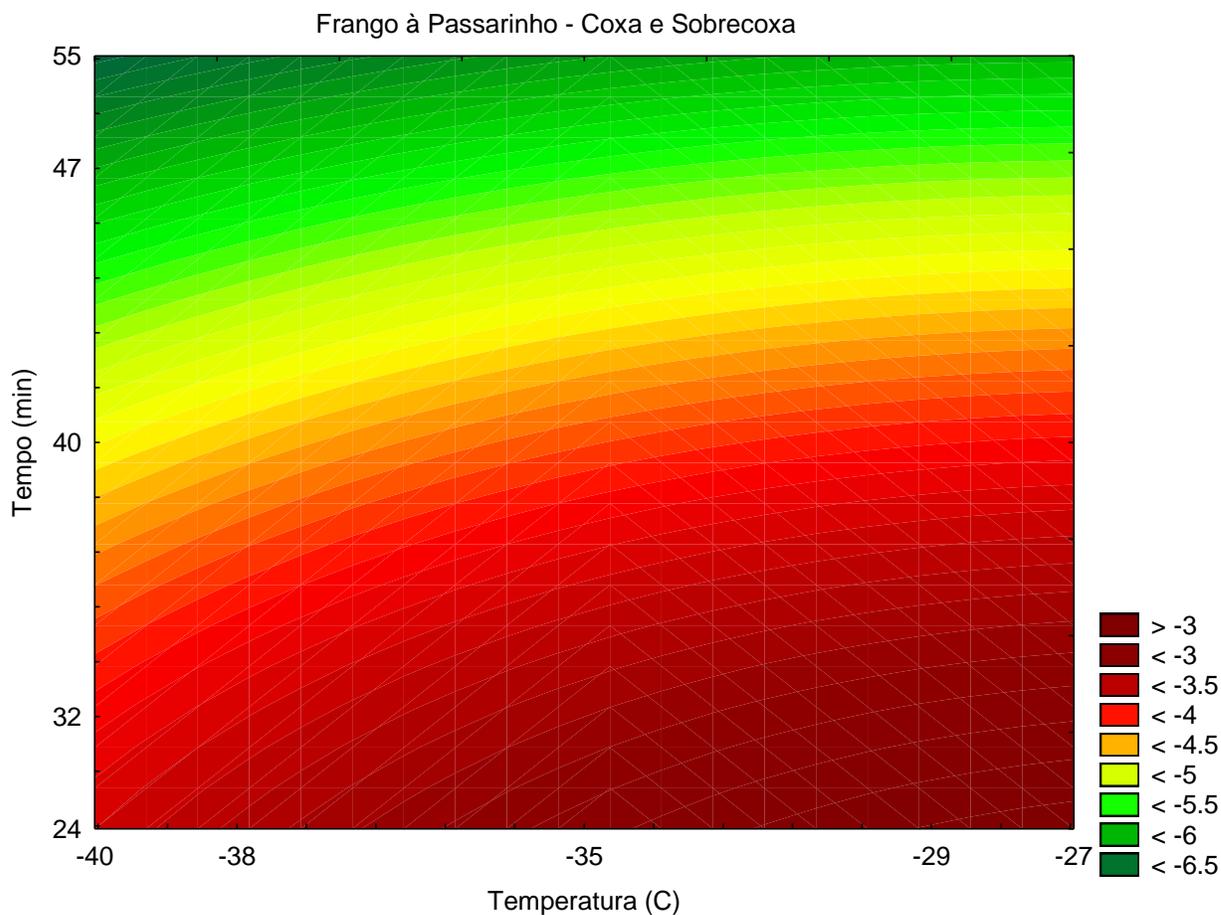


Figura 23: Curva de contorno para temperatura final do produto mostrando a interação entre temperatura do giro freezer e tempo de congelamento para frango à passarinho – coxa e sobrecoxa.

3.1.6 FRANGO À PASSARINHO - PEITO

Os resultados experimentais obtidos durante o congelamento IQF de coxa de frango, são apresentados na Tabela 11. Conforme pode ser visto as temperaturas finais do produto variaram de -2,10°C até -8,93°C.

Tabela 11: Temperatura final do produto obtida no DCCR para avaliar o efeito de duas variáveis independentes no congelamento IQF de frango à passarinho (peito)

Exp.	Temperatura do Giro Freezer (°C)	Tempo de congelamento (min)	Temperatura final do Produto (°C)
1	-38	32	-3.20
2	-29	32	-2.65
3	-38	47	-6.53
4	-29	47	-8.93
5	-40	40	-4.63
6	-27	40	-2.10
7	-35	24	-4.03
8	-35	55	-7.93
9	-35	40	-4.32
10	-35	40	-5.48
11	-35	40	-5.43

Como ocorre com o frango à passarinho - partes da coxa/sobrecoxa, ocorre também com partes do peito, sendo a espessura grande quando comparado com os demais produtos testados, os resultados obtidos não atendem o padrão de comercialização de mercado interno nem de mercado externo (-12°C e -18°C respectivamente), a condição testada a qual apresentou o melhor resultado foi no tempo de 47 minutos e na temperatura de -29°C e a condição testada que apresentou o pior resultado foi no tempo de 40 minutos com a temperatura do giro-freezer de -27°C . Para a determinação dos efeitos dos termos do modelo quadrático, foram usados os dados da Tabela 11, considerando um nível de significância de 85%, uma vez que foi verificada uma variação de 15% na temperatura de operação do giro-freezer. A Figura 24 apresenta os resultados obtidos, onde pode ser visto que o tempo apresenta influência significativa negativa, isso mostra que quanto maior o tempo utilizado menor é a temperatura obtida.

