

URI - CAMPUS ERECHIM
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE MESTRADO EM ENGENHARIA DE ALIMENTOS

**INFLUÊNCIA DO PROCESSO DE CONGELAMENTO NA
QUALIDADE DO PEITO DE FRANGO**

EVAIR TERESINHA TROMBETTA VIEIRA

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Mestrado em Engenharia de Alimentos da URI-Campus de Erechim, como requisito parcial à obtenção do Grau de Mestre em Engenharia de Alimentos, Área de Concentração: Engenharia de Alimentos, da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – URI, Campus de Erechim.

ERECHIM, RS - BRASIL

FEVEREIRO DE 2007

INFLUÊNCIA DO PROCESSO DE CONGELAMENTO NA QUALIDADE DO PEITO DE FRANGO

Evair Teresinha Trombetta Vieira

Dissertação de Mestrado submetida à Comissão Julgadora do Programa de Mestrado 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. Alexandre José Cichoski, D.Sc.
Orientador

Prof. Fernanda de Castilhos Corazza, D.Sc.
Orientadora

Prof. Ernesto Hashime Kubota, D.Sc.

Prof. Helen Treichel, D.Sc.

Erechim, 26 de fevereiro de 2007.

NESTA PÁGINA DEVERÁ SER INCLUÍDA A FICHA CATALOGRÁFICA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO. ESTA FICHA SERÁ ELABORADA DE ACORDO COM OS PADRÕES DEFINIDOS PELO SETOR DE PROCESSOS TÉCNICOS DA BIBLIOTECA DA URI – CAMPUS DE ERECHIM.

Dedico este trabalho ao meu esposo Remi pela compreensão da minha ausência em muitos momentos de nossa vida, pelo carinho e incentivo nos momentos de dificuldade em busca da conquista deste objetivo.

Aos meus pais Delso e Eva pelo exemplo de amor e fé, compreensão e educação sem os quais não estaria constantemente em busca de meus objetivos e conquistando esta vitória.

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus pela capacidade e oportunidade de estar sempre aprendendo dando-me fé e equilíbrio para superar os obstáculos encontrados.

Aos Professores Alexandre José Cichoski e Fernanda de Castilhos Corazza pela orientação, incentivo, dedicação e amizade, compartilhando conhecimentos e não medindo esforços com auxílio no desenvolvimento deste trabalho.

A Professora Helen Treichel pelo apoio na definição e interpretação dos dados estatísticos.

A Professora Rosângela Jacques e ao João Zitkoski, pelo auxílio na elaboração das análises de cinzas e minerais.

A Equipe da Central de materiais do curso de Engenharia de Alimentos pela colaboração e disponibilidade de materiais para a realização das análises.

A Sadia SA pela possibilidade de realização deste trabalho na empresa.

Ao Sr. Cleomar Piola por ter acreditado em minha busca por aperfeiçoamento técnico, oportunizando a liberação de algumas horas de meu trabalho diário para frequentar as aulas deste curso, sem a qual não teria sido possível a concretização deste objetivo.

Ao Sr. Isauro Paludo pelo incentivo, troca de idéias, sugestões importantes e disponibilidade das instalações da unidade de Dois Vizinhos, bem como apoio técnico e logístico viabilizando a realização deste trabalho.

Ao Marcelo Schmeider e equipe do Laboratório de físico-química pela realização das análises.

Ao Ronaldo Scariot pela colaboração na realização de todo o planejamento e a logística agropecuária.

Aos Colegas Juliana, Vilmar, Odair, Alex, Joel, Neide, Genoir, Pedro, Dionísio, Ericson, Romarino e Rossetti pela colaboração na preparação e congelamento das amostras.

A Jortéia Gomes e equipe do laboratório da Sadia SA unidade de Concórdia, pela realização das análises de textura.

Aos amigos Jéferson Krugina e Léo Serpa pela amizade, incentivo, aprendizado e companheirismo durante nossas horas de estudos e incansáveis viagens.

Aos amigos Eduardo Huber e Marcos da Rosa por terem acreditado e incentivado a busca de meu sonho.

Aos meus irmãos Delcir, Dione, Dilema, Delcimara, Evandro e Campolino pelo incentivo constante, especialmente a Delcimara e a Dione pelas longas conversas, apoio moral e hospedagem durante os períodos em que estive em Erechim.

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

A INFLUÊNCIA DO PROCESSO DE CONGELAMENTO NA QUALIDADE DO PEITO DE FRANGO

Evair Teresinha Trombetta Vieira

Fevereiro / 2007

Orientadores: Alexandre José Cichoski

Fernanda de Castilhos Corazza

Frangos machos e fêmeas com 30, 40 e 50 dias de idade foram criados e posteriormente abatidos e congelados nas temperaturas de -25°C , -35°C e -45°C com o objetivo de avaliar a influência das condições do processo de congelamento na qualidade do peito de frango. Para os frangos resfriados, foi utilizado um planejamento de experimentos fatorial 2^2 com triplicata do ponto central com o intuito de avaliar a influência do sexo e idade do frango nas variáveis pH, luminosidade (L^*), perda por exsudação, textura, umidade, proteína, lipídio e cinzas. Para os frangos congelados em diferentes temperaturas, utilizou-se um planejamento fatorial 2^3 com triplicata do ponto central com a finalidade de avaliar a influência do sexo, idade e temperatura de congelamento nas variáveis pH, luminosidade (L^*), perda por exsudação, textura, umidade e cinzas. A curva de congelamento foi obtida através do monitoramento da temperatura interna do peito de frango durante o processo de congelamento nas temperaturas de -25°C , -35°C e -45°C . O tempo de congelamento foi considerado como o tempo necessário para que o interior da amostra atingisse -18°C . Para avaliar a influência das condições de

congelamento na qualidade da carne de peito de frango, utilizou-se o teste de Tukey ($p < 0,05$). Os frangos resfriados independentemente do sexo e idade apresentaram valores de pH que variaram de 5,82 a 6,22; luminosidade (L^*) de 60,47 a 65,90; perda por exsudação de 2,08% a 3,36%; textura de 1,22 a 1,68 Kgf/cm²; umidade de 72,27% a 74,52%; proteína de 22,51% a 23,60% e lipídios de 0,50% a 0,66% e cinzas de 1,18% a 1,35%. Nos frangos congelados, independentemente do sexo e da idade, os valores de pH variaram de 5,75 a 5,92; luminosidade (L^*) de 61,27 a 67,57; perda por exsudação de 2,71% a 3,80%; umidade de 71,19% a 73,99%; textura de 1,28 Kgf/cm² a 1,76 Kgf/cm² e cinzas de 0,99% a 1,46%. Embora tenham sido diferentes os valores das variáveis estudadas nos frangos resfriados e congelados, ocorreu diferença significativa entre eles, segundo o teste de Tukey, apenas no conteúdo de cinzas nos frangos com 40 e 50 dias de idade e no conteúdo de umidade nos frangos com 40 dias de idade. As curvas de congelamento apresentaram comportamentos típicos de um processo a altas e baixas taxas de congelamento. Estas curvas permitiram verificar que o tempo de congelamento é proporcional à idade e a temperatura de congelamento. Além disso, verificou-se que as fêmeas apresentaram tempo de congelamento maior comparado com os frangos machos. O congelamento promoveu aumento nos valores de luminosidade (L^*), de exsudação e na força de cisalhamento (textura).

Palavras-chave: frangos, idade, sexo, resfriados, congelados, qualidade, congelamento.

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

The Influence of the Freezing Process in the Quality of Poultry Breast

Evair Teresinha Trombetta Vieira

February / 2007

Advisors: Alexandre José Cichoski

Fernanda de Castilhos Corazza

Male and female poultries of 30, 40 and 50 days of age were grown, slaughtered and freezed at -25°C , -35°C and -45°C with the aim to evaluate the influence of the freezing process conditions in the quality of poultry breast. For the cooled poultries, a 2^2 factorial design with triplicate of the center point was used to evaluate the effect of poultry age and sex in the pH, lightness (L^*), driploss, tenderness (shear values), moisture and in the protein, lipids and ash content. For the freezed poultries at different temperatures, a 2^3 factorial design with triplicate of the center point was also used to evaluate the effect of the freezing temperature and the poultry age and sex in the pH, lightness (L^*), driploss, tenderness, moisture and ash content. Freezing curve was obtained through the temperature monitoring inside the poultry breast during freezing. Freezing time was detemined based in these data. Tuckey test ($p < 0,05$) was utilized to evaluate the influence of freezing process conditions in the quality of poultry breast. Cooled poultries showed driploss values between 2,08% and 3,36%, tenderness values between 1,22 and 1,68 Kgf/cm^2 and moisture values between 72,27% and 74,52%. Freezed poultries showed driploss values between 2,71% and 3,80%, tenderness values between 1,28 and 1,76 Kgf/cm^2 and moisture values between 71,19% and 73,99%. According to the Tuckey test, only ash content

in the 40 and 50 days of age poultries and the moisture in the 40 days of age poultries had significant difference considering cooled and frozen poultries. Freezing time were proportional to poultry age and to freezing temperature. Female poultries presented greater freezing time than male poultries. Freezing caused an increasing in the lightness, drip loss and tenderness.

Key Words: poultry, age, sex, cooled, frozen, quality, freezing.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	1
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1	QUALIDADE DA CARNE DE AVES.....	3
2.1.1.	pH.....	4
2.1.2.	Luminosidade (L*).....	6
2.1.3.	Capacidade de Retenção de água e Perda de Água por Exsudação.....	6
2.1.4.	Força de cisalhamento.....	8
2.1.5.	Umidade.....	11
2.1.6.	Proteína.....	13
2.1.7.	Lipídios.....	14
2.1.8.	Cinzas.....	16
2.2	CONGELAMENTO DE ALIMENTOS.....	17
2.2.1.	Curva e Tempo de Congelamento.....	19
2.2.2.	Velocidade de Congelamento.....	20
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	23
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA MATÉRIA PRIMA.....	23
3.2	DETERMINAÇÃO DA CURVA E DO TEMPO DE CONGELAMENTO.....	24
3.3	AVALIAÇÃO DOS PEITOS DE FRANGO “IN NATURA”.....	26
3.3.1	Temperatura.....	27
3.3.2	pH.....	27
3.3.3	Luminosidade (L*).....	27
3.3.4	Perda por Exsudação.....	28
3.3.5	Textura (força de cisalhamento).....	28
3.3.6	Umidade.....	28
3.3.7	Proteína.....	28
3.3.8.	Lípideos.....	29
3.3.9.	Cinzas.....	29
3.4	PLANEJAMENTO FATORIAL DAS TEMPERATURAS DE CONGELAMENTO DOS PEITOS DE FRANGOS.....	29

3.5	CARACTERIZAÇÃO DOS PEITOS DE FRANGOS CONGELADOS.....	30
3.6	INFLUENCIA DO PROCESSO DE CONGELAMENTO NA QUALIDADE DA CARNE DE PEITO DE FRANGO	31
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
4.1	CARACTERIZAÇÃO DA MATÉRIA PRIMA (15 MINUTOS APÓS O ABATE)	32
4.2	PEITOS DE FRANGO “IN NATURA” APÓS 75 MINUTOS DO ABATE.	34
4.2.1.	pH	34
4.2.2.	Luminosidade (L*)	37
4.2.3.	Perda de água por exsudação	40
4.2.4.	Textura (força de cisalhamento).....	43
4.2.5.	Umidade.....	45
4.2.6.	Proteína	48
4.2.7.	Lipídios.....	50
4.2.8.	Cinzas	52
4.3	DETERMINAÇÃO DA CURVA E DO TEMPO DE CONGELAMENTO	55
4.4	PEITO DE FRANGO CONGELADO	63
4.4.1.	pH dos Peitos de Frango Congelados.....	63
4.4.2.	Luminosidade (L*)	66
4.4.3.	Perda de água por exsudação	69
4.4.4.	Umidade.....	71
4.4.5.	Textura (força de cisalhamento).....	74
4.4.6.	Cinzas	77
5	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	81
6	REFERÊNCIAS	85
7	ANEXO 1	97
8	ANEXO 2	98
9	APÊNDICE A.....	99
10	APÊNDICE B.....	100
11	APÊNDICE C	101

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1. Interação entre a variação dos valores de ph 24 horas <i>post mortem</i> e os valores de perda de exsudato de filés de peito de frangos de corte. (fonte: moreira, 2005)	9
Figura 2.2: curvas típicas de congelamento de alimentos a diferentes taxas de congelamento.....	20
Figura 3.1. Túnel de congelamento a -25°C.	25
Figura 3.2. Túnel de congelamento a -35°C.	25
Figura 3.3. Túnel de congelamento a -45°C.	26
Figura 4.1. Gráfico de pareto para as análises de ph no peito de frango, após 75 minutos do abate.....	36
Figura 4.2. Gráfico de pareto para as análises de luminosidade (I*) no peito de frangos machos e fêmeas, após a saída do <i>chiller</i> (75 minutos após o abate).	39
Figura 4.3. Gráfico de pareto da exsudação em peito de frango macho e fêmea determinada logo após a saída do frango do <i>chiller</i> (75 minutos após o abate).....	42
Figura 4.4. Gráfico de pareto da força de cisalhamento em peito de frango macho e fêmea determinada logo após a saída do frango do <i>chiller</i> (75 minutos após o abate).	44
Figura 4.5. Gráfico de pareto da umidade em peito de frango macho e fêmea determinada logo após a saída do frango do <i>chiller</i> (75 minutos após o abate).....	47
Figura 4.6. Gráfico de pareto da proteína em peito de frango macho e fêmea determinada logo após a saída do frango do <i>chiller</i> (75 minutos após o abate).....	49
Figura 4.7. Gráfico de pareto do teor de lipídios em peito de frango macho e fêmea determinada logo após a saída do frango do <i>chiller</i> (75 minutos após o abate).....	52

Figura 4.8. Gráfico de pareto da quantidade de cinzas em peito de frango macho e fêmea determinada logo após a saída do frango do <i>chiller</i> (75 minutos após o abate).	54
Figura 4.9. Curvas de congelamento para peitos de frango fêmea com 30 dias de idade, em diferentes temperaturas de congelamento.	55
Figura 4.10. Curvas de congelamento para peitos de frango fêmea com 40 dias, em diferentes temperaturas de congelamento.	56
Figura 4.11. Curvas de congelamento para peitos de frango fêmea com 50 dias, em diferentes temperaturas de congelamento.	57
Figura 4.12. Curvas de congelamento para peitos de machos com 30 dias, em diferentes temperaturas de congelamento.	58
Figura 4.13. Curvas de congelamento para peitos de machos com 40 dias, em diferentes temperaturas de congelamento.	59
Figura 4.14. Curvas de congelamento para peitos de frango macho com 50 dias, em diferentes temperaturas de congelamento.	59
Figura 4.15: curvas de congelamento para peitos de frango de diferentes idades e sexo obtidos a temperatura de congelamento de -25°C.	60
Figura 4.17: curvas de congelamento para peitos de frango de diferentes idades e sexo obtidos a temperatura de congelamento de -45°C.	62
Figura 4.15. Gráfico de pareto para as análises de pH em peitos de frangos machos e fêmeas determinados após o congelamento dos frangos.	65
Figura 4.16. Gráfico de pareto para as análises de luminosidade (I*) em peitos de frangos machos e fêmeas determinados após o congelamento dos frangos.	68
Figura 4.17. Gráfico de pareto para as análises de perda de água por exsudação em peitos de frangos machos e fêmeas determinados após o congelamento dos frangos.	70

Figura 4.18. Gráfico de pareto para as análises de umidade em peitos de frangos machos e fêmeas determinados após o congelamento dos frangos.73

Figura 4.19. Gráfico de pareto para as análises de força de cisalhamento em peitos de frangos machos e fêmeas determinados após o congelamento dos frangos.76

Figura 4.20. Gráfico de pareto para as análises de cinzas em peitos de frangos machos e fêmeas determinados após o congelamento dos frangos.79

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1. Evolução da produção brasileira de carne de frango.....	1
Tabela 3.1 matriz do planejamento de experimentos realizado para o peito de frango “in natura,” após 75 minutos do abate.....	26
Tabela 3.2. Matriz do planejamento de experimentos realizada para o peito de frango congelado.	30
Tabela 4.2. Valores de ph nos peitos dos frangos determinados após 15 minutos do abate a temperatura de 30 °c (± 1,5).	33
Tabela 4.3. Valores de ph nos peitos de frangos depois da saída do <i>chiller</i> (75 minutos após o abate).....	34
Tabela 4.4. Luminosidade (I*) dos peitos de frango 75 minutos após o abate.	38
Tabela 4.5. Exsudação em peito de frango macho e fêmea determinada logo após a saída do frango do <i>chiller</i> (75 minutos após o abate).	40
Tabela 4.6. Força de cisalhamento em peito de frango macho e fêmea determinada logo após a saída do frango do <i>chiller</i> (75 minutos após o abate).....	43
Tabela 4.7. Valores de umidade em peito de frango macho e fêmea determinados logo após a saída do frango do <i>chiller</i> (75 minutos após o abate).....	46
Tabela 4.8. Valores de proteínas em peito de frango macho e fêmea determinados logo após a saída do frango do <i>chiller</i> (75 minutos após o abate).....	48
Tabela 4.9. Valores de lipídios em peito de frango macho e fêmea determinados logo após a saída do frango do <i>chiller</i> (75 minutos após o abate).....	50
Tabela 4.10. Valores de cinzas em peito de frango macho e fêmea determinados logo após a saída do frango do <i>chiller</i> (75 minutos após o abate).....	53

Tabela 4.11. Tempo experimental de congelamento, em minutos, para peitos de frango macho e fêmea de diferentes idades, em temperaturas de congelamento distintas.	63
Tabela 4.12. Valores de ph em peitos de frangos machos e fêmeas determinados após o congelamento.	64
Tabela 4.13. Valores de luminosidade (I*) em peitos de frangos machos e fêmeas determinados após o congelamento.	66
Tabela 4.14. Valores de perda de água por exsudação em peitos de frangos machos e fêmeas determinados após o congelamento.	69
Tabela 4.15. Valores de umidade em peitos de frangos machos e fêmeas determinados após o congelamento.	71
Tabela 4.16. Valores de força de cisalhamento em peitos de frangos machos e fêmeas determinados após o congelamento.	75
Tabela 4.17. Valores de cinzas em peitos de frangos machos e fêmeas determinados após o congelamento dos frangos.	77

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

C.R.A Capacidade Retenção de Água

DFD *Dry, Firm e Dark*

IAL Instituto Adolfo Lutz

PSE *Pale, Soft e Exsudative*

UBA União Brasileira de Avicultura

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos o mercado consumidor de carne de aves tem crescido consideravelmente e com isso, a produção de carne de aves também cresceu e veio acompanhada por uma maior diversificação de produtos, com maior elaboração de itens de conveniência, praticidade e valor agregado, em detrimento da comercialização de carcaças inteiras e/ou cortes. Esta tendência ocorreu em razão da mudança de hábitos da população, já que a praticidade, conveniência, qualidade nutritiva e segurança alimentar, com preços acessíveis, são condições básicas para os negócios na área da alimentação. Sob este aspecto, a carne de frango apresenta vantagens, pois além de apresentar as referidas características, não sofre restrições religiosas e culturais (OLIVO, 2004).

Apesar das dificuldades que qualquer setor produtivo brasileiro encontra, a avicultura tem conseguido superá-las e tem apresentado significativo crescimento em todos os anos após sua implantação, conforme dados apresentados na Tabela 1.1.

Tabela 1.1. Evolução da Produção Brasileira de Carne de Frango.

Ano	Produção (mil toneladas)
2000	5.977
2001	6.735
2002	7.517
2003	7.843
2004	8.494
2005	9.297
2006	9.895

Fonte: UBA , 2006.

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

Com a comercialização de cortes e de produtos desossados, muitos dos defeitos na carne se tornaram aparentes ocasionando a rejeição dos mesmos. Da mesma forma, a característica sensorial de cada corte, como a aparência e maciez puderam ser melhor percebidas e reconhecidas pelo consumidor (BERAQUET, 1999).

Dentre os aspectos que mais chamam a atenção do consumidor final em relação à qualidade da carne de frango, podem ser citadas principalmente a textura e a cor. Portanto, garantir alta qualidade da carne de frango produzida é fundamental para evitar perdas econômicas durante o processamento e garantir a satisfação dos consumidores.

O congelamento, de uma maneira geral, apresenta inúmeras vantagens sobre outros modos de conservação dos alimentos, entre estes, podem ser citados manutenção da cor, do sabor e das qualidades nutricionais, quando o congelamento é feito corretamente, bem como, quando o processo de armazenagem segue todos os critérios necessários para que o produto mantenha sua qualidade (FONTES e LOPES, 1994).

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Qualidade da Carne de Aves

As exigências pela qualidade da carne são cada vez maiores tanto no mercado internacional como no nacional e o consumidor está mais ciente dos atributos de qualidade da carne. Essas exigências provocaram mudanças que tiveram início na pesquisa genética e envolveram toda a cadeia produtiva desde a alimentação de alto padrão técnico e nutricional até as etapas da linha de abate (NORTHCUTT *et al.*, 1994).

A maior parte dos fatores que influenciam na qualidade da carne pode ser controlada nas diversas etapas de sua produção. Enquanto que a composição da carne é estabelecida durante a vida do animal, outras características de qualidade são afetadas tanto antes, como durante e após o abate. Fatores como idade, sexo, nutrição, localização e funcionamento do músculo, apanha dos animais, transporte, temperatura ambiente, tempo de jejum, e outros, reconhecidamente afetam a composição da carcaça dos animais. Entretanto, a alteração da qualidade pode também ser obtida através do uso de diferentes tecnologias de abate e pós-abate, como tempo de resfriamento, tempo e temperatura de maturação, estimulação elétrica, e outros. (KAUFFMAN e MARSH, 1987).

As alterações nos parâmetros de qualidade, entre animais do mesmo lote, idade e sexo, são atribuídas ao estresse pré-abate, que desencadeia transtornos fisiológicos que podem causar alterações bioquímicas anômalas durante a transformação do músculo em carne e, com isso, afetar a estrutura miofibrilar (FLETCHER, 1991).

Em músculos com desenvolvimento bioquímico alterado, as diferentes velocidades nas reações de glicólise podem determinar alterações nas características de qualidade da carne. Suínos expostos a temperaturas ambientais elevadas, antes do abate, demonstraram pela medida de pH, rápida glicólise no *post-mortem*, resultando em decréscimo na intensidade da cor do músculo, ao passo que mudanças acentuadas de temperatura de quente para frio retardaram a glicólise e causaram firmeza e aparência seca no músculo (SAYRE *et al.*, 1963).

A qualidade da carne é dependente 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 e o resfriamento rápido imediatamente após o abate levam à redução na velocidade dos processos de tenderização (aumento da maciez da carne) (VIEIRA, 1999).

O sucesso de um produto depende da sua aceitação pelo consumidor, e a qualidade é uma das características mais valorizadas. Para a avaliação da qualidade da carne, são levados em consideração critérios objetivos, tais como pH, capacidade de retenção de água, maciez, cor da pele e cor da carne (MENDES *et al.*, 2003).

Para o consumidor a aparência é o principal critério para a seleção e avaliação da qualidade da carne. Outros atributos como maciez, suculência, perda de gotejamento, perdas de peso por cozimento e vida útil são importantes após a compra do produto, porém, também são características essenciais no processo, no qual se adiciona valor agregado ao produto cárneo (ALLEN *et al.*, 1998; QIAO *et al.*, 2002).

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

Assim, a qualidade da carne torna-se uma questão complexa, pois é determinada por diversos fatores, desde o abate do animal até chegar ao consumidor. Além disso, a qualidade não é definida por apenas uma variável ou medida, mas sim por um conjunto de variáveis que traduzem o estado no qual o produto se encontra.