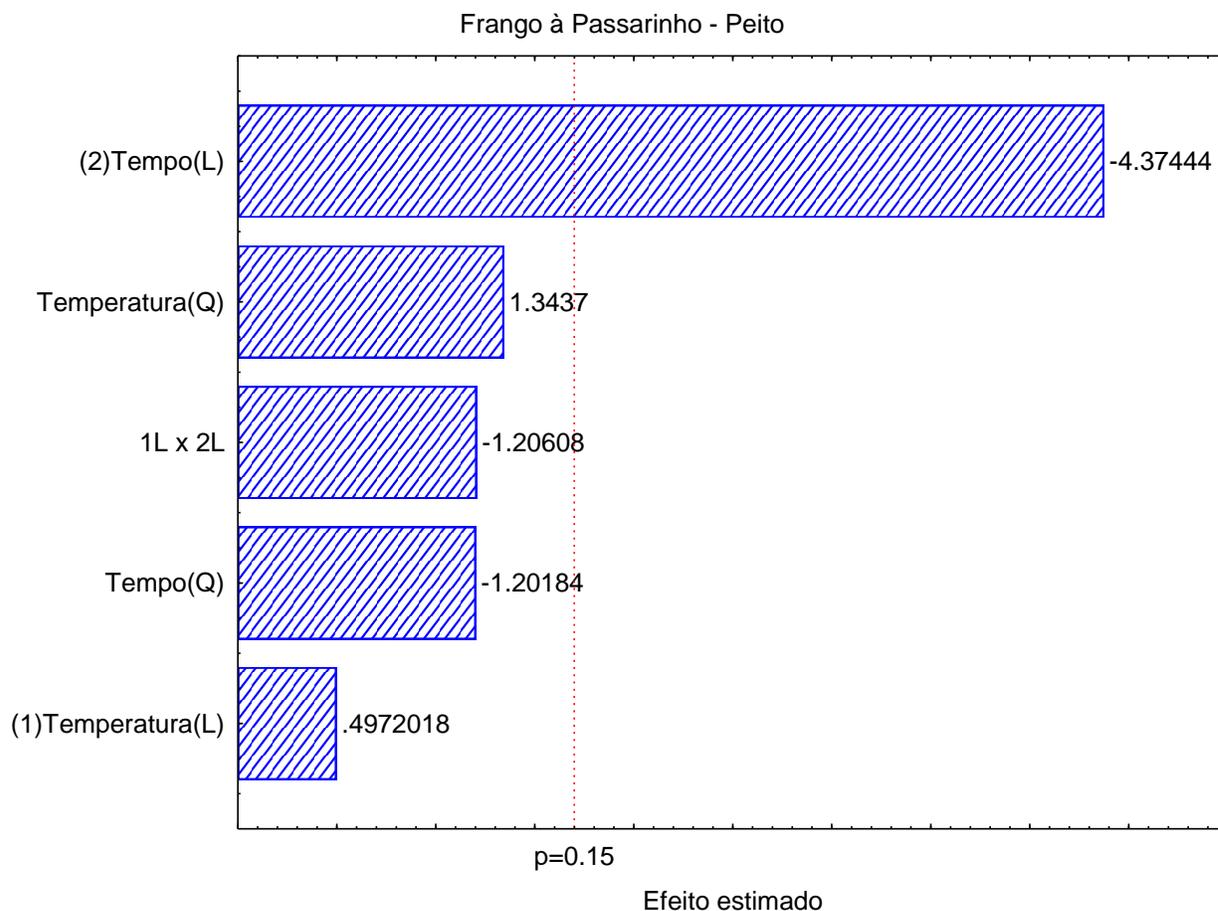


Figura 24: Gráfico de pareto mostrando os efeitos das variáveis independentes sobre a temperatura final de congelamento de – frango à passarinho (peito)

O modelo apresentado na Figura 24 foi validado pela análise de variância (ANOVA), o que permite a construção de curva de contorno e superfície de resposta, possibilitando uma análise visual da interação entre as duas variáveis independentes. Os resultados obtidos são apresentados na Figura 25. Os resultados obtidos não atendem a temperatura padrão de mercado interno e mercado externo, sendo que para ser atingido a temperatura ideal, os produtos passam por um nova etapa dentro do sistema de congelamento rápido, até o atendimento do padrão.

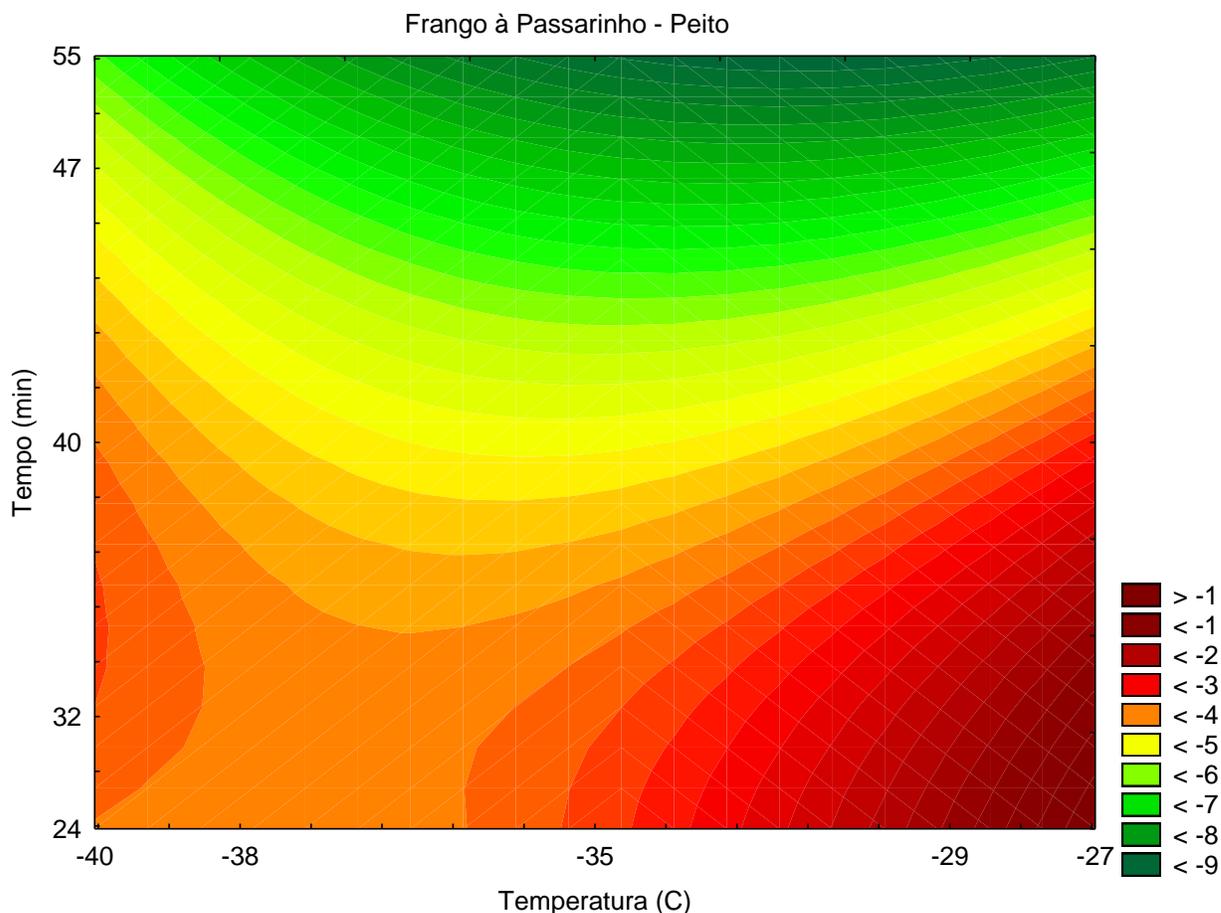


Figura 25: Curva de contorno para temperatura final do produto mostrando a interação entre temperatura do giro freezer e tempo de congelamento para frango à passarinho – peito.

Tabela 12: Comparação da melhor condição para temperatura mais adequada

Peça	Peso peça (g)	Tempo de congelamento (min)	Tº congelamento giro-freezer °C	Temperatura do produto °C
Coxa	140	47	-29	-4,32
Coxinha da asa	60	47	-38	-12,5
Meio da asa	40	47	-38	-16,97
Filezinho	115	47	-38	-18,97
Frg pass. Coxa / sobrecoxa	190	47	-38	-6,05
Frg pass. Peito	150	47	-29	-8,93

Fazendo a comparação do resultado mais satisfatório dentre as condições testadas para todos os produtos (coxa, coxinha da asa, meio da asa, filezinho e frango à passarinho – coxa/sobrecoxa e peito), pode-se observar que o tempo de congelamento é igual para todos os

produtos, ou seja, 47 minutos, também pode ser observado que a temperatura do giro-freezer não variou muito entre os produtos, para obtenção do melhor resultado, ficando entre -29 e -38°C. Apesar das peças apresentarem pesos e espessuras diferentes, o melhor resultado é obtido quase sempre nas mesmas condições, o que altera é que nem sempre o melhor resultado dos testes é o resultado ideal.

Algumas peças o melhor resultado obtido não possui temperatura suficiente para o atendimento dos padrões de comercialização (-12°C para mercado interno e -18°C para mercado externo), sendo que o processo de passar os produtos pelo giro freezer se repete. Devido à capacidade de frio do giro – freezer, não tem como testar os mesmos produtos em condições de temperaturas mais drásticas, mas através dos resultados dos testes, pode-se observar que o fator que mais influência é o tempo de permanência do produto dentro do giro-freezer.

4.0 – CONCLUSÕES

A competitividade do mercado de carne de frango e o comportamento dos consumidores obrigam a indústria avícola a desenvolver produtos cada vez mais elaborados, buscando uma maior qualidade. Diante das evidências apresentadas neste estudo em relação à cadeia produtiva do frango brasileiro, tanto nos segmentos da produção dos mercados nacional e internacional, acredita-se que a tendência quanto a expansão deste agronegócio seja positiva.

A temperatura final do produto foi estudada a partir de duas variáveis independentes, sendo elas tempo de congelamento do produto e temperatura do giro-freezer, a partir dos resultados do planejamento de experimentos pode-se determinar parâmetros importantes para o processo de congelamento individual, o que permitiu uma melhor operação e controle do processo em consequência a garantia de qualidade dos padrões de mercado interno e mercado externo.

Os resultados obtidos através da análise do planejamento de experimentos mostraram que o tamanho e a espessura de cada peça de frango determinam o tempo e temperatura de congelamento. Os produtos estudados no presente trabalho foram: coxa de frango, sendo que os dados obtidos não atendem a temperatura padrão de mercado interno e mercado externo (12°C e -18°C respectivamente). Sendo que para ser atingida a temperatura ideal, os produtos passam por uma nova etapa dentro do sistema de congelamento rápido, até o atendimento do padrão.

Para coxinha da asa do frango os resultados obtidos atendem a temperatura padrão de mercado interno, porém não atendem a temperatura padrão de mercado externo, sendo que para ser atingida a temperatura ideal, os produtos passam por um nova etapa dentro do sistema de congelamento rápido, até o atendimento do padrão. Para o atendimento da temperatura padrão de mercado interno pode-se trabalhar em diferentes faixas de tempo e temperatura do giro freezer. O tempo pode variar de 45min a 55min e a temperatura pode variar em torno de -30°C até -38°C.

O meio da asa foi estudado sendo que os resultados obtidos para este produto atendem a temperatura padrão de mercado interno, porém não atendem a temperatura padrão de mercado externo, sendo que para ser atingida a temperatura ideal, os produtos passam por um nova etapa dentro do sistema de congelamento rápido, até o atendimento do padrão. Para o

atendimento da temperatura padrão de mercado interno pode-se trabalhar em diferentes faixas de tempo e temperatura do giro freezer. O tempo pode variar de 37min a 55min e a temperatura pode variar em torno de -35°C até -40°C .

O produto filezinho, que representa parte do peito do frango, apresentou os melhores resultados dos testes analisados, sendo que a temperatura final do produto atende aos padrões tanto de mercado interno quanto mercado externo. Para o atendimento da temperatura padrão de mercado interno e mercado externo pode-se trabalhar em diferentes faixas de tempo e temperatura do giro freezer. O tempo pode variar de 38min a 55min e a temperatura pode variar em torno de -28°C até -40°C .