2.1.1. pH

O pH é fator determinante na qualidade da carne de frango, pois as propriedades funcionais da carne são, primeiramente relacionadas com as reações glicolíticas *post-mortem*, que afetam o pH da carne. A cor pálida e a menor capacidade de retenção de água da carne de peito de frango estão correlacionadas com um pH final menor. Geralmente, a carne do peito de frangos de corte apresenta um pH final de que varia de 5,70 até 5,96, em carne normal. Os resultados de pH na carne de peito de frangos de corte sob a influência de vários parâmetros de produção demonstram que a linhagem parece não ter efeito sobre o pH final, porém, a idade da ave sim (MENDES *et al.*, 2003).

O teor de glicogênio presente no músculo no momento do abate é o principal componente para a glicólise *post-mortem*, que se realiza pela via metabólica anaeróbica, acumulando ácido láctico e resultando no declínio do pH muscular (OLIVO e SHIMOKOMAKI, 2002).

O valor do pH de um músculo vivo é ligeiramente superior ao ponto neutro (pH 7,20). Após o abate, o processo bioquímico da carne continua transformando o glicogênio do músculo em ácido láctico sob ação de várias enzimas. Esse processo chama-se glicólise anaeróbica. Pela formação do ácido, o valor de pH da carne diminui, geralmente a carne de peito de frango apresenta um pH final que varia entre 5,70 a 5,90, em carne normal. Após 24 horas se o valor do pH estiver superior a 6,20 denomina-se carne DFD – (*Dry, Firm e Dark*) caracterizando-se por uma grande capacidade de retenção de água, cor escura, aspecto firme e seco, possui período curto de conservação. Se o pH atingir rapidamente valor inferior a 5,80 em um período menor que 4 horas trata-se tipicamente de uma carne PSE (*Pale, Soft e Exsudative*) que se caracteriza por apresentar propriedades funcionais indesejáveis, como baixa capacidade de retenção de água, cor pálida e aspecto flácido (SOUZA, 2005).

ZAPATA *et al.* (2005), ao avaliar frangos machos de 49 dias de idade da linhagem Ross, 24 horas após o abate e com 30 dias de armazenamento em congelamento a -20°C, obteve resultados de pH de 5,90 e 6,11 respectivamente, concluindo que não sofreu influência ($p < 0,05$) do armazenamento em congelamento.

2.1.2. Luminosidade (L*)

A coloração da carne de frango “in natura” é importante porque os consumidores associam a cor com produtos frescos de boa qualidade, logo este atrativo tem poder de influência na decisão de compra. Alguns defeitos de cor podem ser observados antes do abate, devido à alimentação, manejo ou estresse da ave. (MENDES *et al*, 2003).

A cor da carne de frango pode ser afetada por diversos outros fatores, como idade, sexo, linhagem, dieta, gordura intramuscular, condições de pré-abate como estresse térmico e também em decorrência de problemas na industrialização, como temperatura de escaldagem e condições de armazenamento e congelamento (CASTILLO, 2001; FLETCHER, 2002).

A cor da carne reflete a quantidade e o estado químico do seu principal pigmento, a mioglobina (Mb). A mioglobina (Mb) é o pigmento do músculo formado por uma porção protéica denominada globina e uma porção não protéica denominada grupo heme. A quantidade de mioglobina varia com a espécie, sexo, idade, localização anatômica do músculo e atividade física, por exemplo, um animal no qual a sangria foi boa a mioglobina constitui 80 a 90% do total de pigmentos. (HEDRICK *et al*, 1994)

A cor observada na superfície das carnes é o resultado da absorção seletiva pela mioglobina, provocada pela distribuição da luz que emerge da carne. A palidez da carne está diretamente relacionada com a desnaturação protéica causada pelo baixo pH. Com a diminuição do pH, ocorre aumento da birrefringência, com menos luz sendo transmitida através das fibras e mais luz sendo dispersa (SWATLAND, 1995; BENDAL e SWATLAND, 1988).

ZAPATA *et al*. (2005), ao avaliar frangos machos de 49 dias de idade da linhagem Ross, 24 horas após o abate e com 30 dias de armazenamento em congelamento a -20°C, obtiveram resultados de cor L* de 55,84 e 50,35 respectivamente, concluindo que o valor do componente de cor L* diminuiu ($p < 0,05$) para o armazenamento em congelamento.

2.1.3. Capacidade de Retenção de água e Perda de Água por Exsudação

A capacidade de retenção de água (C.R.A.) é uma propriedade de importância fundamental em termos de qualidade tanto na carne destinada ao consumo direto, como para a carne destinada para industrialização. Pode ser definido como a capacidade da carne em reter sua umidade ou água durante a aplicação de forças externas como corte, trituração, aquecimento e prensagem. A capacidade de retenção de água pode ser avaliada também pelo método de gotejamento, que mede o líquido que exsuda da carne durante seu armazenamento ou congelamento e/ou descongelamento. (SERRANO e ROÇA, 1986)

Segundo FLORES e BERMELL (1984), todos os fatores que afetam as proteínas miofibrilares têm influência importante sobre a C.R.A. da carne. Dentre eles, destaca-se o pH, alterações *post-mortem* e o efeito de determinados sais.

A água é o maior constituinte da carne (carne magra: 70-75%) e a habilidade da mesma em reter esta umidade é muito importante para a manutenção das suas propriedades funcionais. Quando a umidade é perdida, o rendimento, maciez, textura, sabor e valores nutricionais são afetados negativamente. Assim, a capacidade de retenção de água (CRA) é considerada um indicador muito importante como forma de prever o rendimento, o resultado econômico e a qualidade final de um produto. Como as propriedades funcionais da carne dependem do seu pH final, quanto maior for o valor L* menor será a capacidade de retenção de água. Desta forma, com a análise de cor, os processadores podem, com a sua matéria-prima disponível, determinar qual a melhor aplicação da mesma, a fim de obter distintos produtos dentro de seus requerimentos de qualidade (OLIVO, 2004).

A capacidade de retenção de água pode ser determinada pela metodologia na qual utiliza a força de gravidade (perdas de exsudato), por aplicação de força (pressão em papel filtro ou centrifugação) e por tratamento térmico. A capacidade de retenção de água não é um parâmetro objetivo e sim uma tendência, pois não existe um valor real para esta propriedade (HONIKEL e HAMM, 1994).

A perda de exsudato é conjuntamente com a capacidade de retenção de água, as propriedades de maior relevância na qualidade da carne, pois, além de determinar maior maciez, suculência e sabor, também refletem diretamente sobre as propriedades que afetarão a carne durante o armazenamento ou durante a

fabricação de produtos industrializados. Na Figura 2.1 é apresentada a curva de perda de exsudato em relação ao valor de pH 24 horas *post mortem* de filés de peitos de frangos. Houve um aumento da perda de exsudato com a diminuição do pH, estes resultados conferem com as características de carnes PSE, cuja carne é exsudativa e possui pH menor em relação às carnes normais. Segundo JENSEN et al (1998), a perda de exsudato é um dos principais fatores na diminuição da qualidade de produtos cárneos nas indústrias, e ocorre pelo encolhimento post mortem das miofibrilas, devido à diminuição do pH. Após o corte das carcaças, o exsudato torna-se o principal contribuinte para a perda global de água da carne e, somando ao manejo durante os cortes musculares, esta perda é influenciada pelo método de pendura, tamanho das peças de carne, tempo após o abate e pH final da carne.

2.1.4. Força de cisalhamento

A textura é um dos critérios de qualidade mais importantes em qualquer tipo de carne, pois está associada a satisfação final do consumidor (CASTILLO, 2001). A textura dos alimentos é um parâmetro sensorial que possui os atributos primários: maciez, coesividade, viscosidade, elasticidade e os secundários como gomosidade, mastigabilidade, suculência, fraturabilidade e adesividade (SOUZA, 2005).

Os fatores que podem afetar a textura da carne possuem duas origens: fatores *ante-mortem*, como: idade, sexo, nutrição, exercício, estresse antes do abate, presença de tecido conjuntivo, espessura e comprimento do sarcômero e fatores *post-mortem*, como: estimulação elétrica, *rigor mortis*, velocidade de resfriamento da carcaça, maturação, métodos e temperatura de cozimento e pH final. (SOUZA, 2005).

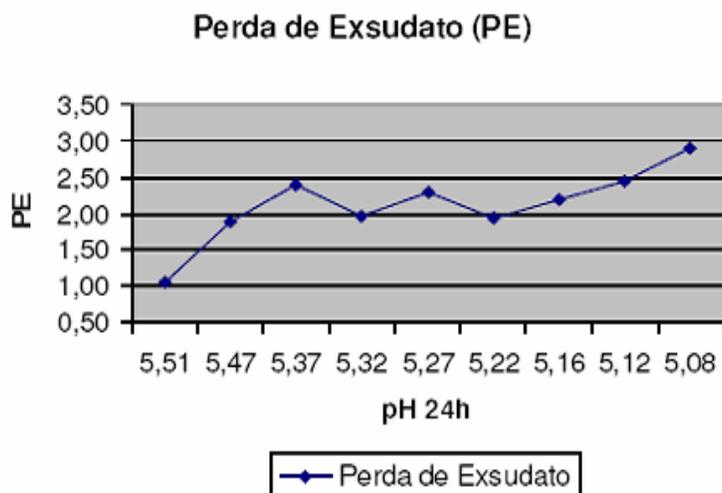


Figura 2.1. Interação entre a variação dos valores de pH 24 horas *post mortem* e os valores de perda de exsudato de filés de peito de frangos de corte. (Fonte: MOREIRA, 2005)

Segundo YANG e JIANG (2005), a maciez reflete a textura da carne, afetando sua firmeza e mastigabilidade. Pode-se determinar a maciez da carne pela força de cisalhamento.

A variação na maciez é, atualmente, o problema mais importante e comumente detectado em carne de peito de frango. Esse problema está frequentemente relacionado com as alterações bioquímicas que ocorrem com a rápida instalação do *rigor mortis* em aves submetidas a condições de estresse pré abate (PAPA e FLETCHER, 1988).

Uma carne mais dura pode passar ao consumidor a impressão de uma carne de um animal mais velho. Quando, no entanto, além desta possibilidade, a textura pode estar associada à de fatores de estresse pré-abate. (FLETCHER, 2002)

Qualquer fator que interfira na formação do *rigor mortis* ou no processo de resolução que o segue, afeta a maciez da carne. Aves que se debatem ou sofrem estresse térmico antes do abate apresentam um esgotamento de energia mais rápido em seus músculos, antecipando o início do *rigor mortis*. A textura destes músculos tende a ser mais dura que a de aves não estressadas. Além disso, o atordoamento não controlado, temperatura e tempo de escaldamento inadequados

e corte dos músculos na fase de pré-rigor podem causar rigidez na carne de frango (CASTILLO, 2001).

Para FLETCHER (2002), os principais responsáveis pela maciez da carne de aves são a maturidade do tecido conjuntivo e o estado de contração das proteínas miofibrilares. A maturidade do tecido conjuntivo está relacionada com as ligações químicas de colágeno, pois estas aumentam com a idade do animal, resultando em uma carne mais dura. Enquanto que o estado de contração das miofibrilas é função da velocidade e severidade do desenvolvimento do *rigor mortis*.

Após o abate das aves, uma série de alterações ocorre durante a conversão do músculo em carne. Logo após o abate, devido à existência de reservas de glicogênio muscular, o músculo mantém capacidade de contrair e relaxar. Durante este período, que é menor do que 30 minutos em frangos, o glicogênio é convertido em ácido lático o que reduz o pH original de aproximadamente 7,4 para 5,6 quando este se estabiliza (VIEIRA, 1999).

Vários fatores externos e internos influenciam a duração e a qualidade de transformação do músculo em carne. Animais que se debatem muito antes do abate gastam as suas reservas de glicogênio muito rapidamente. O mesmo pode ser esperado de animais sob estresse térmico. O músculo, quando desossado imediatamente após o abate, ainda possui capacidade de contração por possuir energia armazenada. Por isso, sob o ponto de vista da maciez ideal, a carne de aves deveria ser maturada por um período que vária de 6 a 24 horas. Entretanto, devido à necessidade de grandes áreas disponíveis para que a carne possa esperar o período ideal de maturação e os aumentos de custo relacionado com este processo, os abatedouros não utilizam esta prática. (MAGALHÃES, 2004).

O problema mais comum encontrado na carne de peito de frangos de corte atualmente é a maciez. Isto, geralmente, decorre de alterações na estrutura miofibrilar, determinadas pelo aparecimento rápido do *rigor mortis* em função do estresse pré-abate. (MENDES *et al*, 2003). A maciez da carne é o atributo de palatabilidade mais freqüentemente percebido como um problema pelos consumidores. Deste modo, a importância da maciez e os fatores que a influenciam são enfatizados (CASTILLO, 2001).

A localização e função dos músculos são importantes fatores, que influenciam a maciez da carne. No frango, os dois músculos responsáveis pelo movimento das asas são muito macios e têm baixo conteúdo de gordura. Isto ocorre porque os frangos são aves com baixa capacidade de vôo, o que leva a uma quantidade pequena de movimentos quando comparados com músculos localizados em outras áreas. (VIEIRA, 1999)

Devido a sua baixa utilização, estes também têm rotas de utilização energéticas majoritariamente dependentes do uso de carboidratos, sendo classificados como Tipo IIB (glicolíticos de rápida contração). Assim, o número de mitocôndrias e mioglobinas são muito baixa, o que explica a sua coloração clara. Entre os dois músculos responsáveis pelos movimentos das asas, o *Pectoralis minor* é muito mais macio do que o *Pectoralis major* devido ao fato de que, enquanto *P.major* é o responsável pelo movimento de vôo propriamente dito, *P.minor* apenas é utilizado para o movimento de retorno das asas, requerendo muito menos utilização de força (STURKIE, 1986).

A proporção de tecido conjuntivo é muito importante para determinar a maciez da carne e está relacionada com a função desempenhada e localização muscular. Entretanto, processos que ocorrem com o avançar da idade dos animais, com a formação de ligações cruzadas entre moléculas adjacentes de colágeno, a calcificação das extremidades ósseas, e aumento do diâmetro das fibras musculares, ajudam a explicar a redução da maciez da carne das aves com o tempo (LIGHT, 1987).

MAGALHÃES (2004) observou que houve diferença significativa entre as médias das forças de cisalhamento entre os sexos, apresentando resultados para os frangos machos de 1,462 Kgf/cm² e fêmeas com 1,789 Kgf/cm². Este resultado com valores médio inferiores para os machos, contraria as conclusões de MOREIRA *et al.* (2001), que cita que o sexo não interfere sobre a maciez da carne. Já MENDES *et al.* (2003) e OSMAN *et al.* (1990), citado por BRESSAN e BERAQUET (2002), confirmam em seus trabalhos, que o sexo assim como a nutrição, irá interferir na composição e qualidade da carne das aves.

2.1.5.Umidade

A água influencia na qualidade da carne, afetando principalmente a suculência, maciez, cor e sabor. Por ser um solvente universal, a água, participa das reações biológicas, do transporte de substâncias, manutenção da temperatura corporal e da pressão osmótica e sua presença influi nas reações que ocorrem na carne durante a refrigeração, estocagem e processamento, (GAVA, 1985; PARDI *et al.*, 2001).

A umidade é uma das medidas mais importantes e utilizadas na análise de alimentos. A umidade de um alimento está relacionada com sua estabilidade, qualidade e composição, sendo a quantidade de água importante no processamento de vários produtos (CECCHI, 1999).

A determinação da umidade em produtos cárneos fundamenta-se na perda de umidade e substâncias voláteis a 105°C. A umidade corresponde à perda sofrida pelo produto quando aquecido em condições nas quais a água é removida. Dependendo de tais condições, outras substâncias voláteis também podem ser removidas (BRASIL, 1981).

EDWARDS *et al.* (1973) demonstraram uma redução no teor de umidade, e um aumento no teor de proteína, cinzas e gordura com o aumento da idade nas aves.

TWINING *et al.* (1978) concordam que a idade exerce um efeito importante sobre a composição química dos tecidos. Verificaram em seu estudo, que aves abatidas aos 28 dias de idade apresentaram menores teores de proteína e gordura, porém mais umidade, do que as abatidas aos 59 dias.

COTTA e CAMPOS (1981) compararam quatro métodos de refrigeração (conservação em gelo, em CO₂, resfriamento e congelamento) e verificaram que eles não afetaram os teores médios de umidade da pele e da carne do peito, porém as coxas provenientes de carcaças congeladas foram mais secas do que aquelas submetidas ao método de resfriamento. Desta forma os tecidos musculares da coxa foram mais sensíveis às variações de umidade em função dos diferentes métodos empregados. DEMBY e CUNNINGHAM (1980) afirmam que o pré-resfriamento em água e gelo (*chiller*), pode aumentar a umidade da carcaça, e causar perdas por lixiviação de alguns nutrientes.

XIONG *et al.* (1993) estudaram as variações da composição química na carne de frango de oito linhagens comerciais diferentes. Foram analisados músculos de

peito, sem pele e gordura externa.e a carne do peito apresentou teor de umidade variando de 74,6 a 75,9%.

AGUIAR (2006) avaliou frangos provenientes de criação convencional, da linhagem Ross, abatidos com 42-45 dias, avaliados 24h após abate e encontraram teor de umidade de 75,0% no peito de frango.

Ao avaliar frangos congelados apresentando temperatura interna de -18°C, proveniente de linhagem definida como comercial, abatidas aos 45 dias de idade, sendo que depois de descongelados os frangos, foram retirados fragmentos de várias partes do frango sem pele, JULIÃO (2003), obteve teor de umidade de 70,26% da composição total do frango.

NOVELLO (2005), ao avaliar peitos de frangos congelados a -18°C, machos de 40 dias de idade, alimentados com ração do grupo controle, da linhagem híbrida comercial, obteve resultados de umidade de 73,49%.

2.1.6. Proteína

A carne se caracteriza pela natureza das proteínas que a compõem, não somente do ponto de vista quantitativo como qualitativo. Além de sua riqueza em aminoácidos essenciais, ela contém água, gordura, vitaminas, glicídios e sais minerais como elementos nutritivos complementares. O músculo magro das diferentes espécies tem uma composição relativamente constante no que diz respeito a sua composição em termos de proteína, gordura, sais minerais e conteúdo aquoso. Elas são essenciais para a formação de músculos, enzimas, células como anticorpos e leucócitos, hormônios, e ajudam no processo de cicatrização dos tecidos, estando envolvidas com todo o funcionamento do organismo (AZEVEDO, 2004).

Os tecidos musculares das diversas linhagens de frangos de corte crescem a taxas distintas. À medida que o crescimento aproxima-se da maturidade, aumenta a proporção de crescimento de peito em relação às demais partes. Nesta fase, aumentos nas concentrações de lisina favorecem o aumento da síntese protéica levando a um maior rendimento de peito, tendo em vista que este é um aminoácido de alta proporção na proteína animal (ARCAR *et al.*, 1991).

Suplementações com outros aminoácidos essenciais como a metionina também são importantes fatores na alteração da composição de carcaça, mas os seus níveis ótimos nas dietas podem variar dependendo da linhagem utilizada (MORAN, 1994).

Ao estudarem o efeito de seleção genética sobre a composição química e características da carne de linhagens experimentais e comerciais de frango (BERRI *et al.*, 2001), verificaram que a seleção em linhagens comerciais resultou em músculos de peito com conteúdo de proteína mais alto e umidade mais baixa.

XIONG *et al.* (1993) estudaram as variações da composição química na carne de frango de oito linhagens comerciais diferentes. Foram analisados músculos de peito, sem pele e gordura externa. A carne do peito de todas as aves apresentou teor protéico variando de 20,7 a 23,6%.

JULIÃO (2003) ao avaliar frangos congelados, apresentando temperatura interna de -18°C, de linhagem definida como comercial, foram abatidas aos 45 dias de idade, onde foram posteriormente descongeladas e retirados fragmentos de várias partes do frango sem pele, encontrou teor de umidade de proteína de 17,50%.

AGUIAR (2006) avaliou frangos provenientes de criação convencional, da linhagem Ross, abatidos com 42-45 dias, onde os peitos avaliados 24h após abate apresentaram teor de proteína de 23,80%.

NOVELLO (2005), ao avaliar peitos de frangos congelados a -18°C, machos de 40 dias de idade, alimentados com ração do grupo controle, da linhagem híbrida comercial, obteve resultados de proteína de 21,48%.

2.1.7.Lipídios

Assim como as proteínas, os lipídios também são variáveis na composição da carne, pois existe nela em percentuais bastante oscilantes. O teor de gordura pode variar de acordo com idade, com o sexo, com a raça, com a espécie e com alimentação do animal (PARDI *et al.*, 2001).

O maior teor de lipídeos da carne está presente no músculo, sendo bastante variável, de 1,5 a 13%, e consistindo de lipídeos de depósito e estruturais (COBOS *et al.*, 1994).

Os lipídios têm um papel determinante na aceitação da carne, já que a sua concentração e a composição influenciam fortemente as propriedades organolépticas (textura, sabor, aroma e cor). Os lipídeos de depósito são fonte de energia celular. São constituídos por ésteres de glicerol com ácidos graxos, predominando os triglicerídeos, podendo também conter pequenas quantidades de monoglicerídeos, diglicerídeos e ácidos graxos livres. Alguns lipídeos neutros estão acumulados em quantidades microscópicas no interior de células musculares, porém a maioria se localiza nos tecidos conjuntivos (COBOS *et al.* 1994). Os lipídios intramusculares, que variam de acordo com a espécie, raça, tipo de músculo, tecido, dieta e influências ambientais (ALLEN e FOEGEDING, 1981; GERMAN, 1990)

Carnes de peito de aves têm teor muito baixo de gordura devido à reduzida necessidade de estocar energia nestes músculos. Já os depósitos de gordura subcutâneo, na cavidade abdominal e nas sobrecoxas são bastante acentuados, caracterizando regiões onde a reserva de energia é importante seja para o isolamento térmico, seja para facilitar atividades físicas de longa duração. Os depósitos de gordura são ainda em maior proporção em fêmeas do que em machos e isto é causado principalmente pela existência de adipócitos de maior tamanho em fêmeas. Frangos fêmeas produzem carcaças com 2,5% a mais de gordura do que machos (LANGSLOW e LEWIS, 1974).

Alterações nas dietas também levam a alteração na composição da carne produzida e dentre estas a relação entre energia e proteína é o fator mais importante. Altas relações energia: proteína levam à excessiva deposição de gordura, enquanto que alta proteína tende a estimular a deposição de tecido magro (MCLEOD, 1983).

O frango de corte moderno é um animal selecionado para rápido crescimento e, portanto para consumir grandes quantidades de alimentos, como consequência deposita gordura muito rapidamente e em grandes quantidades (VIEIRA, 1999).

Para uma mesma espécie e a idade idêntica, as fêmeas são geralmente mais gordas que os machos, a diferença de engorda entre os dois sexos é de 21% no frango de 42 dias (LESSIRE, 2001).

XIONG *et al.* (1993) estudaram as variações da composição química na carne de frango de oito linhagens comerciais diferentes. Foram analisados músculos de

peito, sem pele e gordura externa. A carne do peito de todas as aves apresentou teor de gordura de 1,0 a 2,0%.

AGUIAR (2006) avaliou frangos provenientes de criação convencional, da linhagem Ross, abatidos com 42-45 dias, onde os peitos avaliados 24h após abate apresentaram teor de lipídeos de 1,3%.

Ao avaliar frangos congelados, apresentando temperatura interna de -18°C , proveniente de linhagem definida como comercial, foram abatidas aos 45 dias de idade, sendo que depois de descongelados os frangos, foram retirados fragmentos de várias partes do frango sem pele, JULIÃO (2003), obteve teor de lipídeos de 7,98%.