O produto frango a passarinho também foi estudado, sendo que o mesmo contempla partes de coxinha da asa e meio da asa (os quais já foram estudados), para tanto foram somente estudados os demais itens que compõem o produto que são o peito e coxa/sobrecoxa cortados em partes. Para ambos os produtos os resultados obtidos não atendem a temperatura padrão de mercado interno e mercado externo, sendo que para ser atingido a temperatura ideal, os produtos passam por uma nova etapa dentro do sistema de congelamento rápido, até o atendimento do padrão.

A indústria tem muito a ganhar com a aplicação do planejamento de experimentos dentro dos processos já existentes, observa-se nos resultados obtidos que a empresa apresenta ganhos ao ter controle do processo, pois quando se quer aumentar a produtividade pode-se reduzir a temperatura de operação do giro – freezer reduzindo tempo de permanência do produto no processo de congelamento individual. A empresa tem opção de ganho em redução de energia, quando se aumenta a temperatura utilizada no processo de congelamento, em consequência o tempo de permanência do produto aumenta. Mostrando que o controle do processo é fundamental na escolha de maior lucratividade dentro de uma indústria.

5.0 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABEF. Associação Brasileira dos Produtores e Exportadores de Frango. Apresenta dados estatísticos sobre as exportações de carne de frangos, assim como os principais produtores mundiais. Disponível em: <http://www.abef.com.br>. Acesso em 03 de abril de 2010.
- ABERC. Manual Aberg de práticas de elaboração e serviço de refeições para coletividades. 8 ed. São Paulo: ABERC, 2003.
- ALVES, Filho. O processo de produção avícola: história e transformações (contribuição ao estudo da avicultura em Minas Gerais. Dissertação Mestrado em História Econômica. Universidade de São Paulo. São Paulo. 1996.
- AMARAL, B. M.; SOUSA FILHO, S. M.; FAVERO, L. A. Outsourcing na Gestão da Cadeia do Frio, o Papel do Operador Logístico como Solução de Armazenagem, Distribuição e Climatização: o Caso Tru Logística. Universidade Federal Rural de Pernambuco. UFRPE. 2006.
- ARAÚJO, I.M.M. Características Aromáticas e Cromáticas das Castas Amaral e Vinhão. Universidade Estácio de Sá, 2004.
- AVISITE. Produção animal, nº 44 – ano IV, dezembro/2010.
- AVISITE. Produção animal, nº 45 – ano V, janeiro/2011.
- AZEVEDO, P.R.A. O Valor Nutricional da Carne. Revista Nacional da Carne. n. 327. p. 18-34. 2004.
- BAASCH, A; LOPES, C.B. Complexo Carnes: Tecnologia e Custo Baixo de Matéria Prima Contribuem para Sucesso do Brasil. Revista Safras & Mercado. p. 32-39. 2004.

- BASTOS, D.C.O. Tecnologia de Produtos Agropecuários: Conservação dos Alimentos. Faculdade da Amazônia. Vilhena, 2008.
- BORRÉ, M. H.; AGITO, N. Operadores Logísticos Frigorificados. Grupo de Estudos Logísticos. Universidade Federal de Santa Catarina, 2005.
- BRASIL. Consumo Sustentável: Manual de educação. Brasília: Consumers International/MMA/ MEC/IDEC. p. 160. 2005.
- BRASIL. Portaria 46/1998. Ministério da Agricultura pecuária e Abastecimento. MAPA. 1998.
- BRASILEIRO, A. G.; OLIVEIRA, L.C.; PASSOS, R.D.; SANTOS, T.B.O. Efeito de Diferentes Tempos de Congelamento e Número de Recongelações sobre a Viabilidade da *Salmonella typhi*. Universidade do Vale do Rio Doce. 2008.
- BUENO, L. G.F. Diagnóstico do Uso de um Frigorífico de Frangos de Corte enfatizando Medidas de Eficiência Energética. Universidade Estadual de Campinas. 2008.
- CÂMARA, M. R. G. NAKAZATO, R. Estratégias Competitivas Inovadoras em Empresas do Sistema Agroindustrial de Frangos no Paraná. 2001.
- CARLETTI FILHO, Paulo de Tarso. Divisão de custos e alimento estratégico de uma cadeia de suprimentos integrada verticalmente: o caso do frango brasileiro. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo. 2005.
- CANEVER, M.D. A Cadeia produtiva de frango de corte no Brasil e na Argentina. Concórdia: EMBRAPA-CNPS. 1997.

- CASTRO, A. Construindo pontes: inovações, organizações e estratégias como abordagens complementares. 2003.
- COAVE. O frango. Disponível em http://www.coave.net/imagens/frango_partes23jpg.jpg. Acesso em 21 de junho, 2010.
- COGO, C. Frango: Tendência de Estabilidade no Curto Prazo e Longo Prazo. 2009. Disponível em http://www.deere.com.br/pt_BR/ag/veja_mais/. Acesso 13 de abril de 2010.
- COLLA, L. M.; PRENTICE-HERNANDEZ, C. Congelamento e Descongelamento: Sua Influência sobre os Alimentos. *Vetor*, Rio Grande, 13: 53-66, 2003.
- COSTA, ANTONIO FERNANDO BRANCO; EPPRECHT, EUGÊNIO; CARPINETTI, LUIZ CESAR RIBEIRO. Controle Estatístico de qualidade. Editora Atlas, 2004. Credibilidade. *Revista Logweb*. Edição nº 82. 2008.
- CUNHA FILHO, J. H. Arábia Saudita: Exigências Técnicas sobre a Exportação Brasileira de Carne de Frango. 2005. Disponível em: www.cepea.esalq.usp.br/pdf/. Acesso em 20 de fevereiro de 2010.
- FARINA, E. M. M. Q. O desafio de manter a liderança no mercado de frangos. In: ESTUDOS de caso em agribusiness. São Paulo: Pioneira. p. 97-130. 1997.
- FRANÇA, J.M. Barreiras Técnicas e Desempenho da Cadeia Produtiva de Frangos no Estado do Paraná. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2006.
- FRANKE, K. A new approach for the numerical calculation of freezing and thawing processes of foods using a modified fictitious heat flow method. 1999.

- FUNCK, L. G.; FRANCISCO, A. Efeitos do Congelamento e dos Ciclos Gelo-degelo em Massas de Pão. B. Ceppa, Curitiba, V. 24, nº1, p. 163-190. Jan/jun, 2006.
- GIROTTI, A. F., MIELI, M. Situação atual e tendências para a avicultura de corte.
- GÓEZ, J.; SILVA, A. V.; FRACALOSSI, L. M.; KUWANO, E. A. Condições de conservação de alimentos armazenados por refrigeração na cidade de Salvador, Bahia. Revista Higiene Alimentar, v. 18, nº 125, 2004.
- GONÇALVES, C. R. Fluxograma de Abate de Aves. Instituto Qualittas. Curso de Pós Graduação em Higiene e Inspeção de Produtos de Origem Animal. 2008.
- GONÇALVES, J.S. Agricultura sob a égide do capital financeiro: passo rumo ao aprofundamento do desenvolvimento dos agronegócios. In: Informações econômicas, São Paulo, v. 35, nº 4, 2005.
- IPARDES. Análise da Competitividade da Cadeia Agroindustrial de Carne de frango no Estado do Paraná. Instituto Brasileiro de Qualidade e Produtividade. 2002. Disponível em: www.ipardes.gov.br/webisis.docs/cadeia.pdf.
- JESUS JÚNIOR, C.; PAULA, S. R. L.; ORMOND, J. G. P.; BRAGA, N. M. A Cadeia da Carne de Frango: Tensões, Desafios e Oportunidades. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 26, p. 191-232, set. 2007.
- JURAN, J. M.; GRZYNA, F. M. – Controle da Qualidade – Handbook. Volumes II, VI (4ª edição) e VII (4ª Edição). São Paulo, Editora McGraw-Hill Ltda e Makron Books do Brasil Editora Ltda, 1993.
- KAREL, M. Principles of Foods Science: Physical principles of food preservation. Madison: CRC Press, 1975.

- LIMA, A.M.C. Avaliação de dois Sistemas de Produção de Frango de Corte: Uma Visão Multidisciplinar. 2005. Disponível em <http://libdigi.unicamp.br/document/?>. Acesso em 27 de dezembro de 2010.
- LOBO, M. U.; U, GALDE, M. G.; FRIES, L. L.; KUBOTA, E. H. Avaliação microbiológica de salames comercializados no município de Santa Maria – RS. *Higiene Alimentar*; v. 15, n. 88, p. 57-61, 2001.
- MARTINELLI, O.; SOUZA, J. M. Carne de Aves. 2005. Disponível em http://www.finep.gov.br/PortalDPP/relatorio_setorial_final/. Acesso em 15 de novembro de 2010.
- MENNUCCI, T.A. Avaliação dos Riscos à Saúde Pública proporcionados pelo Abate Clandestino de Aves em Avícolas. Universidade Castelo Branco. 2006.
- MICHELOTTI, A. C. P. Avaliação do sistema de controle de qualidade utilizado na elaboração de alimentos destinados a pacientes transplantados de medula óssea. Dissertação de Mestrado, 2002.
- MITTAG, H. J E RINNE, H. *Statistical Methods of Quality Assurance*. Chapman & Hall First Edition. p.478, 1993.
- MONTGOMERY, D. C. *Introduction to Statistical Quality Control*. 3rd edition. New York: John Wiley & Sons, 1997.
- MORO, D. N.; FIGUEIREDO, E. A. P.; SILVA, J. H. S. Desempenho produtivo de quatro linhagens de frango de corte. *Ciência Rural*. Vol. 35, n. 29, p. 446-449, 2005.
- NASCIMENTO, F. C. A. Aspectos sócio-econômicos das doenças veiculadas pelos alimentos. 2007. Disponível em: <http://nutricaoempauta.com.br/novo/> . Acesso em 18 de fevereiro de 2009.

NEVES FILHO, L. C. Refriamento, Congelamento e Estocagem de Alimentos. São Paulo: IBF/ABRAVA/SINDRATAR, 1991.

NOBRE, F.G.A.; GOMES, L.P.; COELHO, S.M.O.; SILVA, I.O.; CEDRO, T.M.M.; SOUZA, M.M.S.; CALIXTO, L.F.L.; CURVELLO, F.A. Avaliação Qualitativa e Quantitativa da Microbiota Bacteriana Isolada do Ceco de Frangos de Corte Caipira Produzidos em Diferentes Sistemas de Alojamento. 2005.

ORDÓÑEZ, J. A. Tecnologia de alimentos: alimentos de origem animal. Porto Alegre, 2005. v. 2, 279p. PENTEADO JÚNIOR, A. ABIAF: Otimismo em 2009, já que a Crise é mais de Credibilidade. Revista Logweb. Edição nº 82. 2008.

PENTEADO JÚNIOR, A. ABIAF: Otimismo em 2009, A crise é mais do frango.

PEREIRA, J.M. Efeitos e Custos da Crise Financeira e Econômica Global no Brasil. Economic Prospects. Washington. The World Bank. Novembro. 2008.

PIRES, K. C. M.; SILVA, N. C. Avaliação de diferentes tempos de congelamento e tipos de descongelamento sobre o crescimento de *Staphylococcus aureus* em músculo bovino. Universidade Vale do Rio Doce- UNIVALE. Governador Valadares-Minas Gerais. 2006.

PNSA. Legislação de Defesa Sanitária Animal: Avicultura. Ministério da Agricultura e Desenvolvimento. MAPA. Programa Nacional de Sanidade Agrícola. 2002.

PROVATTI, R. A Indústria Alimentícia e a Refrigeração. 2004. Revista Abrava. Disponível em: <http://www.cienciadoleite.com.br/industriarefrigeracao.htm>. Acesso em 26 de março de 2010.

RABELO, R. N. Avaliação microbiológica de cortes cárneos de frango comercializados na cidade de Franca-SP. Higiene Alimentar. Vol. 21, nº. 150. p. 210-211. 2006.