NOVELLO (2005), ao avaliar peitos de frangos congelados a -18°C , machos de 40 dias de idade, alimentados com ração do grupo controle, da linhagem híbrida comercial, obteve resultados de lipídeos de 1,23%.

2.1.8.Cinzas

O conteúdo de cinzas ou resíduo mineral fixo, obtido após incineração da carne a $500-600^{\circ}\text{C}$, está em torno de 0,8 a 1,8%. Entre as funções importantes que exercem os íons orgânicos e inorgânicos destacam-se: o cálcio e o magnésio desempenham papel importante na contração muscular; os compostos orgânicos do fósforo com diversos ésteres do ácido fosfórico intervêm nas modificações *post-mortem*, no processo de maturação da carne e hidratação da carne (ROÇA, 2006b).

MOREIRA *et al.* (1998) ao considerar as necessidades de suplementos vitamínico, e mineral deve levar em conta uma série de fatores que podem demandar mudanças nos níveis de requerimento tais como ingredientes utilizados na ração, nível de energia das dietas, práticas de manejo, o estado de desenvolvimento da ave, stress, enfermidades, e outros fatores que podem influenciar na ingestão de alimento e no rendimento. Atualmente, o desafio constante na indústria avícola é uma produção mais eficiente a fim de diminuir os custos de produção. Alguns estudos têm demonstrado que certos nutrientes, em determinadas condições, podem estar em excesso nos níveis suplementados. Portanto, a manipulação das dietas com a redução destes nutrientes em excesso tem sido o objetivo de várias pesquisas.

AGUIAR (2006) avaliou frangos provenientes de criação convencional, da linhagem Ross, abatidos com 42-45 dias, avaliados 24h após abate e apresentaram teor de cinzas de 1,1% no peito de frango.

JULIÃO (2003) ao avaliar frangos congelados, apresentando -18°C, de linhagem definida como comercial, abatidas aos 45 dias de idade, onde após descongeladas foram retirados fragmentos de várias partes do frango sem pele, obteve teor de cinzas de 0,76%.

NOVELLO (2005), ao avaliar peitos de frangos congelados a -18°C, machos de 40 dias de idade, alimentados com ração do grupo controle, da linhagem híbrida comercial, obteve resultados de cinzas de 1,34%.

2.2 Congelamento de Alimentos

O mercado de alimentos congelados apresenta um grande potencial de crescimento, pois seu consumo no Brasil é ainda baixo se comparado ao dos Estados Unidos e de países europeus (SARANTOPOULOS *et al.*, 2001).

No congelamento, 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, ou seja, igual ou inferior a -18°C, com a conseqüente cristalização de uma parte da água e alguns solutos. 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 (ROBERTSON, 1992).

Os processos de conservação através do congelamento podem alterar fisicamente as carnes promovendo alterações nos vários componentes. Entretanto, o congelamento prolonga seu tempo de conservação pela diminuição ou paralisação da deterioração causada por microrganismos, enzimas ou agentes químicos. Além disso, o congelamento é um dos melhores métodos para manter a cor, o aroma e a aparência dos alimentos (BEN, 1999).

De acordo com PAINE e PAINE (1983), o congelamento é um meio para prolongar a vida útil de carnes e derivados, pois à medida que a temperatura é reduzida as reações físicas, químicas e bioquímicas que acarretam alterações

sensoriais nestes produtos passam a ocorrer em baixa velocidade, apesar de não serem completamente paralisadas mesmo quando o alimento é armazenado a -30°C. Ao mesmo tempo, parte dos microrganismos deterioradores deixa de se multiplicar, sendo que a maioria das bactérias e fungos pára de se desenvolver a -8°C, e parte é destruída.

A formação de gelo durante o congelamento tem aspectos benéficos e prejudiciais. Os benefícios incluem o fortalecimento das estruturas e a remoção da água livre, com a redução da atividade de água de 0,99 para 0,60, em função unicamente da temperatura, independentemente da natureza e composição do alimento (VAN LAACK, 1994). 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 de gelo e a concentração dos reagentes (ROBERTSON, 1992).

De modo geral, os produtos cárneos congelados possuem, 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 (ARDITO, 1994). Além da desnaturação de proteínas, pode ocorrer nos produtos cárneos congelados, desidratação da superfície, oxidação de gordura e alterações na cor (SARANTOPOULOS et al., 2001).

Outro aspecto desfavorável para a qualidade da carne durante o processo de congelamento é a desidratação superficial ou queima pelo frio, que ocorre quando o produto perde umidade para o ambiente de estocagem através da embalagem. Bolsões de ar que se formam entre a embalagem e o produto também resultam em queima pelo frio, além de dificultar o próprio congelamento atuando como isolante. Contudo, os principais fatores responsáveis pela queima pelo frio são as flutuações de temperatura durante a estocagem e as diferentes etapas de distribuição que podem resultar na formação de cristais de gelo na superfície dos produtos embalados em materiais impermeáveis ao vapor d'água quando há um descongelamento parcial ou total do produto durante as flutuações de temperatura. A

queima pelo frio prejudica o aspecto da carne, ressecando sua superfície, comprometendo sua coloração, sabor e textura, além de acarretar perda de peso (KAREL, 1975).

A cor da carne congelada é influenciada pelo processamento, pelo material de embalagem, pela velocidade de congelamento e pelas condições de armazenamento como a temperatura, tempo e intensidade de luz. Flutuações de temperatura também podem comprometer a cor da superfície de aves rapidamente congeladas (SARANTOPOULOS *et al.*, 2001).

No processo de congelamento, a temperatura de congelamento influencia diretamente no tempo e na velocidade de congelamento, que por sua vez acarretam alterações na qualidade do produto.

2.2.1. Curva e Tempo de Congelamento

Segundo KAREL (1975), as curvas típicas do processo de congelamento se encontram na Figura 2.2. A curva com um longo patamar representa o comportamento de um congelamento rápido, com altas taxas de congelamento, enquanto as outras curvas descrevem o comportamento de um congelamento lento a baixas 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. Uma análise semelhante do comportamento das curvas de congelamento pode ser encontrada também em ROÇA (2006a) e CHEFTEL *et al* (1992).

Um processo de congelamento rápido resulta em melhor qualidade do produto final. O congelamento é considerado rápido quando a etapa de transição líquido – sólido leva até 25 minutos. Quanto menor for o tempo de duração desta etapa, menores são os cristais formados dentro do alimento que está sendo congelado (GOULD, 1996)

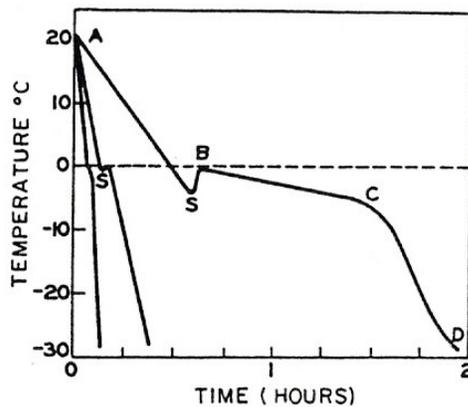


Figura 2.2: Curvas típicas de congelamento de alimentos a diferentes taxas de congelamento (Fonte: KAREL, 1975).

Segundo ROÇA (2006a), o congelamento de convecção de ar forçada é o mais empregado na indústria de carnes, onde são utilizados túneis ou salas equipadas com equipamentos. PRANDL et al (1994) afirmam que a velocidade do processo de congelamento pode ser caracterizada pelo perfil de temperatura, que é determinada por uma série de fatores do produto que está sendo congelado e do meio no qual este se encontra inserido.

SINGH e HELDMAN (1993) afirmam que o tempo de congelamento é o fator mais crítico associado com a seleção do sistema de congelamento para garantir alta qualidade do produto final.

SALVADORI *et al.* (1996) determinaram experimentalmente o tempo de congelamento para polpa de morango em embalagens com diversas formas e tamanhos em um túnel de congelamento a -35°C . Os autores compararam o tempo de congelamento experimental e predito por duas equações disponíveis na literatura e concluíram que ambas as equações utilizadas forneceram resultados precisos de tempo de congelamento para serem usados no projeto de equipamentos nas condições de operação estudadas.

2.2.2. Velocidade de Congelamento

PRANDL et al (1994) definem a velocidade de congelamento como o avanço da frente de congelamento, ou seja, o limite entre a carne congelada e a carne sem congelar.

A velocidade do processo de congelamento é um fator importante para a qualidade final do produto. No congelamento lento há remoção de água das células e grandes cristais de gelo são formados, podendo ocorrer danos físicos aos tecidos e paredes celulares. Desse modo, durante o processo de congelamento, a estrutura dos tecidos pode ser rompida, provocando exsudação e perda de líquidos ocasionando reações indesejáveis que resultam no desenvolvimento de aroma e sabores indesejáveis, redução do valor nutricional e, principalmente, alterações na textura e aparência dos alimentos após o descongelamento. No congelamento rápido os cristais de gelo formados são menores e a qualidade final do produto tende a ser superior (HALÁSZ *et al.*, 1980).

No congelamento rápido, cristais muito pequenos são formados dentro e fora da estrutura celular e poucas mudanças são observadas. A desnaturação é limitada e ao retomar a temperatura ambiente, o tecido muscular se encontra em um estado próximo ao seu estado original. Flutuações da temperatura de estocagem favorecem o crescimento dos cristais de gelo e aceleração de reações que reduzem a qualidade do produto, além de provocar maior liberação de líquidos (NEVES FILHO, 1991).

A velocidade de congelamento pode ser medida em cm / h e depende dos seguintes fatores: espessura e composição química do produto, meio de contato com o meio refrigerante e diferença de temperatura entre o produto e o meio refrigerante. O congelamento a -5°C, permite que 70 a 75% da água congele. A água restante será congelada a temperaturas mais baixas que -5°C. Assim, mesmo a -40°C ainda restam 9% da água em estado líquido. O produto a -5°C pode ser considerado congelado, mas é ainda necessário reduzir a sua temperatura até um valor próximo da temperatura da câmara de estocagem, que trabalha com temperaturas entre -18°C e -30°C (CONTRERAS-GUZMAN, 1982).

A velocidade de congelamento varia com o método adotado, com o coeficiente de transferência térmica superficial e com a embalagem. Assim, em congelador de túnel, a velocidade de congelamento se encontra entre 3 e 15 mm / h; em

congelador de placas, de 12 a 25 mm / h; em um sistema contínuo com convecção forçada, de 15 a 30 mm / h e em sistema de congelamento por gases liquefeitos, entre 30 e 100 mm / h (INSTITUTO INTERNACIONAL DEL FRIO, 1990).

Em decorrência da não existência de estudos na Sadia S. A. Unidade de Dois Vizinhos – PR, em relação ao tempo de congelamento nas temperaturas de -25°C , -35°C e -45°C , envolvendo peito de frangos machos e fêmeas com idade de 30, 40 e 50 dias e com base na revisão bibliográfica realizada, elaborou-se esse trabalho de pesquisa cuja finalidade principal foi avaliar a influencia das diferentes condições de congelamento na qualidade da carne de peito de frango. Esse estudo proporcionará a obtenção de dados que servirão como orientação (parâmetros) em relação ao funcionamento dos diferentes túneis de congelamento em relação ao congelamento de peitos de frangos oriundos de sexo e idades diferentes.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização da Matéria Prima

O estudo envolveu a idade e o sexo dos frangos, não sendo levado em consideração às linhagens e foram distribuídos da seguinte maneira:

- a) idade de 30 dias composta por 18 frangos sendo 9 machos e 9 fêmeas;
- b) idade de 40 dias composta por 36 frangos sendo 18 machos e 18 fêmeas;
- c) idade de 50 dias composta por 18 frangos sendo 9 machos e 9 fêmeas.

O total geral de frangos foi 36 machos e 36 fêmeas.

Frangos das linhagens Ross (70%) e Cobb (30%), foram criados conforme padrão de manejo da Sadia S.A, sendo estes criados em três aviários diferentes do mesmo avicultor, a uma distância de aproximadamente 150 a 200 metros entre eles e a uma distância de aproximadamente 10 Km do abatedouro.

As rações de origem vegetal foram consumidas durante o período inicial, crescimento e final, distribuídas da seguinte maneira: L 40 (ração inicial, dada durante os primeiros treze dias, com suplementação de 0,47% de metionina), L 42 (ração de crescimento, com suplementação de 0,38% de metionina) e L 48 (ração final, dada durante os últimos cinco dias, com suplementação de 0,32% de metionina), utilizando o mesmo padrão da unidade produtora, alterando somente o período de consumo da L 42, que variou de 20 a 40 dias, conforme a idade das aves. As médias ponderadas da suplementação de metionina foram 0,41% para os frangos de 30 dias e 0,40% para os frangos de 40 e 50 dias.

Os frangos permaneceram durante todo o período de crescimento no mesmo aviário, com condições idênticas e à medida que ocorria o período determinado para o abate os mesmos eram destinados para o abatedouro. A temperatura dos aviários oscilou entre 23° à 26°C.

A coleta e o transporte dos frangos foram realizados sempre pela mesma pessoa e no período da manhã. O tempo de coleta e chegada ao abatedouro ficou entre 08h30min às 10h30min. Os frangos foram transportados para o abatedouro em caminhonete, sendo acondicionados em gaiolas, de forma que não ocorresse superlotação para o trajeto, na quantidade de 10 frangos por gaiola para os frangos de 30 e 40 dias e 08 frangos por gaiola para os frangos de 50 dias. O tempo de

jejum pré-abate foi de aproximadamente 6 horas (início no aviário e o final na hora do abate).

No abatedouro os frangos foram pesados e identificados individualmente com um laque numerado na perna direita e seguiram as etapas do processamento normal (pendura, escaldagem, evisceração, resfriamento, espostejamento e congelamento). Após 15 minutos do abate efetuou-se a medida de temperatura e pH, antes de iniciar o processo de resfriamento (entrada no *chiller*). Para a realização de todas as análises utilizaram-se os peitos dos frangos retirados após o espostejamento, sendo estes identificados com seus respectivos lacres.

3.2 Determinação da Curva e do Tempo de Congelamento

A curva e o tempo de congelamento foram determinados de forma experimental para peitos de frango de diferentes idades e sexo. Os peitos foram embalados seguindo o padrão da empresa, em bandejas colocadas em posição central dentro de uma caixa plástica vazada, sendo distribuído seis bandejas por nível dentro da caixa e com quatro níveis de altura.

As curvas de congelamento foram obtidas em três túneis de congelamento industrial, disponíveis na unidade da Sadia S.A. – unidade de Dois Vizinhos – PR, cada um operando em uma temperatura distinta e velocidade de 4,0 m/s: a) túnel a -25°C (marca GiroFreezer, modelo TCE); b) túnel a -35°C (marca Madef2, modelo TCA-12x22x24) e c) túnel a -45°C (marca Recrusul, modelo VRT 6300). As caixas plásticas foram colocadas na entrada do túnel de congelamento. O tempo de residência nos túneis de congelamento foi de 4 a 5 horas. As Figuras 3.1 a 3.3 mostram os túneis de congelamento utilizados neste trabalho.

O monitoramento da temperatura do peito durante o congelamento foi realizado através de um registrador digital de temperatura (modelo MK3 – General Use, marca TempRecord) posicionado entre a bandeja e o peito, programado para medir a temperatura do produto a cada cinco minutos.

A curva de congelamento foi obtida com os dados registrados de temperatura. O tempo de congelamento foi o tempo necessário para que o peito do frango atingisse a temperatura de -18°C.



Figura 3.1. Túnel de Congelamento a -25°C .

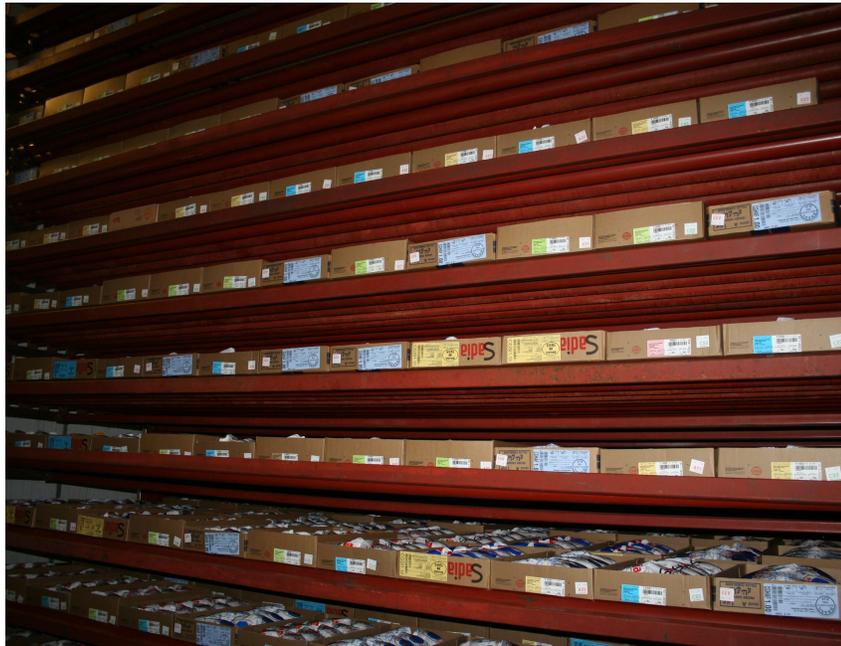


Figura 3.2. Túnel de Congelamento a -35°C .



Figura 3.3. Túnel de Congelamento a -45°C .

3.3 Avaliação dos peitos de Frango “in natura”

Para avaliar a influência das variáveis nas respostas de interesse foi realizado um planejamento fatorial 2^3 com seis pontos centrais, o qual está exposto na Tabela 3.1 para o peito de frango “in natura,” após 75 minutos do abate.

Cada um dos experimentos da Tabela 3.1 foi realizado em triplicata. Caracterizou-se a matéria-prima “in natura” após 15 minutos do abate determinando a temperatura e o pH antes do processo de resfriamento.

Os resultados foram avaliados utilizando o software Statistica Version 5.0 (StatSoft Company[®]) em um nível de confiança de 95%.

Após o resfriamento ocorrido no *chiller*, procedeu-se novamente a medida da temperatura e pH do peito (75 minutos após o abate), sendo posteriormente levado a sala de espostejamento para retirada dos ossos e refile do peito. Desossado o peito foi realizado as análises de luminosidade, perda de água por exsudação, textura, umidade, proteína, gordura e cinzas.

Tabela 3.1 Matriz do planejamento de experimentos realizado para o peito de frango “in natura,” após 75 minutos do abate.

Experimento nº	Idade [dias]	Sexo
1	-1 (30)	-1 (M)
2	+1 (50)	-1 (M)
3	-1 (30)	+1 (F)
4	+1 (50)	+1 (F)
5	0 (40)	+1 (F)
6	0 (40)	+1 (F)
7	0 (40)	+1 (F)
8	0 (40)	-1 (M)
9	0 (40)	-1 (M)
10	0 (40)	-1 (M)

3.3.1. Temperatura

A temperatura dos frangos foi medida com auxílio de um termômetro digital tipo espeto, marca Testo, modelo Minitermômetro 412, o qual é realizada calibração a cada 60 dias. A avaliação ocorreu diretamente no músculo *Pectoralis major*, o ponto de incisão do espeto foi na parte cranial-ventral do peito. As análises foram realizadas 15 e 75 minutos após o abate.

3.3.2. pH

O pH foi analisado com auxílio de pHmêtro Mettler 340™, previamente calibrado com solução tampão pH 4,0 e pH 7.0. A avaliação ocorreu diretamente no músculo *Pectoralis major*, o ponto de incisão do eletrodo foi na parte cranial-ventral do peito. As análises foram realizadas 15 e 75 minutos após o abate. A temperatura após 15 minutos foi de 30°C ($\pm 1,5$) e após 75 minutos a temperatura foi de 4°C ($\pm 0,9$).

3.3.3. Luminosidade (L*)

A determinação da luminosidade (L^*) ocorreu com leitura direta sobre a parte interna do peito (os músculos que estavam em contato com o osso), através do fotômetro FOP - Fibre Optic Probe™.

3.3.4. Perda por Exsudação

Para avaliar a perda de água por gotejamento, pesou-se aproximadamente 50g de amostra do peito em balança analítica marca Sartorius, modelo CP245. Após ser pesada a amostra foi suspensa em uma rede de nylon dentro de um saco de polietileno. Os sacos foram fechados sob pressão atmosférica e amarrados com um fio de nylon. As amostras permaneceram penduradas em grade de inox durante 48 horas a 4°C (± 1) em câmara de resfriamento. Após este período a amostra foi retirada da embalagem plástica e da rede, procedendo-se novamente a pesagem. Os resultados foram expressos em percentagem (BOCCARD et al., 1981, adaptada por OURIQUE, 1989).

3.3.5. Textura (força de cisalhamento)

A textura no peito foi determinada na forma cozida (após resfriamento e também após congelamento e descongelamento). Foram efetuadas cinco determinações por peito, onde as amostras de peito tinham a dimensão de 1 cm². Foi avaliada a resistência ao corte, Força (kgf/cm²) em texturômetro TAX-T2 marca SMS, operando com software Texture Expert. com um corpo de prova (probe) tipo Warner Bratzler. Os resultados foram expressos em força máxima de cisalhamento em kgf/cm² (WHEELER et al., 1997).

3.3.6. Umidade

A determinação de umidade foi determinada independentemente da perda por exsudação e foi realizada em estufa a 105°C, com circulação de ar, marca Fanem modelo 320 SE. As análises foram realizadas conforme metodologia descrita pelo IAL (1985).

3.3.7 Proteína

A determinação de proteína foi realizada conforme metodologia descrita pelo IAL (1985). Pelo método de Kjeldahl, utilizando digestor Buchi B 435, uma unidade de destilação Buchi B 324 e um titulador Kem AT 500N. O fator de conversão de nitrogênio total em proteína (6,25).

3.3.8. Lípidos

A determinação de gordura foi realizada conforme metodologia descrita pelo IAL (1985). Utilizando o extrator marca Marconi modelo MA-044/491, e estufa para secagem marca Quimis modelo Q-317B.

3.3.9. Cinzas

A determinação de cinzas foi realizada conforme metodologia descrita pelo IAL (1985). Utilizando mufla a 550°C, marca Quimis, modelo Q318.D24.

3.4 Planejamento fatorial das temperaturas de congelamento dos peitos de frangos

Para avaliar a influência das variáveis nas respostas de interesse foi realizado um planejamento fatorial 2^3 com seis pontos centrais, o qual está exposto na Tabela 3.2. Cada um dos experimentos da Tabela 3.2 foi realizado em triplicata.

Os resultados foram avaliados utilizando o software Statistica Version 5.0 (StatSoft Company[®]) em um nível de confiança de 95%.

Tabela 3.2. Matriz do planejamento de experimentos realizada para o peito de frango congelado.

Experimento nº	Idade [dias]	Temperatura de Congelamento [°C]	Sexo
1	-1 (30)	-1 (-45)	-1 (M)
2	+1 (50)	-1 (-45)	-1 (M)
3	-1 (30)	+1 (-25)	-1 (M)
4	+1 (50)	+1 (-25)	-1 (M)
5	-1 (30)	-1 (-45)	+1 (F)
6	+1 (50)	-1 (-45)	+1 (F)
7	-1 (30)	+1 (-25)	+1 (F)
8	+1 (50)	+1 (-25)	+1 (F)
9	0 (40)	0 (-35)	0 (F)
10	0 (40)	0 (-35)	0 (F)
11	0 (40)	0 (-35)	0 (F)
12	0 (40)	0 (-35)	0 (M)
13	0 (40)	0 (-35)	0 (M)
14	0 (40)	0 (-35)	0 (M)

3.5 Caracterização dos peitos de frangos congelados

As análises para caracterizar os peitos de frangos congelados foram realizadas após o processo de congelamento e descongelamento, conforme já descritas nos itens: 3.3.1 Temperatura, 3.3.2 pH, 3.3.3 Cor, 3.3.4 Exsudado, 3.3.5 Textura, 3.3.6 Umidade, e 3.3.9 Cinzas.