- RAHMAN, M. Shafiur; GUIZANI, Nejib; AL-KHASEIBI, Khalid – Analysis of cooling curve to determine the end point of freezing, 2002.
- RESENDE, J. V. F., Neves, L.C.; JÚNIOR, V. S. Coeficientes de Transferência de Calor Efetivos no Congelamento com Ar Forçado de Modelos de Polpas de Frutas em Caixas Comerciais, 2001.
- RIBEIRO, L. L.; ABREU L. R. F. Comunicação Utilização de APPCC na Indústria de Alimentos. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 30, n.º. 2, p. 358-363. 2006.
- RIEKES, B. H. Qualidade em Unidades de Alimentação e Nutrição: Uma Proposta Metodológica Considerando Aspectos Nutricionais e Sensoriais. Universidade Federal de Santa Catarina. 2004.
- RIZZI, A. T. A indústria de frangos no Brasil: constituição e transformações. In: Congresso Brasileiro de História Económica. Belo Horizonte, MG. 2004.
- RIZZI, A.T. Mudanças tecnológicas e reestruturação da indústria agroalimentar: o caso da indústria de frangos no Brasil. Campinas: Unicamp, 1993.
- ROÇA, O. R. Congelação. Disponível em:<http://pucrs,campus2br/>. Acesso em 25/11/2006.
- ROÇA, R. O. Congelação. Botucatu: FCA-UNESP, 2000 artigo técnico.
- ROÇA, R.O. Tecnologia da carne e produtos derivados. Botucatu: Faculdade de Ciências Agrônomicas, UNESP, 2000.
- RODRIGHERI, J. A. Desempenho da Carne de Frango em 2007 e Perspectivas para 2008. EPAGRI/CEPA. Centro de Socioeconomia e Planejamento Agrícola. 2008.

SALVADORI, V.O; MASCHERONI, R. H; DE MICHELIS, A. Freezing of strawberry pulp in large containers: experimental determination and prediction of freezing times, *International Journal of Refrigeration*, v.19,p.87-94, 1996.

SANTOS, Filho. Mercado da carne. 1996.

SANTOS, D. M. S.; BERCHIERI JUNIOR, A.; FERNANDES, S. A.; TAVECHIO, A. T.; AMARAL, L. A.. Salmonella em carcaças de frango congeladas. *Pesq. Vet. Bras.* v. 20, n. 1, p. 39-42. 2000.

SARANTOPOULOS, C.I.G.L.; OLIVEIRA, L.M.; CANAVESI, E. Requisitos de Conservação de Alimentos em Embalagens Flexíveis. Campinas. CETEA/ITAL. p. 213. 2001.

SHEWHART, W. *Statistical method: from the viewpoint of quality control*. Washington: Dover, 1986.

SILVA, C.R.; SANT'ANNA, A.P. I. Uma aplicação do planejamento de experimentos na indústria farmacêutica. Universidade Federal Fluminense (UFF), Pós-graduação em Engenharia de Produção Niterói, RJ, Brasil. 2007.

SILVA, J.C.T. Carne de Frango: Aumenta a demanda Mundial e a Produção Brasileira Acompanha o Crescimento. 2005. Disponível em: <http://www.aviculturaindustrial.com.br/>. Acesso em 19 de fevereiro de 2010.

SILVA, T. N.; REZENDE, A. A.; MENEGAZ, E. ; MACHADO, M. Y. O. T. Análise da Estrutura Industrial Avícola da Empresa Avipal S/A sob a Ótica de “Filière”. 2004. Disponível em: www.lume.ufrgs.br/handle/10183/563. Acesso em 20 de fevereiro de 2010.

SILVEIRA, L. S. S.; SILVA, Y.; MARTINS, B. R.; TANCREDI, R. C. P. Temperaturas e condições higiênico-sanitária de carnes em supermercados de São João de Meriti/RJ. *Higiene Alimentar*. Vol. 21, n°. 150, 2006.

SINGH, R. Paul e HELDMAN, Dennis R. – *Introduction to Food Engineering* – 1993.

SMAN, R.G.M van der; BOER, Eric – Prediction the initial freezing point and water activity of meat products from composition data, 2004.

SORJ, B. et al. *Camponeses e Agroindústria*. Rio de Janeiro: Zahar, 1982.

SOUSA, D.P.; OSAKI, M. Caracterização do Mercado Internacional de Carne de Frango: Brasil X Estados Unidos. 2005. Disponível em:<http://www.cepea.esalq.usp.br/pdf>. Acesso em 20 de fevereiro de 2010.

SOUSA, M. F. P.; SOARES, C. O.; CORRIJO, A. S. Salmonella sp em avicultura industrial: diagnóstico imunológico e molecular. *Higiene Alimentar*. Vol. 21, n°. 153, p. 53-58. 2007.

SOUZA, G.C. Detecção de Betalactamases de Expectro Expandido (ESBL) em Cepas de Coliformes Isoladas da Carne de Frango Comercializada na Cidade de Fortaleza, Ceará. Universidade Federal do Ceará. Dissertação de Mestrado em Tecnologia dos Alimentos. 2007.

SOUZA, H. B. A. Parâmetros físicos e sensoriais utilizados para Avaliação de qualidade da carne de frango. In: V Seminário Internacional de Aves e Suínos – AveSui 2006 Avicultura. Florianópolis: 2006. Disponível em: www.cnpsa.embrapa.br/. Acesso em 26 de março de 2010.

SOUZA-SOARES, L.A.; SEIWERDT, F. Aves e Ovos. 2005. Universidade de Pelotas. Disponível em <http://ansc.umd.edu/siewerdt/AveseOvosTexto.pdf>. Acesso em 15 de março de 2010.

TALAMINI, D. J. D.; MARTINS, F. M.; NOVAES, M. Embrapa: produção de mercado nacional e internacional do frango. Avicultura Industrial, Porto Feliz, v.97, n.1140, p.20-25, 2005.

TRICHES, D.; SIMAN, R.F.; CALDART, W.L. A cadeia produtiva da carne de frango da região da Serra Gaúcha: uma análise da estrutura de produção e mercado. 2004. Disponível em: <http://ceea.ucs.br/dece/ipes/textos/>. Acesso em 20 de março de 2010.