Após saírem do túnel de congelamento os peitos de frangos que se encontravam em caixas vazadas, eram direcionados para o descongelamento. Para isso foram colocadas as caixas vazadas em câmara de resfriamento a temperatura de 5°C, onde permaneceram até atingirem temperatura interna de 4°C (± 1). Atingida a temperatura eram levados ao laboratório para realização das análises.

3.6 Influencia do processo de congelamento na qualidade da carne de peito de frango

Para avaliar a influencia das diferentes temperaturas de congelamento na qualidade da carne de peito de frango, realizou-se análise de variância seguida de teste de Tukey ($p < 0,05$). Os resultados foram avaliados utilizando o software Statistica Version 5.0 (StatSoft Company[®])

Foram avaliados os resultados de pH, textura, umidade, cinzas e exsudado, levando em consideração as idades dos frangos e a condição de congelamento.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente serão apresentados os resultados obtidos das análises realizadas com os peitos de frangos antes de serem congelados (após 15 e 75 minutos do abate). Em seguida, são discutidos os resultados das análises realizadas com os peitos de frango “in natura” e congelados em diferentes temperaturas. Finalmente, a influência do processo de congelamento na qualidade do peito de frango.

4.1 Caracterização da matéria prima (15 minutos após o abate)

Os pesos médios dos frangos vivos e da carne de peito, obtidos e utilizados nos experimentos estão demonstrados na Tabela 4.1.

Tabela 4.1. Peso médio por idade dos frangos vivos e da carne de peito utilizados nos experimentos.

SEXO	Idade [dias]					
	30		40		50	
	Massa do Frango Vivo [Kg]	Massa do Peito [Kg]	Massa do Frango Vivo [Kg]	Massa do Peito [Kg]	Massa do Frango Vivo [Kg]	Massa do Peito [Kg]
FÊMEA	1,312	0,200	1,974	0,365	2,741	0,520
D. PADRÃO	± 0,115	± 9,69	± 0,091	± 9,90	± 0,338	± 7,56
MACHO	1,534	0,256	2,386	0,443	3,276	0,637
D. PADRÃO	± 0,159	± 3,35	± 0,150	± 6,49	± 0,248	± 9,90

Os machos tiveram o mesmo desenvolvimento do que as fêmeas, avaliando o desvio padrão apresentado pelas amostras (Tabela 4.1). Estes resultados são diferentes dos encontrados por MOREIRA *et al.* (2003) e MENDES *et al.* (2004) que encontraram resultados superiores no desenvolvimento de machos em relação às fêmeas, em seus trabalhos. O peso do peito em relação ao peso do frango vivo representa em média para a idade de 30 dias 15,24% do peso nas fêmeas e 16,69% nos machos. Com idade de 40 dias apresenta 18,49% nas fêmeas e 18,57% nos machos e na idade de 50 dias o resultado apresentado é de 18,97%

para as fêmeas e 19,44% para os machos, mostrando que embora o peso seja maior nos frangos machos da mesma idade o percentual de peito é semelhante independente do sexo.

Na Tabela 4.2 são apresentados os valores de pH determinados nos peitos de frango após 15 minutos do abate, a temperatura de 30°C ($\pm 1,5$).

Tabela 4.2. Valores de pH nos peitos dos frangos determinados após 15 minutos do abate a temperatura de 30°C ($\pm 1,5$).

Experimento nº	Idade [dias]	Sexo	pH	Desvio Padrão
1	30	Macho	6,31	$\pm 0,20$
2	50	Macho	6,22	$\pm 0,26$
3	30	Fêmea	6,26	$\pm 0,07$
4	50	Fêmea	6,13	$\pm 0,11$
5	40	Fêmea	6,37	$\pm 0,13$
6	40	Fêmea	6,04	$\pm 0,30$
7	40	Fêmea	6,22	$\pm 0,04$
8	40	Macho	6,12	$\pm 0,19$
9	40	Macho	6,13	$\pm 0,15$
10	40	Macho	6,24	$\pm 0,07$

Os valores de pH encontrados nos peitos de frangos independentemente do sexo após 15 minutos do abate variaram de 6,04 a 6,37. Nos frangos machos o pH variou de 6,12 a 6,31 e as nas fêmeas 6,04 e 6,37. Esses resultados demonstram que o pH variou mais nas fêmeas do que nos machos (Tabela 4.2).

O menor valor de pH encontrado nos dez experimentos realizados foi 6,04 estando este valor, abaixo do limite mínimo encontrado por GAYA e FERRAZ (2006) que avaliaram o pH em aves 15 minutos após o abate e encontraram valores entre 6,2 a 6,6.

Os valores de pH nos frangos machos de 30, 40 e 50 dias apresentaram valores que variaram de 6,12 a 6,31(Tabela 4.2) Estes valores são menores do que os encontrados por (BROSSI *et al.*2005) em frangos machos de 46 dias de idade da

linhagem parental BC, não submetidos ao estresse que apresentaram valor de pH de 6,44 15 minutos após o abate.

O pH indicativo de carne PSE em frangos seria 5,7 no tempo de 15 minutos *post mortem* (OLIVO e SHIMOKOMAKI, 2002). Os valores de pH encontrados nos peitos de frangos independentemente do sexo após 15 minutos do abate nos dez experimentos realizados variaram de 6,04 a 6,37. Sendo esses valores indicativos de carne normal, pois não foram inferiores a 5,7 o qual caracteriza carne PSE.

Fêmeas não estressadas do cruzamento das linhagens puras de Peterson (machos) e Hubbard (fêmeas) apresentaram pH após 15 minutos do abate 6,25 e as estressadas de 6,04 (OLIVO e SHIMOKOMAKI, 2002). O menor valor de pH encontrado nas fêmeas 15 minutos após o abate no experimento proposto foi igual ao encontrado para fêmeas estressadas por OLIVO e SHIMOKOMAKI (2002), enquanto que o maior valor foi superior ao encontrado para fêmeas não estressadas (Tabela 4.2)

Em decorrência que pesquisas recentes que relacionam carne PSE com pH inicial entre 6,04 e 6,21 enquanto que a carne normal apresentaria pH inicial entre 6,25 a 6,30 (MOREIRA, 2005; LARA *et al.*, 2006). Os experimentos 4, 6, 8 e 9 apresentariam pH inicial de carne com característica PSE, onde a incidência seria independentemente do sexo (Tabela 4.2)

4.2 Peitos de Frango “in natura” após 75 minutos do abate.

Os dados que serão discutidos a seguir são as avaliações de pH, luminosidade, perda por exsudado, força de cisalhamento, teor de umidade, teor de proteína, teor de gordura e teor de cinzas, nos frangos depois de saírem do *chiller* (75 minutos após o abate). Os resultados serão apresentados conforme estudo do planejamento montado para os dez experimentos que foi apresentado na Tabela 3.1.

4.2.1. pH

Na Tabela 4.3 encontram-se os valores de pH determinados após a saída do *chiller*, nos peitos de frangos.

Tabela 4.3. Valores de pH nos peitos de frangos depois da saída do *chiller* (75 minutos após o abate).

Experimento nº	Idade [dias]	Sexo	pH	Desvio Padrão
1	30	Macho	6,22	± 0,05
2	50	Macho	6,01	± 0,01
3	30	Fêmea	6,10	± 0,18
4	50	Fêmea	5,86	± 0,02
5	40	Fêmea	5,88	± 0,08
6	40	Fêmea	5,86	± 0,12
7	40	Fêmea	5,85	± 0,05
8	40	Macho	5,82	± 0,11
9	40	Macho	5,82	± 0,08
10	40	Macho	5,88	± 0,07

Os valores de pH após 75 minutos do abate variaram de 5,82 a 6,22 independentemente do sexo e idade. Os peitos de frangos machos apresentaram valores de pH entre 5,82 a 6,22 enquanto que das fêmeas de 5,85 a 6,10 independentemente da idade, demonstrando que a variação nos valores de pH nas fêmeas (0,25) foi menor em relação à variação encontrada nos frangos machos (0,40) (Tabela 4.3).

O frango macho de 50 dias apresentou pH maior do que o encontrado por BRESSAN e BERAQUET (2002), enquanto que fêmea apresentou pH dentro da faixa. Os frangos de 40 dias (machos e fêmeas) também apresentaram valores de pH dentro da faixa de 5,74 a 5,90 e os frangos mais novos (30 dias) os valores foram superiores a faixa (Tabela 4.3), estes autores apresentam alguns valores de pH determinados após 60 minutos de resfriamento de frangos da linhagem Hubbard/Petterson (ambos os sexos, com idade de 50-53 dias), os mesmos caracterizaram-se por variar entre 5,74 a 5,90.

O maior valor de pH encontrado nos frangos pertencentes aos dez experimentos, independentemente das idades foi pH 6,22, sendo esse menor do que o encontrado por BROSSI *et al.* (2005) em frangos mistos de 46 dias de idade não submetidos às condições de estresse antes do abate que apresentaram no peito valores de pH 6,38 após 1 hora do abate.

Frangos da linhagem Ross, machos com 44 dias de idade, apresentaram valor médio de pH 6,14, valor mínimo 5,71 e máximo 6,66 (GAYA et al, 2005). Os frangos

machos com 30, 40 e 50 dias de idade apresentaram valores de pH, dentro da faixa obtida por GAYA et al (2005).

Após 75 minutos do abate as fêmeas de 30 dias de idade apresentaram valor maior de pH, as de 40 dias de idade menor valor, e as fêmeas de 50 dias de idade apresentaram o mesmo valor de pH (Tabela 4.3) que o experimento apresentado por (DALANEZI *et al.*, 2004), onde as fêmeas com 28, 42 e 49 dias de idade, após vinte quatro horas do abate apresentaram valores de pH 5,98, 5,96 e 5,86 respectivamente.

Após análise estatística de planejamento experimental realizado foi obtido o gráfico de Pareto apresentado na figura 4.1. Esta figura mostra os efeitos das variáveis independentes estudadas (idade e sexo) na resposta pH no peito de frango após 75 minutos do abate.

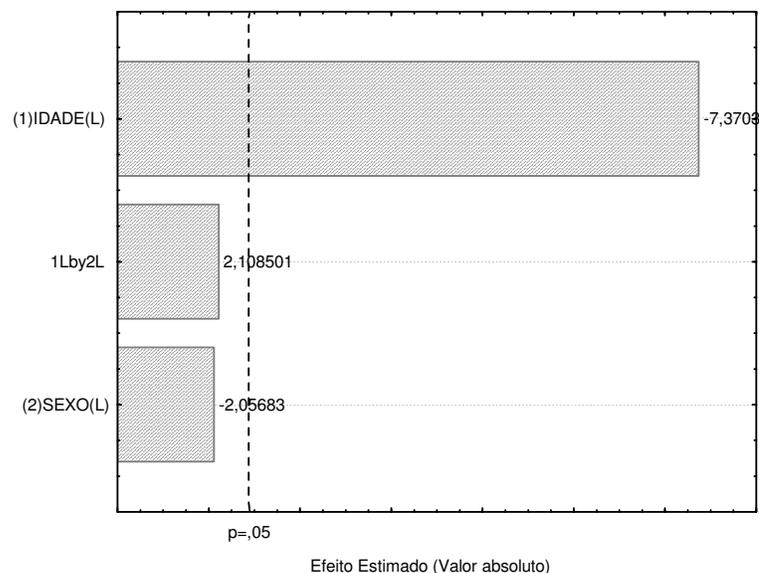


Figura 4.1. Gráfico de Pareto para as análises de pH no peito de frango, após 75 minutos do abate.

Observa-se na Figura 4.1 que o fator idade apresentou efeito negativo sobre os valores de pH e foi significativo. O efeito negativo da idade pode ser observado entre os frangos de 30 dias, quando comparados com de 40 dias e com os de 50 dias. Onde os valores de pH foram maiores em 30 dias do que em 40 dias e de 50 dias.

dias para ambos os sexos (Tabela 4.3), mas esse efeito não se constatou entre os frangos de 40 dias e de 50 dias, pois os frangos de 50 dias apresentaram valores superior aos de 40 dias.

Nos dez experimentos realizados somente a idade apresentou influência significativa nos valores de pH (Figura 4.1, Tabela 4.3). Resultado esse que concorda com os resultados obtidos MOREIRA *et al.* (2002) que não observaram influencia do sexo nos valores de pH e parcialmente com os de DALANEZI *et al.* (2004) que observaram que o sexo e a idade influenciaram significativamente nos valores de pH em peitos de frangos

Em outro trabalho MOREIRA *et al.* (2003) observaram que os valores de pH em peitos de frangos, mostraram-se semelhantes e parecem não ter sofrido influencia da linhagem, sexo e idade das aves. Com essa colocação observa-se que não existe uma regra a ser seguida, pois ocorreram variações nos efeitos estudados sendo que os mesmos às vezes foram significativos e outras vezes não.

4.2.2. Luminosidade (L*)

Na Tabela 4.4 encontram-se os valores de luminosidade (L*), determinados nos peitos de frango após a saída do *chiller* (75 minutos após o abate).

Os valores de luminosidade (L*) após a saída do *chiller* variaram de 60,47 a 65,90 independentemente do sexo. Os peitos de frangos machos apresentaram valores de luminosidade (L*) entre 63,03 a 65,90 enquanto que nas fêmeas entre 60,47 a 63,03, demonstrando que nas fêmeas os valores de luminosidade (L*) foram menores em relação aos encontrados nos machos. Quando levado em consideração somente à idade, os frangos apresentaram resultado médio de luminosidade (L*) 63,18 para 30 dias, (L*) 63,69 para 40 dias e (L*) 63,15 para os 50 dias. Demonstrando que a idade não influenciou na luminosidade (Tabela 4.4, Figura 4.2).

Torna-se importante ressaltar o pré-teste realizado no anexo 1 com os equipamentos Opto-Star (utilizado no trabalho) e com o colorímetro Minolta, em relação às medidas de luminosidade (L*) efetuadas nos mesmos pedaços de peitos.

Observou-se que não ocorreu diferença significativa ($p < 0,05$) entre os valores de L* obtidos nos dois equipamentos conforme demonstrado no Anexo 2.

Tabela 4.4. Luminosidade (L*) dos peitos de frango 75 minutos após o abate.

Experimento nº	Idade [dias]	Sexo	Cor	Desvio Padrão
1	30	Macho	65,90	± 4,03
2	50	Macho	65,60	± 1,57
3	30	Fêmea	60,47	± 1,56
4	50	Fêmea	60,70	± 1,57
5	40	Fêmea	62,63	± 2,16
6	40	Fêmea	63,03	± 2,17
7	40	Fêmea	62,80	± 2,15
8	40	Macho	63,03	± 2,17
9	40	Macho	64,37	± 0,85
10	40	Macho	64,53	± 2,43

No presente trabalho os frangos machos e as fêmeas da raça Ross/Cobb com 40 dias de idade, apresentaram valores maiores de luminosidade (L*), determinados pelo aparelho Opto-Star, após 75 minutos do abate, quando comparados com os obtidos por SANTOS, *et al.*, (2005) ao avaliarem frangos machos e fêmeas com 42 dias de idade, pertencentes à linhagem Cobb, apresentaram valores de luminosidade (L*) de 47,30 para o macho e 47,58 para fêmea, determinados 24 horas após o abate, utilizando o colorímetro Minolta, também observaram que os valores obtidos de luminosidade (L*), não apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) em relação ao sexo.

Na Figura 4.2 encontra-se o gráfico de Pareto referente às determinações de luminosidade (L*) realizadas nos frangos após a saída do *chiller* (75 minutos após o abate).

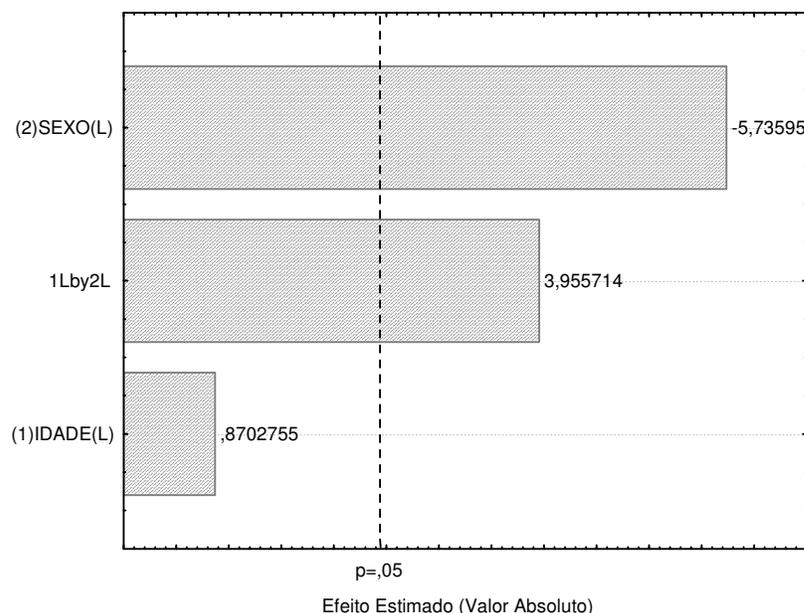


Figura 4.2. Gráfico de Pareto para as análises de luminosidade (L^*) no peito de frangos machos e fêmeas, após a saída do *chiller* (75 minutos após o abate).

O sexo apresentou efeito negativo sobre os valores de luminosidade (L^*), demonstrando que o macho apresentou maiores valores (Figura 4.2). Esses resultados diferentes, poderiam estar associados à alimentação, o tempo decorrido após o abate quando da determinação da luminosidade (L^*) e principalmente do tipo de equipamento utilizado na determinação.

Conforme mencionado anteriormente o fator sexo apresentou efeito negativo sobre os valores de luminosidade (L^*) (Figura 4.2). Na Tabela 4.4 o efeito negativo do sexo pode ser observado, uma vez que os frangos machos apresentaram valores de luminosidade (L^*) maiores do que os apresentados pelas fêmeas, independentemente das idades.

TAKAHASHI *et al.* (2005) avaliaram a luminosidade (L^*), em carne de peito de frangos machos e fêmeas da linhagem Cobb, após 24 horas do abate e nas idades de 42 e 49 dias. Utilizaram o equipamento Minolta e citam valores de L^* de 41,23 e de 43,93 respectivamente, não encontrando diferença significativa ($p < 0,05$) em relação à idade e o sexo. Nas dez determinações de luminosidade (L^*) realizadas

com o equipamento Opto-Star, observou-se que a idade não apresentou efeito sobre a luminosidade (L^*), enquanto que o sexo apresentou efeito negativo.

4.2.3. Perda de água por exsudação

Na Tabela 4.5 encontram-se os valores de perda de água por exsudação nos peitos de frango após a saída do *chiller* de resfriamento (75 minutos após o abate).

Tabela 4.5. Exsudação em peito de frango macho e fêmea determinada logo após a saída do frango do *chiller* (75 minutos após o abate).

Experimento nº	Idade [dias]	Sexo	Perda por exsudação [%]	Desvio Padrão
1	30	Macho	2,08	± 0,74
2	50	Macho	2,19	± 0,53
3	30	Fêmea	2,61	± 0,96
4	50	Fêmea	2,54	± 0,87
5	40	Fêmea	2,67	± 0,86
6	40	Fêmea	2,76	± 0,65
7	40	Fêmea	2,63	± 0,44
8	40	Macho	3,29	± 0,74
9	40	Macho	3,22	± 0,42
10	40	Macho	3,36	± 1,00

Os valores do percentual de perda de água por exsudação nos peitos de frango após a saída do *chiller* variaram de 2,08% a 3,36% independentemente do sexo e idade. Os peitos de frangos machos apresentaram valores de exsudação entre 2,08% a 3,36% enquanto que das fêmeas foi de 2,54% a 2,76%. Demonstrando que a maior variação dos valores de perda de água por exsudação ocorreu nos frangos machos, essa maior perda ocorreu no frango macho com 40 dias de idade, que foi de 3,36% (Tabela 4.5).

Os machos e as fêmeas de 40 dias de idade apresentaram valores de exsudado que variaram de 2,63% a 3,36% (Tabela 4.5). Esses valores são maiores do que os valores encontrados por MOREIRA (2005) em carne PSE, o autor cita peitos PSE e

normal de frangos com 45 dias de idade, onde apresentaram perda por exsudação de 2,44% e 2,19% respectivamente, independente do sexo, nos frangos pertencentes a este experimento os valores de pH encontrados após quinze minutos do abate (pH 6,04 a 6,37, na Tabela 4.3), e os valores determinados após setenta e cinco minutos (pH 5,82 a 5,88, na Tabela 4.4), não são característicos de carne PSE, uma vez que a mesma caracteriza-se por apresentar valor de pH abaixo de 5,7 após quinze minutos do abate (OLIVO e SHIMOKOMAKI, 2002) e abaixo de 5,8 após vinte e quatro horas do abate (LARA *et al.*, 2006).

Os machos e as fêmeas de 50 dias de idade, pertencentes às linhagens Ross/Cobb, apresentaram valor de exsudado de 2,19% e 2,54% respectivamente. Valores esses maiores do que os encontrados para os frangos não estressados, e menores em relação aos frangos estressados obtidos por OLIVIO e SHIMOKOMAKI (2002).que avaliou frangos das linhagens puras Peterson (machos) e Hubbard (fêmeas) não estressados, com idade de 49 dias, apresentaram valores de exsudados vinte quatro horas após o abate 1,70%, enquanto que os estressados apresentaram valor de 3,31%

Frangos machos da linhagem Ross/ Cobb de 40 dias de idade apresentaram valores de exsudado que variaram de 3,22% a 3,36% enquanto que os de 50 dias de idade o valor foi de 2,19%. Esses valores foram obtidos em amostras coletadas após setenta e cinco minutos do abate, e deixadas exsudar durante 48 horas (Tabela 4.5). Relacionando os valores obtidos por GAYA *et al.* (2005) que encontraram 2,13% de perda por exsudação, em peitos de frangos machos da linhagem Ross, com 44 dias de idade, coletando amostra para análise logo após o abate e deixando exsudar durante 24 horas com os obtidos nos machos de 50 dias de idade, observa-se que o tempo que foi deixado exsudar não influenciou no resultado, pois os valores foram semelhantes. Os maiores valores de exsudados obtidos nos frangos de 40 dias estariam relacionados com as condições antes do abate, as quais devem ter deixado os frangos pré-estressados.

Na Figura 4.3 é apresentado o gráfico de Pareto, em relação à determinação de exsudado realizado nos peitos de frangos machos e fêmeas logo após a saída do *chiller*.

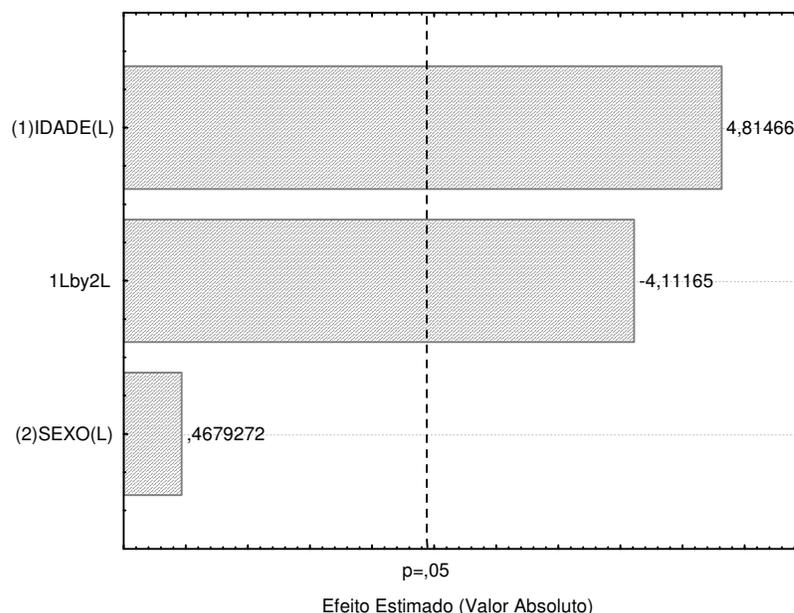


Figura 4.3. Gráfico de Pareto da exsudação em peito de frango macho e fêmea determinada logo após a saída do frango do *chiller* (75 minutos após o abate).

A variável idade apresentou efeito significativo positivo ($p < 0,05$) em relação ao exsudado obtido nos peitos de frangos. Esse efeito pode ser observado, quando se analisa o valor de exsudado obtido nos frangos de trinta dias, com os de quarenta e com os de cinquenta dias (Tabela 4.5). Ocorreu aumento nos valores de exsudado com o aumento da idade, ficando bem caracterizado entre os frangos de trinta dias e de quarenta dias de idade. Entretanto entre os frangos de quarenta e cinquenta dias, não ficou caracterizado esse efeito, uma vez que os valores de exsudados dos frangos de quarenta dias foram em média maiores do que os de cinquenta dias. Essa diferença nos valores de exsudação em peitos de machos, poderia ser explicada pelos valores de pH apresentados pelos frangos machos com quarenta dias, que foram menores (pH 5,82 a 5,88) do que os de cinquenta dias (pH 6,01). Em relação às fêmeas poderia se aplicar essa mesma explicação, somente para o experimento 7. O motivo pelo qual as fêmeas de quarenta dias, pertencentes aos experimentos 5 e 6, apresentarem valores de exsudação maior do que a fêmea de cinquenta dias, mesmo tendo pH menor, seria segundo GAYA (2006) a

predominância da genética no controle do pH, na cor da carne e na capacidade de retenção de água, indicando que estas características podem apresentar uma satisfatória resposta a seleção.

4.2.4. Textura (força de cisalhamento)

Na Tabela 4.6 encontram-se os valores de força de cisalhamento em peito de frango macho e fêmea determinados logo após a saída do frango do chiller (75 minutos após o abate).

Tabela 4.6. Força de cisalhamento em peito de frango macho e fêmea determinada logo após a saída do frango do *chiller* (75 minutos após o abate).

Experimento nº	Idade [dias]	Sexo	Textura [Kgf/cm ²]	Desvio Padrão
1	30	Macho	1,26	± 0,10
2	50	Macho	1,68	± 0,08
3	30	Fêmea	1,22	± 0,10
4	50	Fêmea	1,64	± 0,10
5	40	Fêmea	1,39	± 0,29
6	40	Fêmea	1,40	± 0,14
7	40	Fêmea	1,38	± 0,15
8	40	Macho	1,43	± 0,27
9	40	Macho	1,44	± 0,23
10	40	Macho	1,49	± 0,15

Os valores de força de cisalhamento após resfriamento variaram de 1,22 a 1,68 Kgf/cm² independentemente do sexo e da idade. Os peitos de frangos machos apresentaram valores de força de cisalhamento entre 1,26 e 1,68 Kgf/cm² enquanto que das fêmeas de 1,22 a 1,64 Kgf/cm² (Tabela 4.6). Em todos os experimentos os machos apresentaram valor de força de cisalhamento superior ao das fêmeas. Os resultados médios levando em consideração as idades independentes do sexo foram respectivamente; 1,24 Kgf/cm² para os frangos de 30 dias (experimentos 1 e 3), 1,42 Kgf/cm² para os frangos de 40 dias (experimentos 5, 6, 7, 8, 9 e 10) e 1,66

Kgf/cm² para os frangos de 50 dias (experimentos 2 e 4), demonstrando que a força de cisalhamento apresentou seu maior valor nos frangos de 50 dias de idade.

Na Figura 4.4 é apresentado o gráfico de Pareto, em relação à força de cisalhamento, realizada nos peitos de frangos machos e fêmeas logo após a saída do *chiller*.

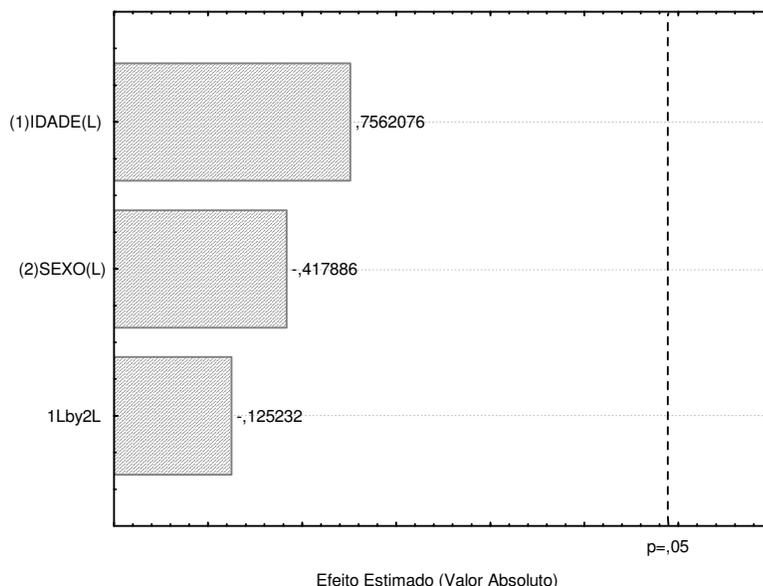


Figura 4.4. Gráfico de Pareto da força de cisalhamento em peito de frango macho e fêmea determinada logo após a saída do frango do *chiller* (75 minutos após o abate).

Nos resultados de força de cisalhamento encontrados nos dez experimentos observou-se que os machos apresentaram valores maiores do que as fêmeas, independentemente da idade, diferenciando-se assim dos encontrados por DELANEZI et al. (2004), que avaliaram a força de cisalhamento em peito de frangos pertencentes à linhagem Ross, com 28, 42 e 49 dias de idade. Concluíram que para os frangos de 28 dias de idade, a força de cisalhamento foi afetada somente pelo sexo, onde os machos apresentaram valores superiores, mostrando uma menor maciez em relação às fêmeas. Neste experimento, mesmo ocorrendo valores maiores de força de cisalhamento em frangos machos do que em fêmeas, o gráfico

de Pareto informa que o sexo e a idade não tiveram efeito sobre a força de cisalhamento (Figura 4.4)

No presente trabalho o maior valor de força de cisalhamento encontrado nos frangos macho e nas fêmeas de 30 dias foram 1,26 kgf/cm² e 1,22kgf/cm² respectivamente, para os de 40 dias o macho apresentou valor de 1,49 kgf/cm² e a fêmea 1,40 kgf/cm². Em ambas as idades os valores de força de cisalhamento encontrados foram menores, do que as encontradas por GARCIA et al. (2002) que encontraram valores de força de cisalhamento maior em machos que em fêmeas, sem efeito significativo do sexo ($p < 0,05$), em frangos da linhagem Ross aos 28 e 42 dias de idade. Os valores médios encontrados foram de 2,19 Kgf/cm² para os machos e de 1,95 Kgf/cm² para as fêmeas.

Os frangos de 40 dias de idade (experimento de 5 a 10) foram alimentados com ração vegetal e apresentaram valor de força de cisalhamento de 1,45 kgf/cm² para o macho e de 1,39 kgf/cm² para fêmea (Tabela 4.6). A fêmea de 40 dias de idade (Tabela 4.6) apresentou força de cisalhamento menor do que as fêmeas de 42 dias de idade, alimentados com ração vegetal e que apresentaram força de cisalhamento de 1,23 kgf/cm² (macho) e 1,69 kgf/cm² (fêmea) (MAGALHÃES, 2004). O macho de 40 dias apresentou valor de força de cisalhamento maior em relação macho de 42 dias. Os frangos machos da linhagem Ross/ Cobb com 50 dias de idade, tempo de jejum 6 horas, apresentaram força de cisalhamento 1,68 kgf/cm², sendo esse valor bem menor do que o encontrado por CASTRO (2006) em seu trabalho com frangos machos da linhagem Ross, com 46 dias de idade e tempo de jejum pré-abate de 6 horas onde apresentaram força de cisalhamento 4,25 kgf/cm² (CASTRO, 2006). Observa-se que a força de cisalhamento não esta relacionada com o sexo, idade (poucos dias a mais de vida, ver Figura 4.4), mas possivelmente esteja relacionada com a genética do animal, uma vez que essa influencia na capacidade de retenção de água e conseqüentemente na força de cisalhamento (MAGALHÃES, 2004; GAYA, 2006).

4.2.5. Umidade

Na Tabela 4.7 encontram-se os valores de umidade em peito de frango macho e fêmea determinados logo após a saída do frango do chiller (75 minutos após o abate).

Tabela 4.7. Valores de umidade em peito de frango macho e fêmea determinados logo após a saída do frango do *chiller* (75 minutos após o abate).

Experimento nº	Idade [dias]	Sexo	Umidade [%]	Desvio Padrão
1	30	Macho	73,56	± 0,22
2	50	Macho	72,83	± 0,15
3	30	Fêmea	74,52	± 0,32
4	50	Fêmea	72,27	± 0,25
5	40	Fêmea	74,37	± 0,29
6	40	Fêmea	74,37	± 0,31
7	40	Fêmea	73,90	± 0,06
8	40	Macho	73,73	± 0,76
9	40	Macho	73,80	± 0,25
10	40	Macho	74,11	± 0,13

Os valores de umidade nos peitos dos frangos logo depois da saída do *chiller* variaram de 72,27% a 74,52% independentemente do sexo e idade. Os peitos de frangos machos apresentaram valores de umidade entre 72,83% e 74,11% enquanto que das fêmeas de 72,27% a 74,52%.

Neste trabalho os frangos macho e fêmea de 50 dias de idade, criados confinados, apresentaram valores de umidade 72,83% e 72,27% respectivamente (Tabela 4.7). Mesmo tendo representantes da mesma linhagem e idades semelhantes, os valores de umidade foram menores do que os encontrados nos frangos de 49 dias, da linhagem Cobb, criados de maneira alternativa (sem antibiótico, anticoccidianos, promotores de crescimento, quimioterápicos e ingredientes de origem animal na dieta), apresentaram valor de umidade 75,41% (HUALLANCO, 2004), demonstrando que o sistema de criação pode influenciar nos valores de umidade.

Na Figura 4.5 é apresentado o gráfico de Pareto, em relação à umidade, realizada nos peitos de frangos machos e fêmeas determinados logo após a saída do *chiller* (75 minutos após o abate)

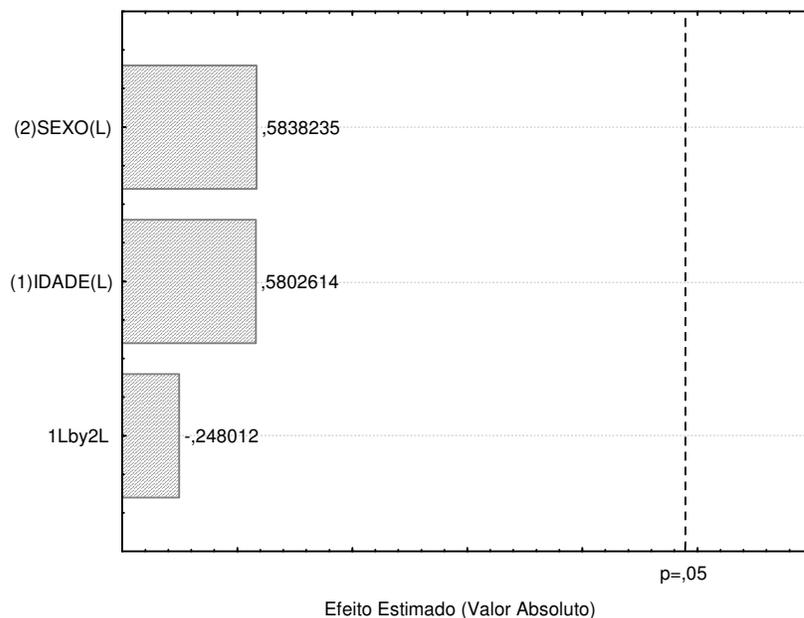


Figura 4.5. Gráfico de Pareto da umidade em peito de frango macho e fêmea determinada logo após a saída do frango do *chiller* (75 minutos após o abate).

Embora os valores de umidade tenham sido diferentes numericamente entre sexo e idade, nos dez experimentos realizados (Tabela 4.3), a análise de Pareto não indicou efeito dos mesmos sobre a umidade (Figura 4.5).

Frangos da linhagem Ross, machos, com 46 dias de idade, abatidos após 6 horas de jejum, apresentaram valor de umidade de 74,79% (CASTRO, 2006). Os frangos das linhagens Ross/ Cobb, machos, com 40 e 50 dias de idade, abatidos após 6 horas de jejum, apresentaram valor de umidade 74,11% e 72,83% respectivamente (Tabela 4.3). O frango de 50 dias apresentou valor menor e o de 40 dias valor semelhante, em relação ao frango de 46 dias. Essas diferenças entre os valores de umidade, não estariam correlacionadas com a idade e com sexo, pois o gráfico de Pareto (Figura 4.5), não apresentou efeito dos mesmos sobre o valor de umidade (GAYA, 2006).

4.2.6. Proteína

Na Tabela 4.8 encontram-se os valores de proteínas em peito de frango macho e fêmea determinados logo após a saída do frango do *chiller* (75 minutos após o abate).

Tabela 4.8. Valores de proteínas em peito de frango macho e fêmea determinados logo após a saída do frango do *chiller* (75 minutos após o abate).

Experimento nº	Idade [dias]	Sexo	Proteína [%]	Desvio Padrão
1	30	Macho	23,22	± 0,25
2	50	Macho	23,60	± 0,16
3	30	Fêmea	22,63	± 0,49
4	50	Fêmea	23,25	± 0,70
5	40	Fêmea	22,51	± 0,29
6	40	Fêmea	22,68	± 0,13
7	40	Fêmea	22,71	± 0,31
8	40	Macho	22,94	± 0,27
9	40	Macho	22,84	± 0,34
10	40	Macho	22,78	± 0,28

Os valores de proteínas em peito de frango macho e fêmea determinados logo após a saída do frango do *chiller* variaram de 22,51% a 23,60% independentemente do sexo e da idade. Quando separado por sexo, os peitos dos frangos machos apresentaram valores de proteína entre 22,78% e 23,60% enquanto que das fêmeas entre 22,51% a 23,25% (Tabela 4.8).

Analisando os valores de proteínas em cada idade (30, 40 e 50 dias), observa-se que nas três idades os machos apresentaram maiores valores do que as fêmeas. Agora quando analisado só o sexo, foi observado que nos machos, o maior teor de proteína ocorreu com idade de 50 dias, seguido pelo de 30 dias e por último o de 40 dias. Em relação às fêmeas notou-se que conforme aumentou a idade aumentou o teor de proteínas. Mas quando se analisa a Figura 4.6, observa-se que sexo e a idade não tiveram efeito significativo sobre o teor de proteínas.

Na Figura 4.6 é apresentado o gráfico de Pareto, em relação a proteína, realizada nos peitos de frangos machos e fêmeas logo após a saída do *chiller*.

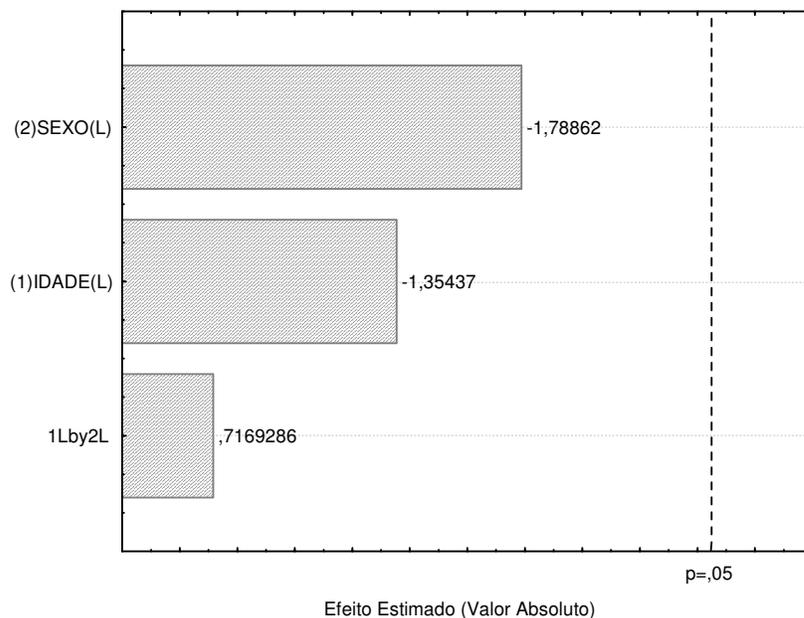


Figura 4.6. Gráfico de Pareto da proteína em peito de frango macho e fêmea determinada logo após a saída do frango do *chiller* (75 minutos após o abate).

Neste trabalho os frangos da linhagem Ross/Cobb machos e fêmeas com idade de 30, 40 e 50 dias apresentaram teor de proteína maior do que os frangos da linhagem Cobb, com 49 dias de idade, criados de maneira alternativa, que apresentaram valor de 20,13% (HULLANCO, 2004). Esses resultados vêm de encontro com os obtidos no gráfico de pareto (Figura 4.6), que demonstrou que a idade e o sexo não influenciam no teor de proteína, e sim o sistema de criação, como já foi mencionado anteriormente, quando se interpretou os dados de umidade (Tabela 4.8).

Os frangos da linhagem Ross/Cobb, machos, abatidos após 6 horas de jejum e com 30, 40 e 50 dias de idade, apresentaram valores de proteína maior do que os frangos da linhagem Ross, machos, com 46 dias de idade, abatidos após 6 horas de jejum, cujo valor foi de 21,35% (CASTRO, 2006).

Os frangos com idade de 40 dias, que receberam suplementação de metionina de 0,40%, apresentaram teor de proteína entre 22,78% a 22,94% para os machos e entre 22,51% a 22,71% para as fêmeas. Esses valores foram menores, do que os encontrados nos frangos com 42 dias de idade da linhagem Ross que receberam suplementação de 0,46% de metionina em sua alimentação, com a finalidade de aumentar o conteúdo de proteína corporal e apresentaram valor de proteína para o macho 23,55% e para a fêmea 23,38% (WHITAKER et al, 2002)., este resultado ocorreu possivelmente pela menor quantidade de metionina adicionada na ração.

4.2.7.Lipídios

Na Tabela 4.9 encontram-se os valores de lipídios em peito de frango macho e fêmea determinados logo após a saída do frango do *chiller* (75 minutos após o abate).

Tabela 4.9. Valores de lipídios em peito de frango macho e fêmea determinados logo após a saída do frango do *chiller* (75 minutos após o abate).

Experimento nº	Idade [dias]	Sexo	Gordura [%]	Desvio Padrão
1	30	Macho	0,50	± 0,02
2	50	Macho	0,56	± 0,14
3	30	Fêmea	0,55	± 0,03
4	50	Fêmea	0,66	± 0,15
5	40	Fêmea	0,60	± 0,02
6	40	Fêmea	0,61	± 0,01
7	40	Fêmea	0,62	± 0,06
8	40	Macho	0,53	± 0,13
9	40	Macho	0,52	± 0,01
10	40	Macho	0,53	± 0,01

Os valores de lipídios em peito de frango determinados logo após a saída do frango do *chiller*, variaram de 0,50% a 0,66% independentemente do sexo e da idade. Os peitos de frangos machos apresentaram valores de gordura entre 0,50% e 0,56% enquanto que das fêmeas de 0,55% a 0,66%. As fêmeas sempre

apresentaram valores superiores em relação aos machos. Os valores de lipídios nas fêmeas e nos machos aumentaram com a idade.

Os frangos machos da linhagem Ross/ Cobb, com 40 e 50 dias de idade apresentaram valores menores aos encontrados por CASTRO (2006) que encontrou em seu estudo com frangos machos, da linhagem Ross, de 46 dias de idade, abatidos após seis horas de jejum, teor 0,58% de lipídios. Chama a atenção que os frangos machos com maior idade, apresentaram menor quantidade de lipídios, demonstrando que nessa faixa de idade (40 a 50 dias), para os frangos machos uns dias a mais no aviário não irá influenciar na quantidade de lipídios (Tabela 4.9).

Frangos das linhagens Ross/Coob com idade de 40 dias receberam suplementação de metionina a 0,40% e apresentaram teor de lipídio de 0,53% nos machos, e nas fêmeas de 0,61% (± 1). Nesses frangos o conteúdo maior de lipídios ocorreu nas fêmeas, sendo o inverso do que ocorreu com os frangos de 42 dias de idade, da linhagem Ross, que receberam suplementação de metionina a 0,46% na alimentação, onde os machos apresentaram teor de lipídios 1,85% e as fêmeas 0,54% (WHITAKER et al, 2002). Quando comparado o teor de lipídios entre os frangos de 40 dias com os de 42 dias, observa-se que os de 40 dias apresentaram menor valor em relação ao macho e maior valor em relação à fêmea (Tabela 4.9).

Valor de 1,57% de lipídios foi encontrado em frangos da linhagem Cobb, com 49 dias de idade, criados de maneira alternativa (HULLANCO, 2004). Os frangos da linhagem Ross/Cobb machos e fêmeas com idade de 30, 40 e 50 dias (Tabela 4.9), apresentaram menores valores de lipídios do que os frangos com 49 dias de idade. Demonstrando que a idade não influencia no teor de lipídios, conforme gráfico de Pareto (Figura 4.7).

Na Figura 4.7 é apresentado o gráfico de Pareto, em relação ao teor de lipídios, realizada nos peitos de frangos machos e fêmeas logo após a saída do *chiller*.

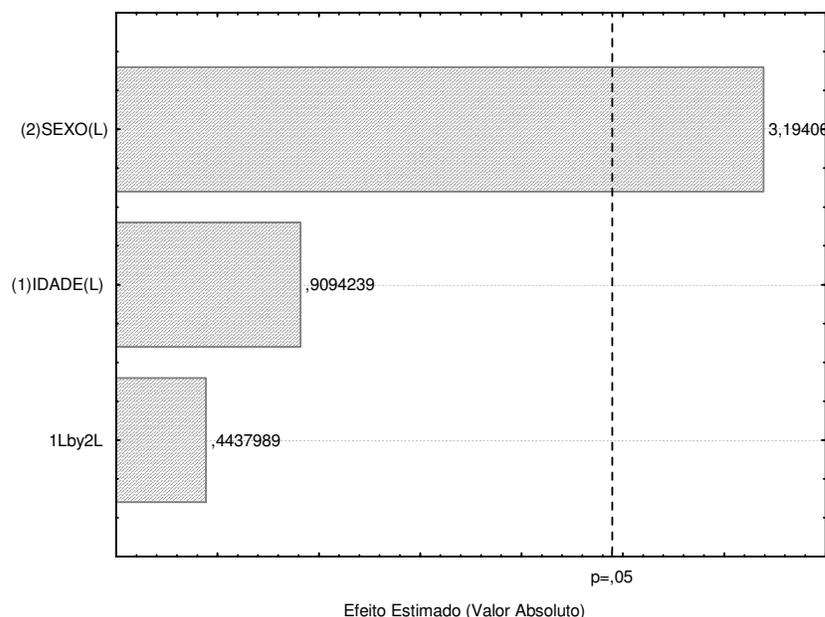


Figura 4.7. Gráfico de Pareto do teor de lipídios em peito de frango macho e fêmea determinada logo após a saída do frango do *chiller* (75 minutos após o abate).