UBA. União Brasileira de Avicultura. Protocolo de Boas Práticas de Produção de Frangos. União Brasileira de Avicultura. 2008. Disponível em: http://www.avisite.com.br/legislacao/anexos/protocolo_de_boas_praticas_de_producao_d_e_frangos.pdf. Acesso em 24 de fevereiro de 2010.

UBA/ABEF. Desempenho da Carne de Frango em 2007 e Perspectivas para 2008. 2007. Disponível em <http://cepa.epagri.sc.gov.br:8080/cepa/Informativos>. Acesso em 09 de março de 2010.

UNIÃO BRASILEIRA DE AVICULTURA – UBA. Relatório 2005/2006. Brasília, 2006

USDA. Soybeans: World Supply and Distribution, USDA Economic Research Service, Washington, DC. 2004.

VALDUGA, E.; TONEL, E.; TATSCH, P.O; SILVA, M.F.; TREICHEL, H. Evaluation of process parameters in the industrial scale process of soybean oil extraction using experimental design methodology. Department of Food Engineering. URI – Campus de Erechim. 2008.

- VARGAS, C. R. Segurança do Trabalho em Unidades de Abate e Processamento de Aves Domésticas. Universidade Estadual de Ponta Grossa. 2007.
- 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.
- VIEIRA, A.C.P.; CAPACLE, V.H.; BELIK, W. Estrutura e Organização das Cadeias Produtivas das Carnes de Frango e Bovina no Brasil: Reflexões sob a Ótica das
- VIEIRA, E.T.T. Influência no Processo de Congelamento na Qualidade do Peito de Frango. Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões.URI.Dissertação de Mestrado em Engenharia de Alimentos. 2007.
- VIEIRA, S. Estatística para a Qualidade. Editora Campus, 1999.
- VITAL, T.W.; DROUVOT, H.; SAMPAIO, Y. Avicultura Integrada e Estratégias de Mercado de Grandes Empresas em Pernambuco. XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia Administração e Sociologia Rural. 2008.
- WESTERN ELECTRIC COMPANY, – Inc. Statistical Quality Control Handbook. New York: Mac Printing Company, 1956.
- WOLFE, K.; FERLAND, C.; HURST, W. The Feasibility of Operating an Individual Quick Freeze Vegetable Processing Facility in Tift County, Georgia. University of Georgia. 2006.

6.0 – ANEXOS

ANEXO I

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO.
SECRETARIA DE DEFESA AGROPECUÁRIA.

PORTARIA Nº 210 DE 10 DE NOVEMBRO DE 1998.

O SECRETARIO DE DEFESA AGROPECUÁRIA DO MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO, no uso da atribuição que lhe confere o artigo 83, item IV do Regimento Interno da Secretaria, aprovado pela Portaria Ministerial Nº 319, de 06 de maio de 1996,

Considerando a necessidade de Padronização dos Métodos de Elaboração de Produtos de Origem Animal no tocante às Instalações, Equipamentos, Higiene do Ambiente, Esquema de Trabalho do Serviço de Inspeção Federal, para o Abate e a Industrialização de Aves;

Considerando que o Regulamento Técnico da Inspeção Tecnológica e Higiênico Sanitária de Carnes de Aves foi apresentado aos segmentos da cadeia produtiva de Carne de Aves e suas entidades representativas, discutido e aprovado;

Considerando que o progresso e o desenvolvimento do setor exige a atualização da Portaria nº 04, de 27 de junho de 1988, resolve:

Art. 1º Aprovar o Regulamento Técnico da Inspeção Tecnológica e Higiênico Sanitária de Carne de Aves.

Art. 2º Esta Portaria entra em vigor sessenta dias após a data da sua publicação, revogadas as disposições em contrário.

ENIO ANTONIO MARQUES PEREIRA.

**MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO.
SECRETARIA DE DEFESA AGROPECUÁRIA.**

**ANEXO I
REGULAMENTO TÉCNICO DA INSPEÇÃO TECNOLÓGICA E
HIGIÊNICOSANITÁRIA DE CARNE DE AVES**

1. DEFINIÇÕES:

INSTALAÇÕES: refere-se ao setor de construção civil do estabelecimento propriamente dito e das dependências anexas, envolvendo também sistemas de água, esgoto, vapor e outros.

EQUIPAMENTOS: refere-se a maquinaria e demais utensílios utilizados nos estabelecimentos.

RIISPOA: Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária dos Produtos de Origem Animal, aprovado pelo Decreto Nº 30.691, de 29.03.1952, que regulamentou a Lei Nº 1.283, de 18.12.1950, alterado pelo Decreto Nº 1.255, de 25.06.1962, alterado pelo Decreto Nº 1.236, 58 de 02.09.1994, alterado pelo Decreto Nº 1.812, de 08.02.1996, alterado pelo Decreto Nº 2.244, de 04.06.1997, regulamentado pela Lei Nº 7.889, de 23.11.1989.

DIPOA: Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal, da Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária, do Ministério da Agricultura e do Abastecimento.

SIF: Serviço de Inspeção Federal do Ministério da Agricultura, exercido pelo DIPOA (em cada estabelecimento industrial).

AVES: entenda-se como as aves domésticas de criação:

- a. Gênero Gallus: galeto, frangos, galinhas e galos.
- b. Gênero Meleagridis: perus e perus maduros.
- c. Gênero Columba: pombos.
- d. Gênero Anas: patos e patos maduros.

- e. Gênero Anser: gansos e gansos maduros.
- f. Gênero Perdix: perdiz, chucar, codorna.
- g. Gênero Phasianus: faisão
- h. Numida meleagris: galinha D'Angola ou Guiné.

CARNE DE AVES: entende-se por carne de aves, a parte muscular comestível das aves abatidas, declaradas aptas à alimentação humana por inspeção veterinária oficial antes e depois do abate.

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.

CORTES: entende-se por corte, a parte ou fração da carcaça, com limites previamente especificados pelo DIPOA, com osso ou sem osso, com pele ou sem pele, temperados ou não, sem mutilações e/ou dilacerações.

RECORTES: entende-se por recorte a parte ou fração de um corte. **MIÚDOS:** entende-se como miúdos as vísceras comestíveis: o fígado sem a vesícula biliar, o coração sem o saco pericárdio e a moela sem o revestimento interno e seu conteúdo totalmente removido.

RESFRIAMENTO: é o processo de refrigeração e manutenção da temperatura entre 0°C (zero grau centígrado) a 4°C (quatro graus centígrados positivos) dos produtos de aves (carcaças, cortes ou recortes, miúdos e/ou derivados), com tolerância de 1°C (um grau) medidos na intimidade dos mesmos.

PRÉ-RESFRIAMENTO: é o processo de rebaixamento 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 os respectivos critérios técnicos específicos.

CONGELAMENTO: é o processo de refrigeração e manutenção a uma temperatura não maior que -12°C , dos produtos de aves (carcaças, cortes ou 2 recortes, miúdos ou derivados) tolerando-se uma variação de até 2°C (dois graus centígrados), medidos na intimidade dos mesmos. 59

TEMPERADO: é o processo de agregar ao produto da ave condimentos e/ou especiarias devidamente autorizados pelo DIPOA, sendo posteriormente submetido apenas a refrigeração (resfriamento ou congelamento).

DESINFECÇÃO: designa a operação realizada depois de uma limpeza completa e destinada a destruir os microrganismos patogênicos, bem como reduzir o número de microrganismos a um nível que não permita a contaminação do produto alimentício, utilizando-se agentes químicos /ou físicos higienicamente satisfatórios. Se aplica ao ambiente, pessoal, veículos e equipamentos diversos que podem ser direta ou indiretamente contaminados pelos animais e produtos de origem animal.

ROTULAGEM: entende-se como o processo de identificação do alimento através do rótulo.

RÓTULO: é toda a inscrição, legenda, imagem ou toda a matéria descritiva ou gráfica que esteja escrita, impressa, estampada, gravada em relevo ou litografada ou colada sobre a embalagem do alimento (Artigo 795 – RIISPOA, alterado pelo Decreto N° 2.244 de 04.06.97, publicado no DOU em 05.06.97).

EMBALAGEM: qualquer forma pela qual o alimento tenha sido acondicionado, empacotado ou envasado.

EMBALAGEM PRIMÁRIA: qualquer embalagem que identifica o produto primariamente.

EMBALAGEM SECUNDÁRIA: ou "plano de marcação" entende-se pela identificação de continentes de produtos já totalmente identificados com rótulo primariamente, sejam quais forem a natureza da impressão e da embalagem.

CONTINENTE: todo o material que envolve ou acondiciona o alimento, total ou parcialmente, para comércio e distribuição como unidade isolada.

CLASSIFICAÇÃO: entende-se o critério científico ou comercialmente adotado para estabelecer a classe do alimento, como tal indicado no respectivo padrão de identificação e qualidade.

LOTE DE AVES: entende-se um grupo de aves da mesma procedência e alojados em um mesmo local e/ou galpão.

COMESTÍVEL: entende-se como toda matéria-prima e/ou produto utilizado como alimento humano.

NÃO COMESTÍVEL: entende-se como toda a matéria-prima e/ou produtos adulterados, não inspecionados ou não destinados ao consumo humano.

ENCARREGADO DA IF: é o Médico Veterinário responsável pelo Serviço de Inspeção Federal (SIF) no estabelecimento registrado no DIPOA. Todas as definições acima mencionadas, bem como todas as disposições constantes na presente norma estão em consonância com o Código Internacional Recomendado de Práticas de Higiene para a Elaboração de Carne de Aves (CAC/RCP 14-1976) CODEX ALIMENTARIUS. 60

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO.

SECRETARIA DE DEFESA AGROPECUÁRIA.

ANEXO II

6. INSTALAÇÕES FRIGORÍFICAS

6.1. Este conjunto é constituído de antecâmara(s), câmara(s) de resfriamento, câmara(s) ou túnel de congelamento rápido, câmara(s) de estocagem e local para instalação do equipamento

produtor de frio;

6.2. Essas instalações serão proporcionais à capacidade de abate e produção;

6.3. As antecâmaras servirão apenas como área de circulação, não sendo permitido o seu uso para outros fins e deverão ser climatizadas;

6.4. Excepcionalmente, a operação de retirada das carcaças dos continentes onde foram congeladas, para o acondicionamento em sacos ou outros continentes secundários, poderá ser permitida, desde que a área assim o comporte e sem prejuízo das operações normais;

6.5. Nas câmaras de resfriamento, não será permitida a estivagem de carcaças, entendendo-se como tal, a deposição das carcaças sem seus recipientes (caixas, bandejas, etc.);

6.6. As carcaças depositadas nas câmaras de resfriamento, deverão apresentar, temperatura ao redor de -1°C (menos um grau centígrado) a 4°C , tolerando-se no máximo, variação de um grau centígrado:

6.7. A estocagem de aves congeladas deverá ser feita em câmaras próprias, com temperatura nunca superior a -18°C (dezoito graus centígrados negativos);

6.8. Mesmo temporariamente ou por razões de ordem técnica, não será permitido o congelamento de aves nas câmaras de estocagem, quando carcaças congeladas anteriormente, aí estiverem depositadas;

6.9. As carcaças de aves congeladas não deverão apresentar, na intimidade muscular, temperatura superior a -12°C (doze graus centígrados negativos), com tolerância máxima de 2°C (dois graus centígrados);

6.10. As instalações frigoríficas deverão apresentar, ainda, as seguintes características:

6.10.1. antecâmara com largura mínima de 2,00 m (dois metros);

6.10.2. paredes de fácil higienização, resistentes aos impactos e/ou protegidos parcialmente por estrutura metálica tubular, destinada a amortecer os impactos dos carrinhos sobre as mesmas;

6.10.3. sistema de iluminação do tipo "luz fria", com protetores à prova de estilhaçamento;

- 6.10.4. portas com largura mínima de 1,20 m (um metro e vinte centímetros) de vão livre, de superfície lisa e de material não oxidável;
- 6.10.5. dispor de termômetro e, quando exigidos, de outros aparelhos de mensuração e registro;
- 6.10.6. excepcionalmente, serão permitidos estrados de madeira nas câmaras de estocagem de congelados, para depósito de produtos com embalagem secundária.