MOREIRA et al (2003), mencionam que os depósitos de gordura são ainda em maior proporção em fêmeas do que em machos e isto é causado principalmente pela existência de adipócitos de maior tamanho nas fêmeas. Podendo as fêmeas apresentar 2,5% a mais de gordura abdominal do que os machos. A Figura 4.7 mostra que o sexo teve efeito positivo sobre o teor de lipídios, e a Tabela 4.9 mostra que as fêmeas apresentaram maior teor de lipídios do que os machos, vindo esses resultados de acordo com os mencionados por MOREIRA et al (2003),

4.2.8. Cinzas

Na Tabela 4.10 encontram-se os valores de cinzas em peito de frango macho e fêmea determinados logo após a saída do frango do *chiller* (75 minutos após o abate).

Tabela 4.10. Valores de cinzas em peito de frango macho e fêmea determinados logo após a saída do frango do *chiller* (75 minutos após o abate).

Experimento nº	Idade [dias]	Sexo	Cinzas [%]	Desvio Padrão
1	30	Macho	1,35	± 0,04
2	50	Macho	1,28	± 0,14
3	30	Fêmea	1,24	± 0,02
4	50	Fêmea	1,27	± 0,13
5	40	Fêmea	1,21	± 0,05
6	40	Fêmea	1,24	± 0,06
7	40	Fêmea	1,18	± 0,09
8	40	Macho	1,27	± 0,06
9	40	Macho	1,20	± 0,07
10	40	Macho	1,34	± 0,05

Os valores de cinzas após resfriamento variaram de 1,18% a 1,35% independentemente do sexo e da idade. Os peitos de frangos machos apresentaram valores de cinzas entre 1,20% e 1,35% enquanto que das fêmeas de 1,18% a 1,27%. A quantidade de cinzas nos frangos é similar em relação ao sexo e diminui com a idade cita (MOREIRA et al ,1998). Em relação ao sexo notou-se uma pequena variação para mais nos machos, e em relação a idade não ocorreu diminuição com o aumento da mesma, como consequência os dados obtidos não apresentaram o mesmo comportamento relatado por MOREIRA et al (1998). Embora tenha dado maior quantidade de cinzas nos machos, não foi constatado efeito do sexo na quantidade de cinzas conforme pode ser visto na Figura 4.8, resultado esse que vem de encontro ao relatado por MOREIRA et al (1998).

Carne de peito de frango apresenta 1,02 % de cinzas (UNIFESP, 2006). Os frangos com 30, 40 e 50 dias de idade, machos e fêmeas apresentaram quantidade de cinzas que variaram de 1,18% a 1,35% (Tabela 4.10). Sendo estes maiores do que os mencionados na Nutrient Database for Standard Reference, Release SR14 (UNIFESP, 2006)

Na Figura 4.8 é apresentado o gráfico de Pareto, em relação a quantidade de cinzas, realizada nos peitos de frangos machos e fêmeas logo após a saída do *chiller*.

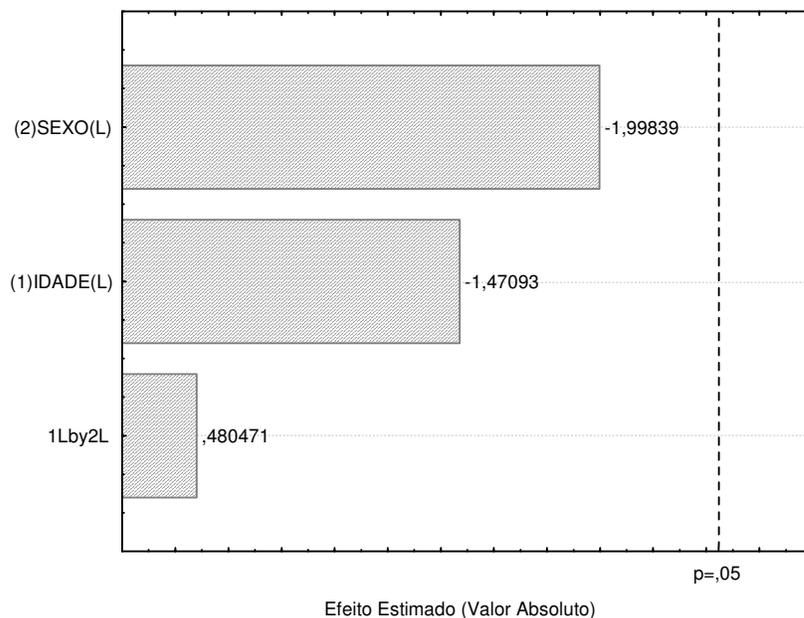


Figura 4.8. Gráfico de Pareto da quantidade de cinzas em peito de frango macho e fêmea determinada logo após a saída do frango do *chiller* (75 minutos após o abate).

WHITAKER et al (2002) encontrou quantidade de cinzas em peito de frango provenientes de machos 1,44% e de fêmea 1,27%, com 42 dias de idade. Os frangos machos e fêmeas de 40 dias de idade apresentaram valores menores (Tabela 4.10), aos encontrados por WHITAKER et al (2002), onde a diferença foi de 0,17% para machos (1,44 – 1,27) e de 0,03% para as fêmeas (1,27 – 1,24).

Pela caracterização dos peitos de frango “in natura” realizada 75 minutos após abate verificou-se que a idade apresentou influência significativa nos resultados de pH; a luminosidade (L^*) foi influenciada pelo sexo dos frangos e não pela idade; a idade apresentou efeito significativo sobre os valores de exsudados e foram maiores nos machos de 40 dias de idade; os frangos machos independentemente da idade apresentaram menor teor de lipídeos, do que os frangos fêmeas, e a quantidade de cinzas nos frangos foi similar em relação ao sexo e diminuiu com a idade.

4.3 Determinação da Curva e do Tempo de Congelamento

As curvas de congelamento foram construídas a partir dos dados de temperatura registrados durante o processo de congelamento. As Figuras 4.9 a 4.14 apresentam as curvas de congelamento obtidas para os peitos de frango em função do sexo e idade do animal, em diferentes temperaturas de congelamento. O tempo de congelamento foi determinado através destas curvas, sendo igual ao tempo necessário para que a amostra atingisse a temperatura de $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$. Nas Figuras 4.9 a 4.14, foi possível verificar que o tempo de congelamento é diretamente proporcional à temperatura de congelamento, sendo este resultado coerente, pois, em temperaturas inferiores tem-se um gradiente maior de temperatura e maior transferência de calor entre o peito e o ar do túnel de congelamento.

Na Figura 4.9, são mostradas as curvas de congelamento para os peitos de frango fêmea com idade de 30 dias. Os peitos submetidos à maior temperatura de congelamento ($-25\text{ }^{\circ}\text{C}$), apresentaram uma redução de temperatura mais lenta, conforme esperado.

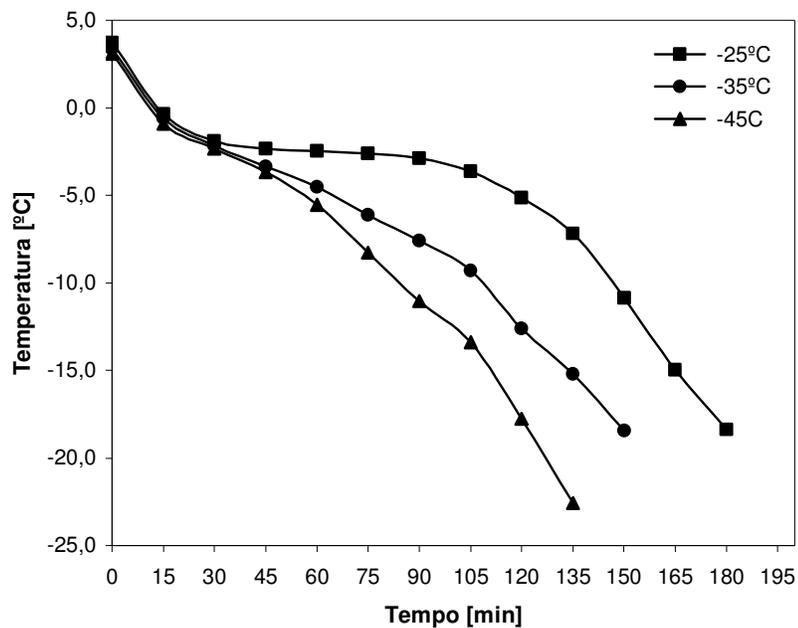


Figura 4.9. Curvas de congelamento para peitos de frango fêmea com 30 dias de idade, em diferentes temperaturas de congelamento.

Assim, pela Figura 4.9, verifica-se que o tempo de congelamento é diretamente proporcional à temperatura de congelamento empregada. Vale ressaltar também a diferença de comportamento entre as três curvas. A curva de congelamento obtida a -25°C apresenta um patamar, que corresponde à etapa de transição líquido – sólido (KAREL, 1975; CHEFTEL *et al*, 1992; PRANDL *et al*, 1994; ROÇA, 2006a), onde aproximadamente dois terços da água do peito de frango está sofrendo mudança de fase. As curvas obtidas em temperaturas inferiores não apresentam este comportamento.

Esta diferença se deve a diferentes taxas de congelamento promovidas pelas temperaturas distintas. Em casos onde a taxa de congelamento é elevada, não é possível distinguir as três fases da curva de congelamento (KAREL, 1975; CHEFTEL *et al*, 1992; PRANDL *et al*, 1994; ROÇA, 2006a). Assim, verifica-se através dos dados apresentados na Figura 4.9, que quanto menor a temperatura, maior é a taxa de congelamento e menor é a inclinação da curva de congelamento.

Na Figura 4.10, são apresentadas as curvas de congelamento obtidas para peitos de frango fêmea com 40 dias de idade.

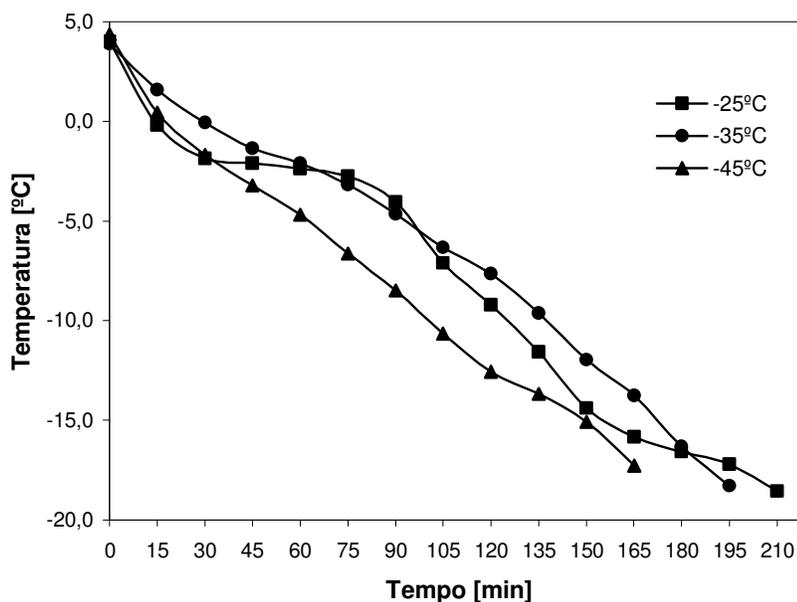


Figura 4.10. Curvas de congelamento para peitos de frango fêmea com 40 dias, em diferentes temperaturas de congelamento.

Novamente, verifica-se a diferença de comportamento entre as três curvas de congelamento, devido à mudança na taxa de congelamento. Além disso, também é possível notar sobreposição das curvas experimentais em alguns segmentos das curvas, provavelmente devido a gradientes de temperatura e velocidade de ar existente nos túneis industriais utilizados.

As curvas de congelamento obtidas para os peitos de frango fêmea com 50 dias de idade são mostradas na Figura 4.11. Neste caso, o comportamento típico correspondente à baixa taxa de congelamento (KAREL, 1975; CHEFTEL *et al*, 1992; PRANDL *et al*, 1994; ROÇA, 2006a) foi obtido com temperaturas de -25°C e -35°C , sendo necessário uma temperatura de -45°C para promover uma taxa de congelamento maior.

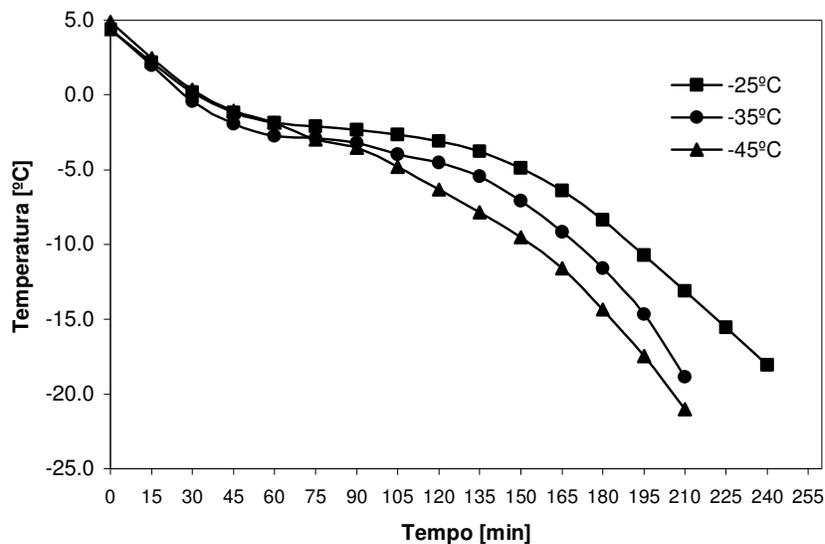


Figura 4.11. Curvas de congelamento para peitos de frango fêmea com 50 dias, em diferentes temperaturas de congelamento.

Na Figura 4.12, são apresentadas as curvas de congelamento obtidas para os peitos de frango macho com 30 dias de idade. Semelhantemente a Figura 4.9, onde foram apresentadas as curvas de congelamento para as fêmeas de 30 dias, verifica-se que somente à temperatura de -25°C apresentou taxa de congelamento baixa

resultando na curva de congelamento com três fases distintas (KAREL, 1975; CHEFTEL *et al*, 1992; PRANDL *et al*, 1994; ROÇA, 2006a). Além disso, constatou-se pela inclinação das curvas, que a temperatura de congelamento de -45°C promoveu um congelamento mais rápido do que a -35°C . Novamente, este resultado é facilmente explicado pelo maior gradiente de temperatura e conseqüentemente, maior transferência de calor.

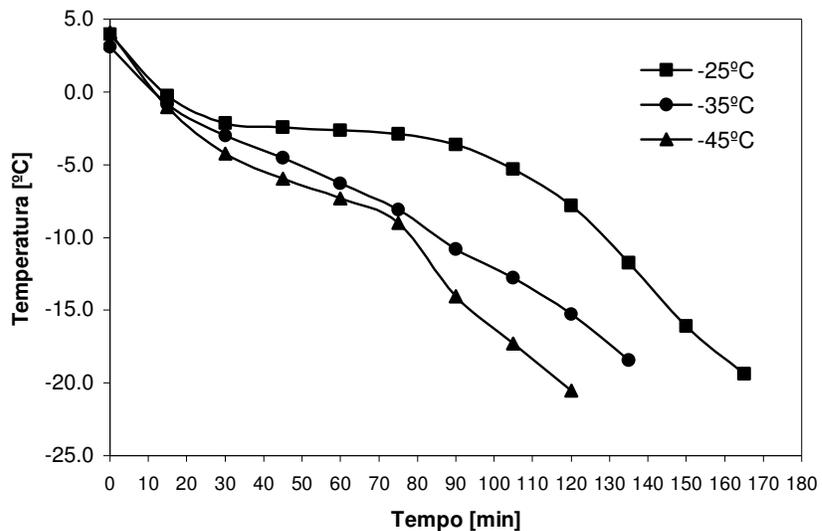


Figura 4.12. Curvas de congelamento para peitos de machos com 30 dias, em diferentes temperaturas de congelamento.

Para peitos de frango macho com 40 dias de idade, as curvas de congelamento se encontram na Figura 4.13. A única curva com três fases distintas foi obtida a -25°C . Em alguns pontos do gráfico, ocorre a sobreposição das curvas provavelmente devido a gradientes existentes nos túneis industriais de congelamento.

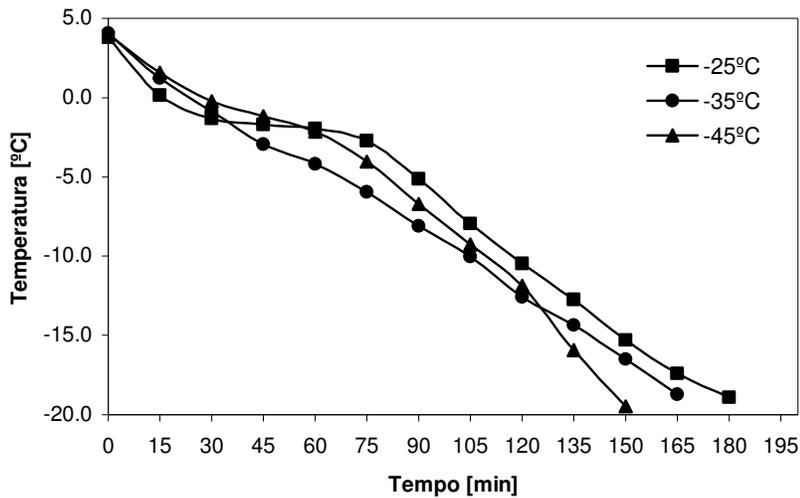


Figura 4.13. Curvas de congelamento para peitos de machos com 40 dias, em diferentes temperaturas de congelamento.

Na Figura 4.14, são apresentadas as curvas de congelamento obtidas para os peito de frango macho com 50 dias de idade.

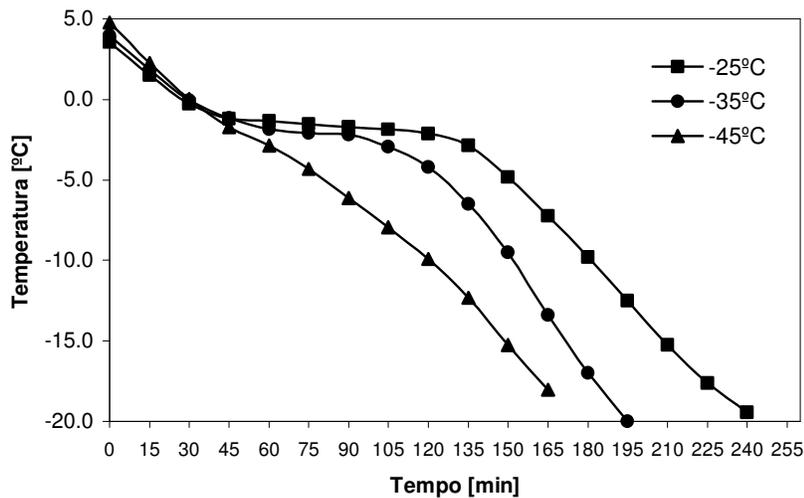


Figura 4.14. Curvas de congelamento para peitos de frango macho com 50 dias, em diferentes temperaturas de congelamento.

O comportamento das três curvas é semelhante ao obtido na Figura 4.11, com peitos de frango fêmea de 50 dias. As curvas obtidas com temperaturas de congelamento de -25°C e -35°C apresentaram o comportamento típico de baixas taxas de congelamento e somente o congelamento realizado a -45°C resultou em uma alta taxa de congelamento.

A grandeza da taxa de congelamento nos experimentos apresentados acima está diretamente relacionada com as condições operacionais de temperatura e velocidade do ar dos túneis de congelamento, como pode ser observado nas Figuras 4.15 a 4.17.

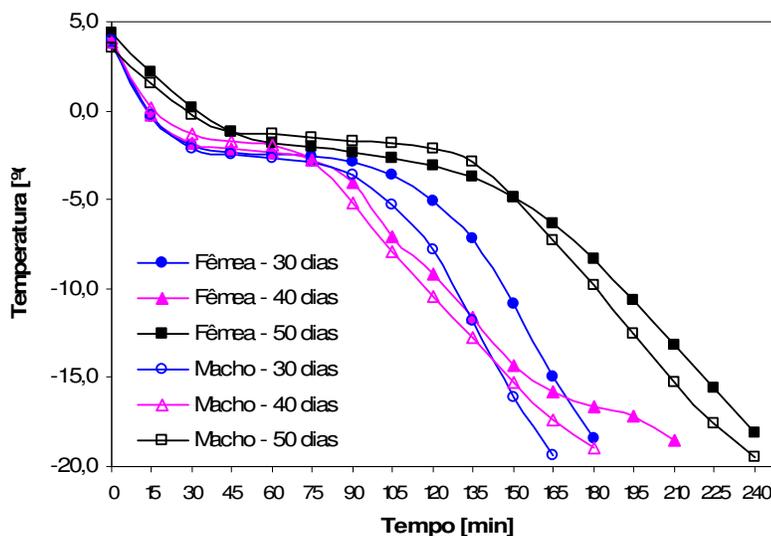


Figura 4.15: Curvas de congelamento para peitos de frango de diferentes idades e sexo obtidos a temperatura de congelamento de -25°C .

A Figura 4.15 apresenta as curvas de congelamento obtidas com uma temperatura de congelamento igual a -25°C . Verifica-se nesta Figura que todas as curvas obtidas apresentam o comportamento típico em três etapas, que corresponde a baixas taxas de congelamento (KAREL,1975; CHEFTEL *et al*, 1992; PRANDL *et al*, 1994; ROÇA, 2006a). Na primeira etapa do congelamento, as curvas apresentaram comportamentos muito próximos, onde a maior diferença de temperatura é inferior a 2°C . As diferenças entre as curvas se encontram na

duração da transição líquido – sólido e no comportamento da fase final do congelamento. Uma maior ou menor duração da etapa de mudança de fase é atribuída à velocidade do ar de congelamento e ao tamanho do peito de frango.

Na Figura 4.16, são mostradas as curvas de congelamento com temperatura do ar igual a -35°C .

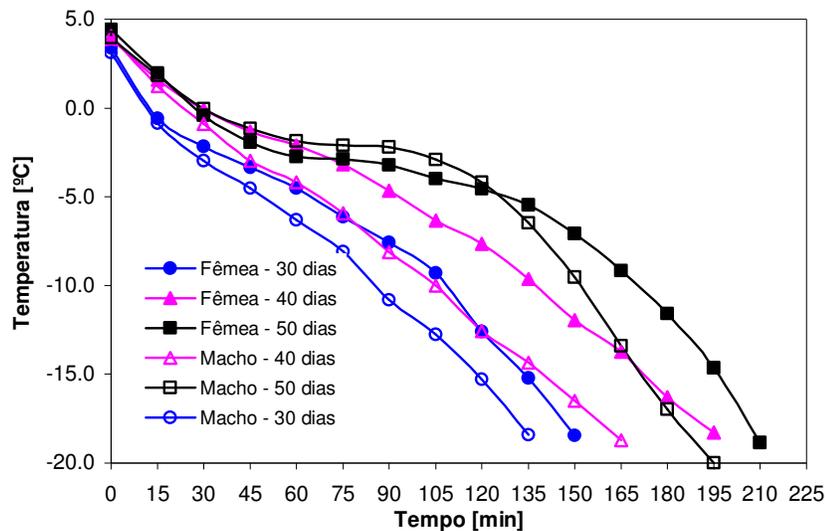


Figura 4.16: Curvas de congelamento para peitos de frango de diferentes idades e sexo obtidos a temperatura de congelamento de -35°C

Nesta condição de temperatura, os peitos de frango com idade de 50 dias apresentaram uma curva de congelamento em três etapas e os demais peitos foram congelados a uma alta taxa de congelamento (KAREL, 1975; CHEFTEL *et al*, 1992; PRANDL *et al*, 1994; ROÇA, 2006a). Ressalta-se ainda que os peitos de frango menores, com 30 dias de idade, foram congelados a uma taxa de congelamento maior do que os peitos com 40 dias, segundo a inclinação das curvas que foram apresentadas na Figura 4.15.

As curvas de congelamento obtidas com temperatura de congelamento de -45°C se encontram na Figura 4.17.

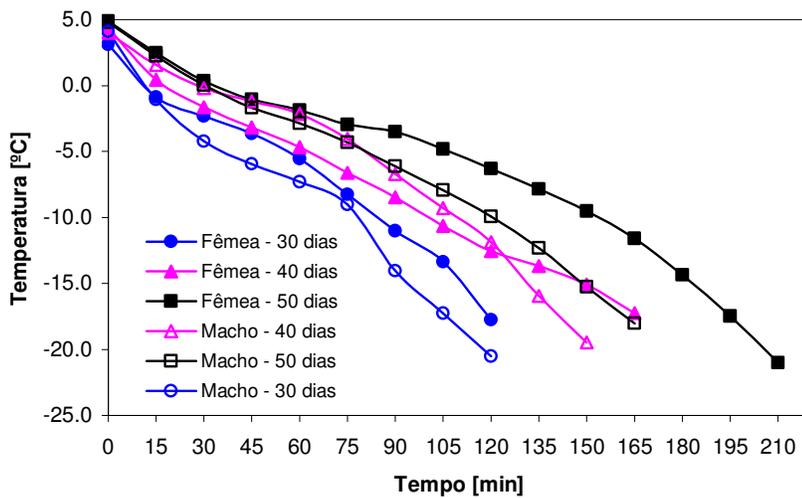


Figura 4.17: Curvas de congelamento para peitos de frango de diferentes idades e sexo obtidos a temperatura de congelamento de -45°C .

Estas curvas de congelamento apresentaram o comportamento típico de alta taxa de congelamento (KAREL, 1975; CHEFTEL *et al*, 1992; PRANDL *et al*, 1994; ROÇA, 2006a). No entanto, verifica-se que a maior taxa e tempo de congelamento ocorreram com os frangos de 30 dias, seguidos pelos animais de 40 e 50 dias. Este comportamento é esperado, uma vez que o tamanho do peito de frango é proporcional à idade do animal e o tempo de congelamento é diretamente proporcional ao tamanho (SINGH e HELDMAN,1993)

Através dos dados da Tabela 4.11, constatou-se que os tempos de congelamento nos peitos dos frangos machos foram menores do que os tempos de congelamento nos peitos de frangos fêmeas, independente da temperatura de congelamento. Acredita-se que esta diferença pode ser explicada pela diferença na composição entre machos e fêmeas, mais especificamente em relação ao teor de proteína e lipídios entre os frangos. De acordo com a Tabela 4.9 e a Figura 4.7, os frangos fêmeas apresentam maior teor de lipídeos em qualquer idade. Esta diferença na composição destes animais pode ser um das causas no maior tempo de congelamento dos frangos fêmeas, uma vez que o valor da condutividade

térmica de lipídeos é inferior ao da água e também dos alimentos congelados (CHEFTEL *et al*, 1992).

Na Tabela 4.11 encontram-se os tempos de congelamento obtidos para peitos de frango em função do sexo e da idade em cada temperatura de congelamento.

Tabela 4.11. Tempo experimental de congelamento, em minutos, para peitos de frango macho e fêmea de diferentes idades, em temperaturas de congelamento distintas.

Sexo	Idade [dias]	Temperatura de Congelamento [°C]		
		- 25	- 35	- 45
Macho	30	158	133	108
	40	170	159	143
	50	228	184	165
Fêmea	30	178	148	120
	40	203	193	168
	50	239	206	197

Em relação à temperatura dos túneis de congelamento os dados mostram que quanto mais baixa a temperatura de congelamento, menor foi o tempo requerido para atingir a temperatura de -18°C internamente no peito do frango, independente do sexo e da idade. Ressalta-se que quanto maior a idade dos frangos e conseqüentemente, seu tamanho, maior foi o tempo de congelamento medido experimentalmente, fato este esperado e já bem estabelecido na literatura (SINGH e HELDMAN, 1993; GOULD,1996)

4.4 Peito de Frango Congelado

Os dados que serão apresentados a seguir são os resultados de pH, luminosidade (L*), perda de água por exsudação, textura, teor de umidade e cinzas dos peitos de frango machos e fêmeas após o processo de congelamento e descongelamento dos mesmos.

4.4.1. pH dos Peitos de Frango Congelados

Na Tabela 4.12 encontram-se os valores de pH nos peitos de frangos machos e fêmeas após congelamento.

Os valores de pH após congelamento variaram de 5,75 a 5,92 independentemente do sexo e idade. Os peitos de frangos machos apresentaram valores de pH entre 5,75 a 5,92 enquanto que das fêmeas de 5,81 a 5,91.

Tabela 4.12. Valores de pH em peitos de frangos machos e fêmeas determinados após o congelamento.

Experimento nº	Idade [dias]	Temperatura de Congelamento [°C]	Sexo	pH	Desvio Padrão
1	30	-45	Macho	5,91	± 0,03
2	50	-45	Macho	5,87	± 0,14
3	30	-25	Macho	5,92	± 0,14
4	50	-25	Macho	5,91	± 0,06
5	30	-45	Fêmea	5,91	± 0,22
6	50	-45	Fêmea	5,81	± 0,07
7	30	-25	Fêmea	5,91	± 0,23
8	50	-25	Fêmea	5,82	± 0,10
9	40	-35	Fêmea	5,83	± 0,12
10	40	-35	Fêmea	5,85	± 0,05
11	40	-35	Fêmea	5,84	± 0,02
12	40	-35	Macho	5,90	± 0,06
13	40	-35	Macho	5,82	± 0,11
14	40	-35	Macho	5,75	± 0,12

Em relação à temperatura de congelamento, os frangos congelados a -25°C apresentaram para os machos, valor de pH 5,91 para 50 dias e 5,92 para os de 30 dias. As fêmeas nessa mesma temperatura apresentaram valor de pH 5,82 para de 50 dias e pH 5,91 para 30 dias, o menor valor de pH ocorreu nas fêmeas de 50 dias. A uma temperatura de -35°C foram congelados somente frangos machos e fêmeas com 40 dias, os valores de pH apresentados pelos machos ficou entre 5,75 a 5,90 e nas fêmeas entre 5,83 a 5,85, o menor valor de pH ocorreu nos frangos

machos. Em relação à temperatura de congelamento de -45°C os frangos machos apresentaram valor de pH 5,87 com 50 dias de idade, e de 5,91 para os de 30 dias. Nas fêmeas o valor de pH foi de 5,81 para 50 dias e 5,91 para 30 dias, ocorrendo o menor valor de pH nas fêmeas de 50 dias (Tabela 4.12).

Na Figura 4.15 encontra-se o gráfico de Pareto para as determinações de pH em peitos de frangos machos e fêmeas determinados após o congelamento dos frangos.

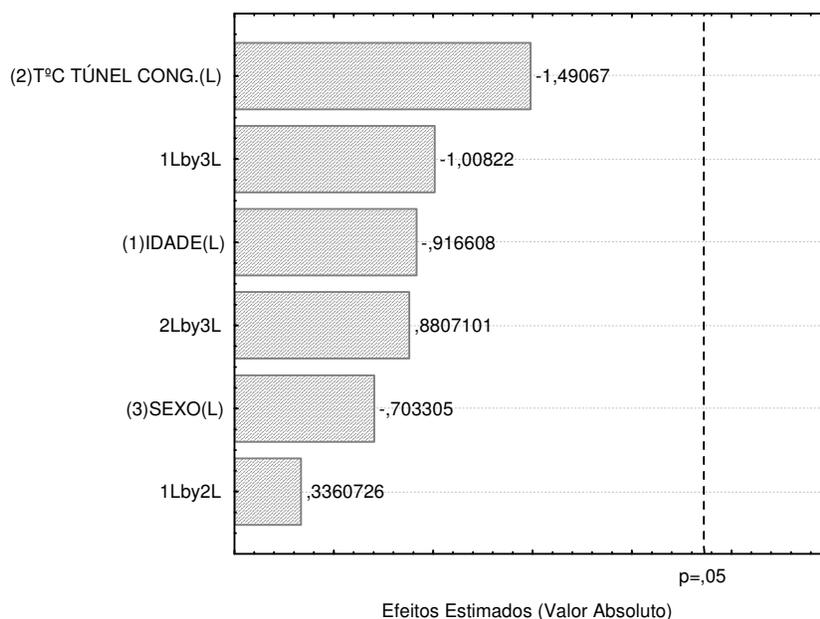


Figura 4.15. Gráfico de Pareto para as análises de pH em peitos de frangos machos e fêmeas determinados após o congelamento dos frangos.

Os fatores temperatura do túnel de congelamento, idade e sexo não apresentaram efeitos significativos sobre os valores de pH nos peitos dos frangos, obtidos após o congelamento e descongelamento (Figura 4.15).

Comparando os dados de pH nos peitos de frangos apresentados depois da saída do *chiller* (Tabela 4.3), com os obtidos após o congelamento (Tabela 4.12), observa-se que os valores de pH nos peitos congelados foram menores, mas não ocorreu diferença significativa ao nível de $p < 0,05$ pelo teste de Tukey (Apêndice A, B, C). Os maiores valores de pH encontrados nos frangos resfriados seriam decorrentes do tempo decorrido do abate, uma vez que esse se encontrava na fase

de pré-rigidez, que se caracteriza pelo não total consumo de glicogênio presente no músculo. Já os frangos que foram submetidos ao congelamento, deu-se continuidade ao processo bioquímico, que permitiu que todo o glicogênio que estava presente no músculo, fosse transformado em ácido láctico (BRESSAN e BERAQUET, 2002; GAYA e FERRAZ, 2006), pois conforme SOSNICKI (1998), o pH aferido em 24 horas após a evisceração é principalmente influenciado pela reserva de glicogênio presente nos músculos.

4.4.2. Luminosidade (L*)

Na Tabela 4.13 encontram-se os valores de Luminosidade (L*) nos peitos de frangos machos e fêmeas após o congelamento.

Tabela 4.13. Valores de luminosidade (L*) em peitos de frangos machos e fêmeas determinados após o congelamento.

Experimento nº	Idade [dias]	Temperatura de Congelamento [°C]	Sexo	Luminosidade	Desvio Padrão
1	30	-45	Macho	66,00	± 0,14
2	50	-45	Macho	66,17	± 0,46
3	30	-25	Macho	65,97	± 2,29
4	50	-25	Macho	66,40	± 1,98
5	30	-45	Fêmea	61,27	± 5,14
6	50	-45	Fêmea	67,30	± 2,26
7	30	-25	Fêmea	62,97	± 3,97
8	50	-25	Fêmea	63,10	± 3,17
9	40	-35	Fêmea	64,50	± 3,81
10	40	-35	Fêmea	67,57	± 3,87
11	40	-35	Fêmea	65,87	± 1,44
12	40	-35	Macho	66,73	± 3,02
13	40	-35	Macho	65,27	± 2,93
14	40	-35	Macho	65,60	± 4,10

Os valores de luminosidade (L*) após o congelamento variaram de 61,27 a 67,57 independentemente do sexo e idade. Os peitos de frangos machos

apresentaram valores de luminosidade (L^*) entre 65,27 a 66,73 enquanto que das fêmeas de 61,27 a 67,57.

Em relação à temperatura de congelamento, os frangos congelados a -25°C apresentaram para os machos, valores de luminosidade (L^*) de 66,40 para 50 dias e 65,97 para 30 dias enquanto os valores apresentados pelas fêmeas estiveram entre 63,10 para 50 dias e 62,97 para 30 dias, caracterizando um valor de luminosidade (L^*) ligeiramente menor para os machos e também para as fêmeas de 30 dias congelados a temperatura de -25°C .

Os frangos congelados a temperatura de -35°C apresentaram para os machos de 40 dias valores de luminosidade (L^*) entre 65,27 a 66,73 (variação de 1,46), para as fêmeas e valores entre 64,50 a 67,57 (variação de 3,07), demonstrando maior variação de luminosidade (L^*) entre as fêmeas de 40 dias.

Os frangos congelados a -45°C apresentaram para os machos valores de luminosidade (L^*) de 66,17 para 50 dias e 66,00 para 30 dias e as fêmeas apresentaram valores de 67,30 para 50 dias e 61,27 para 30 dias.

Entre as idades e independente da temperatura de congelamento e do sexo os valores de luminosidade (L^*) variaram entre 61,27 a 66,00 aos 30 dias, de 64,50 a 67,57 aos 40 dias e de 63,10 a 67,30 aos 50 dias (Tabela 4.13).

As oscilações ocorridas individualmente e entre os desvios padrões após o congelamento pode estar relacionada ao tempo decorrido entre o congelamento e descongelamento das amostras, já que foram diferentes para cada congelamento e este tempo influencia nos processos bioquímicos da carne.

Essas oscilações apresentadas nos valores de luminosidade (L^*) nos peitos dos frangos, em relação ao sexo, idade e temperatura de túnel, vão de acordo com o que o gráfico de Pareto apresentou (Figura 4.16), pois não foi constatado efeito significativo para nenhum das variáveis estudadas.

Na Figura 4.16 encontra-se o gráfico de Pareto para as determinações de luminosidade (L^*) em peitos de frangos machos e fêmeas determinados após o congelamento e descongelamento dos frangos.

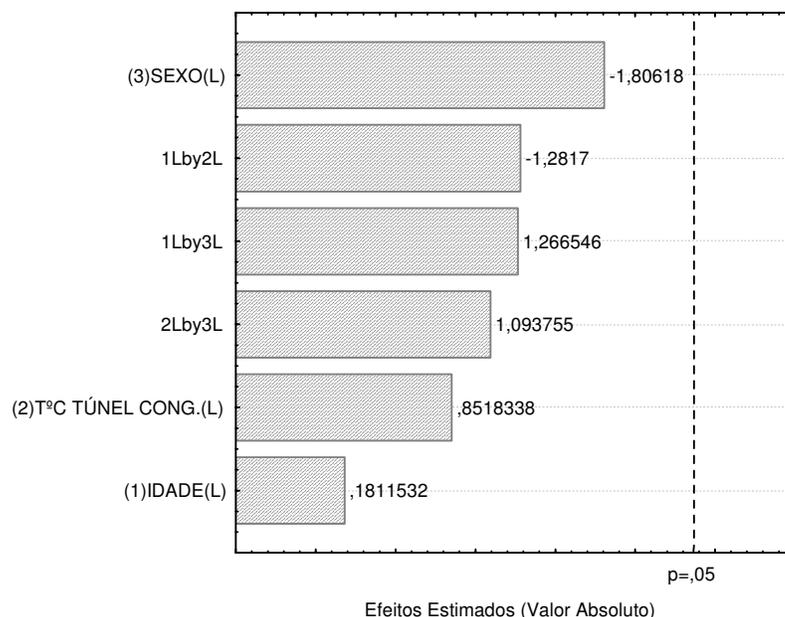


Figura 4.16. Gráfico de Pareto para as análises de luminosidade (L^*) em peitos de frangos machos e fêmeas determinados após o congelamento dos frangos.

Quando comparados os valores de luminosidade (L^*) encontrados logo após a saída do *chiller* (Tabela 4.4), com os valores obtidos após congelamento (Tabela 4.13), constatou-se que os valores após o congelamento e descongelamento foram maiores, independentemente de sexo, idade e temperatura de congelamento, mas não ocorreu diferença significativa ao nível de 5% pelo teste de Tukey (Apêndice A, B e C).

A carne PSE seja em suínos ou aves caracteriza-se por apresentar valores de luminosidade (L^*) altos acima de 52, em decorrência da desnaturação das proteínas que ocorre (GAYA e FERRAZ, 2006). A queima pelo frio quando do congelamento e a osmose presente no início do congelamento das carnes, quando da formação dos cristais intercelulares e intracelulares, promovem desnaturação das proteínas (VARNAM e SUTHERLAND, 1995; ROÇA, 2006b). Decorrente dessas citações se poderia relacionar que o aumento ocorrido nos valores de luminosidade (L^*) nos peitos de frangos congelados e descongelados, foi decorrente da desnaturação das proteínas, promovida pelas temperaturas de congelamento empregadas.

4.4.3 Perda de água por exsudação

Na Tabela 4.14 encontram-se os valores de perda de água por exsudação em peitos de frangos machos e fêmeas após o congelamento.

Tabela 4.14. Valores de perda de água por exsudação em peitos de frangos machos e fêmeas determinados após o congelamento.

Experimento nº	Idade [dias]	Temperatura de Congelamento [°C]	Sexo	Exsudação [%]	Desvio Padrão
1	30	-45	Macho	3,72	± 1,24
2	50	-45	Macho	3,59	± 1,20
3	30	-25	Macho	2,71	± 0,29
4	50	-25	Macho	3,78	± 1,29
5	30	-45	Fêmea	3,80	± 0,70
6	50	-45	Fêmea	3,20	± 1,34
7	30	-25	Fêmea	2,95	± 1,09
8	50	-25	Fêmea	2,92	± 0,39
9	40	-35	Fêmea	3,78	± 0,95
10	40	-35	Fêmea	3,20	± 0,54
11	40	-35	Fêmea	3,41	± 0,63
12	40	-35	Macho	3,55	± 0,85
13	40	-35	Macho	3,57	± 1,74
14	40	-35	Macho	3,37	± 0,62

Os valores de perda de água por exsudação, nos peitos de frangos após o descongelamento variaram de 2,71% a 3,80% independentemente do sexo e idade. Os peitos de frangos machos apresentaram valores percentuais de exsudação entre 2,71% a 3,78% enquanto que das fêmeas de 2,92% a 3,80%.

Em relação à temperatura de congelamento, os frangos congelados a -25°C apresentaram para os machos com 50 dias de idade, valores de exsudação de 3,78% e 2,71% para os frangos com 30 dias, enquanto que as fêmeas apresentaram 2,92% para 50 dias e 2,95% para 30 dias.

Os frangos congelados a temperatura de -35°C apresentaram para os machos de 40 dias valores de exsudação entre 3,37% a 3,57% e as fêmeas entre 3,20% a 3,78%.

Os frangos congelados a -45°C apresentaram para os machos valores de exsudação de 3,59% para os com 50 dias e 3,72% para os com 30 dias. As fêmeas apresentaram valores de 3,20% para 50 dias e 3,80% para 30 dias. Para ambos os sexos os frangos com idade de 50 dias apresentaram menor percentual de exsudação do que os frangos com 30 dias.

Na Figura 4.17 encontra-se o gráfico de Pareto para as determinações de perda de água por exsudação em peitos de frangos machos e fêmeas determinados após o congelamento dos frangos.

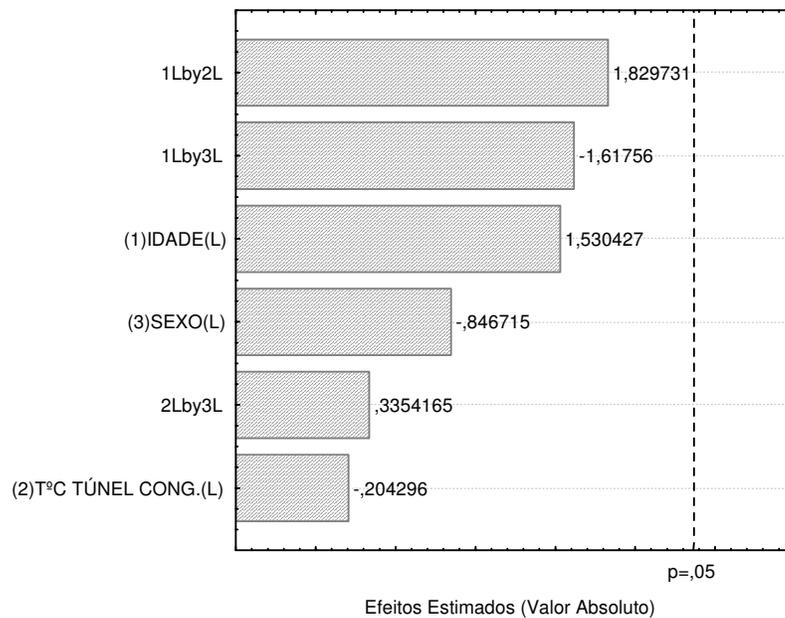


Figura 4.17. Gráfico de Pareto para as análises de perda de água por exsudação em peitos de frangos machos e fêmeas determinados após o congelamento dos frangos.

Quando levado em consideração às idades e independente da temperatura de congelamento e do sexo os valores de exsudação variaram entre 2,71% a 3,80% aos 30 dias (diferença de 1,09%), de 3,20% a 3,78% aos 40 dias (diferença de

0,58%), e de 2,92% a 3,78% aos 50 dias (diferença de 0,86%), onde a maior diferença no percentual de exsudação foi com os peitos de frango de 30 dias de idade. (Tabela 4.14). Assim como ocorreu nos valores de pH (Figura 4.15) e luminosidade (Figura 4.16), em relação ao gráfico de pareto, observa-se novamente que nas perdas por exsudação as variáveis estudadas não apresentaram efeitos significativos (Figura 4.17).

Também os valores de perda de água por exsudação nos peitos dos frangos congelados (Tabela 4.14) foram maiores, do que os valores encontrados nos peitos dos frangos resfriados (Tabela 4.5), independentemente do sexo e da idade, mas não diferiram estatisticamente no nível de 5% pelo teste de Tukey (Apêndice A, B e C). Esses maiores valores de perdas por exsudação, estariam associados à desnaturação sofrida pela proteína na fase inicial do congelamento e pela queima pelo frio (VARNAM e SUTHERLAND, 1995; ROÇA, 2006a), associado aos baixos valores de pH apresentados pelos peitos de frangos após o congelamento (Tabela 4.12).

LE BIHAN-DUVAL et al. (1999) observaram que os maiores valores de luminosidade estavam associados as maiores perdas de água por exsudação. Isto não ocorreu nos peitos de frangos que foram congelados (Tabelas 4.13 e 4.14). Mas quando comparamos os valores de luminosidade e de perda de água por exsudação dos peitos de frangos congelados, com os valores obtidos pelos frangos resfriados (Tabela 4.4 e 4.5), observa-se que os valores de luminosidade (L^*) e perda de exsudação nos peitos congelados e descongelados foram maiores, concordando com o que foi observado por LE BIHAN-DUVAL et al. (1999).

4.4.4. Umidade

Na Tabela 4.15 encontram-se os valores de umidade em peitos de frangos machos e fêmeas após o congelamento.

Tabela 4.15. Valores de umidade em peitos de frangos machos e fêmeas determinados após o congelamento.

Experimento	Idade	Temperatura de	Sexo	Umidade [%]	Desvio
-------------	-------	----------------	------	-------------	--------

nº	[dias]	Congelamento [°C]			Padrão
1	30	-45	Macho	73,50	± 0,21
2	50	-45	Macho	72,80	± 0,23
3	30	-25	Macho	73,34	± 0,65
4	50	-25	Macho	72,77	± 0,62
5	30	-45	Fêmea	73,93	± 0,36
6	50	-45	Fêmea	72,83	± 0,17
7	30	-25	Fêmea	73,99	± 0,23
8	50	-25	Fêmea	72,52	± 0,20
9	40	-35	Fêmea	71,80	± 1,31
10	40	-35	Fêmea	72,21	± 0,47
11	40	-35	Fêmea	71,60	± 0,86
12	40	-35	Macho	72,38	± 1,04
13	40	-35	Macho	71,19	± 0,22
14	40	-35	Macho	71,95	± 1,62

Os valores de umidade após o congelamento variaram de 71,19% a 73,99% independentemente do sexo e idade. Levando em consideração o sexo tivemos machos apresentando valores de 71,19% a 73,50% e fêmeas entre 71,60% a 73,99%. Em relação à temperatura de congelamento, os frangos congelados a -25°C apresentaram para os machos, valores de umidade de 72,77% para os de 50 dias de idade e de 73,34% para os de 30 dias, enquanto que as fêmeas apresentaram 72,52% para 50 dias e 73,99% para 30 dias, onde os de 30 dias de idade de ambos os sexos apresentaram maior percentual de umidade em relação aos de 50 dias.

Os frangos congelados a temperatura de -35°C apresentaram para os machos de 40 dias valores de umidade entre 71,19% a 72,38% enquanto para as fêmeas os valores foram entre 71,60% a 72,21%.

Os frangos congelados a -45°C apresentaram para os machos valores de umidade de 72,80% para os de 50 dias e 73,50% para os de 30 dias e as fêmeas apresentaram valores de 72,83% para 50 dias e 73,93% para 30 dias. Para os dois

sexos os frangos com idade de 50 dias apresentaram menor percentual de umidade do que os de 30 dias.

Levando-se em consideração somente à idade, independente da temperatura de congelamento e do sexo o valor de umidade variou entre 73,34% a 73,99% aos 30 dias (diferença de 0,65%), de 71,19% a 72,38% aos 40 dias (diferença de 0,99%), e de 72,52% a 72,83% aos 50 dias (diferença de 0,31%), onde a maior diferença no percentual de umidade ocorreu nos frangos de 40 dias de idade.

Na Figura 4.18 encontra-se o gráfico de Pareto para as determinações de umidade em peitos de frangos machos e fêmeas determinados após o congelamento dos frangos.

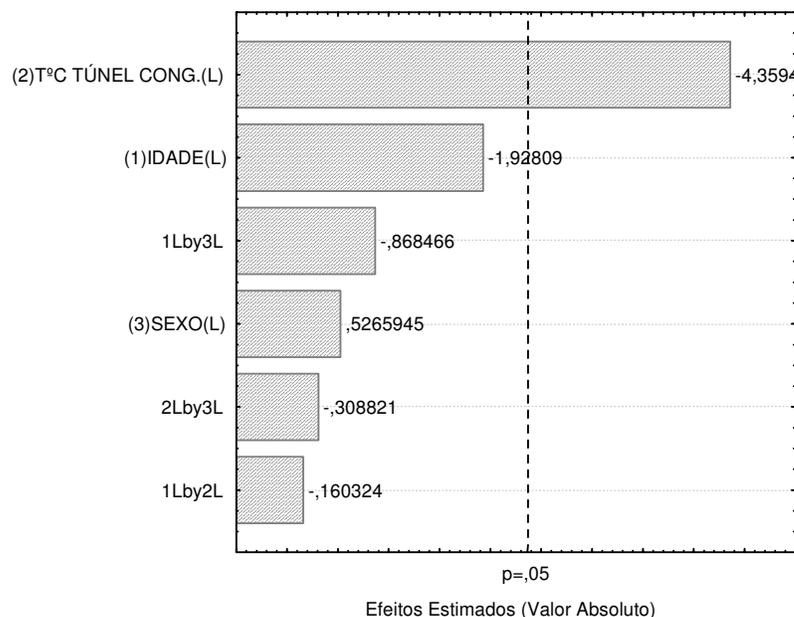


Figura 4.18. Gráfico de Pareto para as análises de umidade em peitos de frangos machos e fêmeas determinados após o congelamento dos frangos.

Observa-se no gráfico de Pareto (Figura 4.18) que a variável temperatura túnel de congelamento apresentou efeito significativo negativo ($p < 0,05$) sobre o teor de umidade encontrada nos frangos após congelamento. Analisando os dados da Tabela 4.15 onde frangos do mesmo sexo e idade foram congelados as

temperaturas de -25°C e -45°C (Tabela 4.15), nota-se que os valores de umidade nos frangos congelados a -45°C foram maiores do que os encontrados nos frangos congelados a -25°C . Esses resultados vêm de acordo ao relatado por VARNAM e SUTHERLAND (1995), que durante o congelamento lento no período de cristalização ocorre a formação de grande quantidade de cristais de gelo extracelulares, que na etapa de congelamento se perdem facilmente, influenciando no conteúdo de umidade final da carne.

Independentemente do sexo, idade e temperatura de congelamento empregada os valores de umidade nos peitos de frangos após o congelamento e descongelamento foram em na sua grande maioria menores (Tabela 4.15) do que os valores dos peitos de frango resfriados (após a saída do chiller, Tabela 4.7), ocorrendo diferença significativa nos frangos com 40 dias de idade (APENDICE B), mas não ocorrendo diferença significativa entre frangos com idades de 30 e 50 dias ao nível de 5% pelo teste de Tukey (Apêndice A e C). Cabe salientar que nos experimentos 6 e 8 os valores não foram menores. Esses menores valores de umidade encontrados eram esperados, uma vez que durante o congelamento conforme a temperatura empregada formam cristais de gelo intercelulares e intracelulares, e quando no descongelamento promoveu uma maior ou menor perda de umidade (VARNAM e SUTHERLAND, 1995).

4.4.5. Textura (força de cisalhamento)

Na Tabela 4.16 encontram-se os valores de textura em peitos de frangos machos e fêmeas após o congelamento.

Os valores de textura após o congelamento dos peitos de frangos variaram de $1,28 \text{ Kgf/cm}^2$ a $1,76 \text{ Kgf/cm}^2$ independentemente do sexo e idade. Os frangos machos apresentaram valores de textura $1,32 \text{ Kgf/cm}^2$ a $1,76 \text{ Kgf/cm}^2$ enquanto que nas fêmeas o valor foi de $1,28 \text{ Kgf/cm}^2$ a $1,71 \text{ Kgf/cm}^2$. Em relação à temperatura de congelamento, os frangos machos de 50 dias de idade congelados a -25°C , apresentaram valor de textura de $1,76 \text{ Kgf/cm}^2$ e de 30 dias valor de $1,36 \text{ Kgf/cm}^2$. Nas fêmeas os valores foram de $1,68 \text{ Kgf/cm}^2$ para 50 dias e $1,28 \text{ Kgf/cm}^2$ para 30 dias (Tabela 4.16).

Tabela 4.16. Valores de força de cisalhamento em peitos de frangos machos e fêmeas determinados após o congelamento.

Experimento nº	Idade [dias]	Temperatura de Congelamento [°C]	Sexo	Força de cisalhamento [Kgf/cm ²]	Desvio Padrão
1	30	-45	Macho	1,32	± 0,03
2	50	-45	Macho	1,73	± 0,23
3	30	-25	Macho	1,36	± 0,27
4	50	-25	Macho	1,76	± 0,10
5	30	-45	Fêmea	1,39	± 0,06
6	50	-45	Fêmea	1,66	± 0,12
7	30	-25	Fêmea	1,28	± 0,19
8	50	-25	Fêmea	1,68	± 0,15
9	40	-35	Fêmea	1,66	± 0,09
10	40	-35	Fêmea	1,61	± 0,20
11	40	-35	Fêmea	1,71	± 0,06
12	40	-35	Macho	1,46	± 0,20
13	40	-35	Macho	1,56	± 0,17
14	40	-35	Macho	1,63	± 0,07

Observa-se que os frangos de 50 dias (macho e fêmea) apresentaram maiores valores de força de cisalhamento do que os frangos de 30 dias, implicando em carne mais dura. Esses resultados podem ser explicado em decorrência que os frangos de 50 dias, apresentaram menor valor de umidade do que o de 30 dias de idade (Tabela 4.15), e conforme GAYA e FERRAZ (2006) a textura da carne esta intimamente relacionada a quantidade de água intramuscular, pois quanto maior for o conteúdo de água fixada no músculo , maior será a maciez da carne.

Os frangos de 40 dias de idade congelados a temperatura de -35°C, apresentaram para os machos valores de textura entre 1,46 Kgf/cm² a 1,63 Kgf/cm² enquanto que as fêmeas os valores variaram entre 1,61 Kgf/cm² a 1,71 Kgf/cm² (Tabela 4.16).

No congelamento a -45°C os frangos machos apresentaram força de cisalhamento de 1,73 Kgf/cm² para os de 50 dias de idade e de 1,32 Kgf/cm² para

com 30 dias. Nas fêmeas os valores foram 1,66 Kgf/cm² para 50 dias e 1,39 Kgf/cm² para de 30 dias. Os frangos com 50 dias de idade em ambos os sexos, apresentaram os maiores valores de força de cisalhamento, em relação aos frangos com 30 dias de idade.

Na Figura 4.19 apresenta os efeitos das variáveis independentes estudadas em função da resposta força de cisalhamento após o congelamento dos frangos.

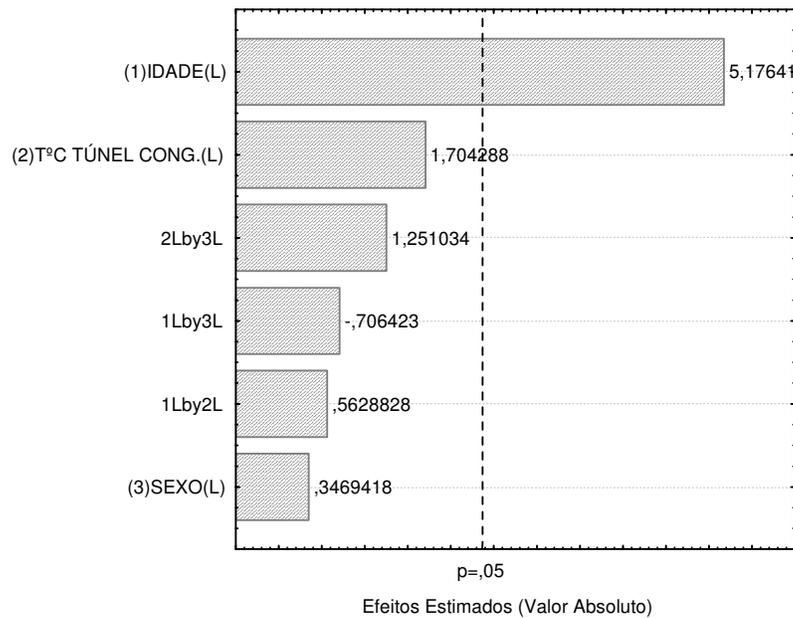


Figura 4.19. Gráfico de Pareto para as análises de força de cisalhamento em peitos de frangos machos e fêmeas determinados após o congelamento dos frangos.

Analisando a Figura 4.19 observa-se que a variável idade, apresentou efeito positivo significativo ($p < 0,05$) sobre a textura, fato esse que pode ser confirmado pelos valores de textura apresentados na Tabela 4.16. Assim levando em consideração somente as idades, independente da temperatura de congelamento e do sexo os valores da força de cisalhamento variaram entre 1,28 Kgf/cm² a 1,39 Kgf/cm² aos 30 dias idade, de 1,46 Kgf/cm² a 1,71 Kgf/cm² aos 40 dias e de 1,66

Kgf/cm² a 1,76 Kgf/cm² aos 50 dias, demonstrando o que conforme aumenta a idade aumenta a força de cisalhamento.

Quando comparamos os dados de força de cisalhamento encontrados nos peitos de frangos congelados com os dos peitos de frangos resfriados (Tabela 4.6), não levando em consideração a idade e sexo, temos que os valores de força de cisalhamento nos frangos congelados e descongelados foram maiores, não ocorrendo diferença significativa ao nível de 5% pelo teste Tukey (Apêndices A, B e C). O aumento dos valores da força de cisalhamento nos peitos congelados (Tabela 4.16) é conseqüência dos valores de pH que diminuíram (Tabela 4.12), das proteínas que desnaturaram pela queima pelo frio e pela formação de cristais extracelulares (VARNAM e SUTHERLAND, 1995), que promoveu aumento na perda de água por exsudação (Tabela 4.14), que por sua vez diminui o teor de umidade nos peitos de frangos (Tabela 4.15).

4.4.6. Cinzas

Na Tabela 4.17 encontram-se os valores de cinzas nos peitos de frangos machos e fêmeas após o congelamento e descongelamento dos frangos.

Os valores de cinzas após o descongelamento variaram de 0,99% a 1,46% independentemente do sexo e idade. Os peitos de frangos machos apresentaram valores percentuais de cinzas entre 1,15% a 1,44% enquanto que das fêmeas de 0,99% a 1,46%. Em relação à temperatura de congelamento, os frangos congelados a -25°C apresentaram para os machos, valores de cinzas de 1,07% para 50 dias e 1,15% para 30 dias enquanto os valores apresentados pelas fêmeas estiveram entre 0,99% para 50 dias e 1,25% para 30 dias, apresentando para machos e fêmeas de 30 dias maior percentual de cinzas em relação aos de 50 dias.

Tabela 4.17. Valores de cinzas em peitos de frangos machos e fêmeas determinados após o congelamento dos frangos.

Experimento nº	Idade [dias]	Temperatura de Congelamento [°C]	Sexo	Cinzas [%]	Desvio Padrão
1	30	-45	Macho	1,29	± 0,08

2	50	-45	Macho	1,21	± 0,12
3	30	-25	Macho	1,15	± 0,05
4	50	-25	Macho	1,07	± 0,04
5	30	-45	Fêmea	1,33	± 0,15
6	50	-45	Fêmea	1,22	± 0,13
7	30	-25	Fêmea	1,25	± 0,03
8	50	-25	Fêmea	0,99	± 0,14
9	40	-35	Fêmea	1,46	± 0,22
10	40	-35	Fêmea	1,35	± 0,05
11	40	-35	Fêmea	1,37	± 0,07
12	40	-35	Macho	1,36	± 0,08
13	40	-35	Macho	1,42	± 0,12
14	40	-35	Macho	1,44	± 0,01

Os frangos congelados a temperatura de -35°C apresentaram para os machos de 40 dias valores de cinzas entre 1,36% a 1,44% enquanto para as fêmeas os valores foram entre 1,35% a 1,46%.

Os frangos congelados a -45°C apresentaram para os machos valores de cinzas de 1,21% para 50 dias e 1,29% para 30 dias e as fêmeas apresentaram valores de 1,22% para 50 dias e 1,33% para 30 dias. Para os dois sexos os frangos com idade de 50 dias apresentaram menor percentual de cinzas do que os de 30 dias.

Entre as idades e independente da temperatura de congelamento e do sexo os valores de cinzas por idade variaram entre 1,15% a 1,33% aos 30 dias (variação de 0,18%), de 1,35% a 1,46% aos 40 dias (variação de 0,11%), e de 0,99% a 1,22% aos 50 dias (variação de 0,23%), onde a maior variação no percentual de cinzas ocorreu com os peitos de frango de 50 dias de idade. (Tabela 4.17).

Na Figura 4.20 encontra-se o gráfico de pareto para as determinações de cinzas em peitos de frangos machos e fêmeas determinados após o congelamento dos frangos.

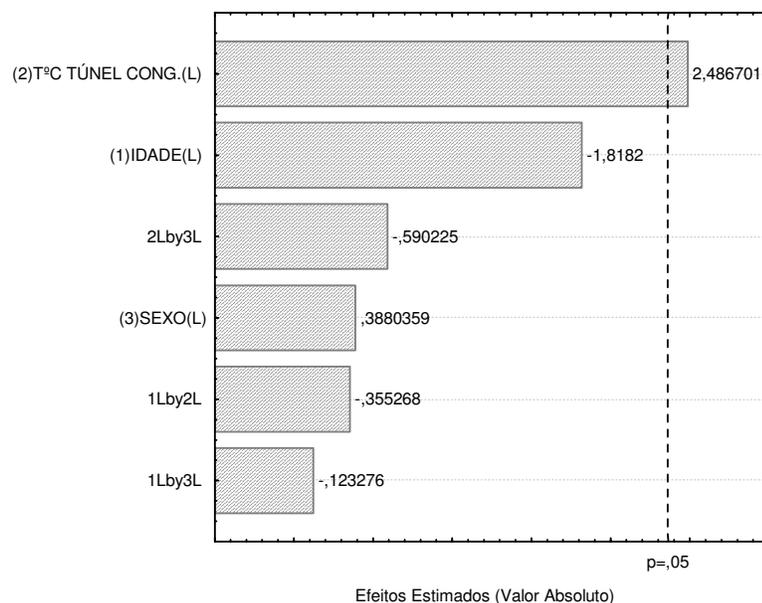


Figura 4.20. Gráfico de Pareto para as análises de cinzas em peitos de frangos machos e fêmeas determinados após o congelamento dos frangos.

Os frangos (macho e fêmea) de 30 dias e 50 dias que foram congelados a -25°C e a -45°C , apresentaram valores de cinzas em ambas as idades e sexos menores a -25°C (Tabela 4.17). Pelo gráfico de Pareto (Figura 4.20), observa-se que a variável temperatura do túnel de congelamento não apresentou efeito sobre os valores de cinzas, mas analisando as Figuras 4.9, 4.11, 4.12 e 4.14 observa-se que a -25°C os frangos de 30 e 50 dias demoraram mais tempo para congelar do que a -45°C . Esse maior tempo de congelamento teria proporcionado uma maior formação de cristais extracelulares, os quais teriam acentuado a desnaturação das proteínas (VARNAM e SUTHERLAND, 1995), e quando do descongelamento ocorreu acentuada perda de minerais em decorrência da desnaturação das proteínas, que proporcionou rearranjo das cadeias laterais, a qual alterou as interações com os minerais e com a água (LINDEN e LORIENT, 1996), que ao sair carregou os minerais.

O conteúdo de cinzas encontrado nos frangos de 30 dias resfriados e congelados não diferiram significativamente ao nível de 5% pelo teste de Tukey

(Apêndice A), mas nos frangos de 50 dias ocorreu diferença significativa entre a fêmea congelada a -25°C e macho resfriado (Apêndice C).

5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Neste trabalho, buscou-se avaliar a influência das condições do processo de congelamento na qualidade de peito de frango de diferentes idades e sexo, por meio da caracterização dos peitos “in natura” e congelados. Além disso, foi realizada a determinação experimental da curva e tempo de congelamento desses produtos, com vistas na determinação do tempo de residência nos túneis de congelamento e na caracterização do processo de congelamento utilizado.

Em relação às análises realizadas com peitos de frango “in natura” foi possível concluir que:

- Nas avaliações de pH 15 minutos após abate, ocorreu maior variação de valores no pH nas fêmeas em relação aos machos.
- Nas avaliações de pH após a saída do *chiller* (75 minutos após o abate), os valores de pH nos machos variaram mais do que nas fêmeas, porém não foi significativa esta variação, mas a idade apresentou influência significativa nos resultados de pH.
- A luminosidade (L^*) determinada após a saída do *chiller* (75 minutos após abate), foi influenciada pelo sexo dos frangos e não pela idade.
- A idade apresentou efeito significativo sobre os valores de exsudados obtidos, quando determinados setenta e cinco minutos após o abate, sendo que foram maiores nos machos de 40 dias de idade.
- O sexo e a idade não apresentaram efeito significativo sobre a força de cisalhamento e umidade, quando determinados setenta e cinco minutos após o abate.
- Embora os frangos machos tenham apresentado maior teor de proteína em relação aos frangos fêmea, o sexo não apresentou efeito significativo para esta variável.
- Os frangos machos independentemente da idade apresentaram menor teor de lipídeos, do que os frangos fêmeas, tendo o sexo um efeito significativo sobre esta variável.

- A quantidade de cinzas nos frangos foi similar em relação ao sexo e diminuiu com a idade.

Em relação às análises realizadas com frangos congelados foi possível concluir que:

- Os frangos (macho e fêmea) com 30 e 50 dias de idade, congelados a -25°C apresentaram os menores valores de cinzas. Para esta variável, somente a temperatura de congelamento apresentou efeito significativo.
- Nenhum dos fatores considerados neste trabalho, idade, sexo e temperatura de congelamento, tiveram efeito significativo no pH, luminosidade e perda de água por exsudação.
- A temperatura de congelamento exerceu um efeito negativo no teor de umidade do frango.
- Ao serem avaliados a temperatura de congelamento, o sexo e idade do frango, apenas a idade apresentou efeito significativo na textura.

Em relação às condições do processo de congelamento e a sua influência na qualidade do frango, constatou-se que:

- O tempo de congelamento foi proporcional à idade e a temperatura de congelamento.
- O tempo de congelamento dos frangos fêmea foi superior comparado aos dos frangos macho.
- As curvas de congelamento realizadas a -25°C apresentaram um comportamento típico de baixa taxa de congelamento. Para a temperatura de -45°C , o comportamento destas curvas é tipicamente de altas taxas de congelamento. E a -35°C , foram obtidas curvas com ambos os comportamentos, sendo que os frangos de 50 dias foram os que apresentaram comportamento caracterizado por baixa taxa de congelamento, a -35°C .
- Não houve diferença significativa para os valores medidos de pH e textura nos frangos congelados comparados aos frangos resfriados.
- Verificou-se diferença significativa (Apêndice B) no conteúdo de cinzas nos frangos congelados e resfriados de 40 e 50 dias de idade,

independentemente do sexo. Além disso, a temperatura de congelamento exerceu influência no teor de cinzas para os frangos de 50 dias.

- Apesar de não haver diferença significativa entre os valores medidos de luminosidade e perda de água por exsudação entre os frangos congelados e resfriados, o processo de congelamento promoveu um aumento nos valores de luminosidade (L^*) e perda de água por exsudação em carne de frango independentemente da idade e sexo.
- Os frangos congelados a -45°C tiveram menor perda de umidade, apesar de não haver diferença significativa entre os valores de umidade dos frangos congelados e resfriados.
- Ocorreu aumento na força de cisalhamento nos frangos que foram congelados nas três temperaturas, embora esta diferença não tenha sido significativa.
- Nos frangos machos de 50 dias congelados a -25°C apresentaram maior valores de luminosidade, perda de água por exsudação e textura e menores valores de umidade e cinzas do que os frangos congelados a -45°C .

Uma vez que os resultados obtidos neste trabalho indicam que o processo de congelamento não afeta de maneira significativa a qualidade do frango, conclui-se que o processo de congelamento a temperatura de -35°C é a condição mais adequada para os frangos de 30 e 40 dias e que os frangos de 50 dias deveriam ser congelados a -45°C , para que seja promovida uma alta taxa de congelamento no processo.

Como continuidade nesta linha de trabalho, sugerem-se como trabalhos futuros:

- Realizar as análises em quadruplicata com o frango resfriado e congelado, com a mesma amostra.
- Desenvolver um modelo matemático para prever o tempo de congelamento dos frangos, em função da temperatura de congelamento, idade e sexo do frango.

- Realizar um estudo de viabilidade econômica para adicionar aos resultados obtidos com o intuito de determinar ou confirmar a temperatura ótima de operação para o processo de congelamento.

6 REFERÊNCIAS

- AGUIAR, A. P. S. Opinião do consumidor e qualidade da carne de frangos criados em diferentes sistemas de produção. **Dissertação de Mestrado** em Tecnologia de Alimentos. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. 70p. Piracicaba. 2006.
- ALLEN, C. E.; FOEGEDIND, E. A. Some lipid characteristics and interactions in muscle foods. A review. **Food Technology**, v.35, p.253-257, 1981.
- ALLEN, C. D.; FLETCHER, D. L.; NORTHCUTT, J. K.; RUSSEL, S. M. The relationship of broiler breast color to meat quality and self-life. **Poultry Science**. v.77, n.2, p.361-366, 1998.
- ARCAR, N.; MORAN JR, E. T. BILGILI, S. F. Live performance and carcass yield of male broilers from two commercial strain crosses receiving rations containing lysine below and above the established requirement between six end eight weeks of age. **Poultry Science**. v.70, n.11, p.2315-2321, 1991.
- ARDITO, E. F. G.; ALVES, R. M. V. Embalagens para alimentos congelados. **Coletânea do Instituto Tecnológico de Alimentos**, v.24, n.1, p.11-28, 1994.
- AZEVEDO, P. R. A. O Valor nutricional da carne. **Revista Nacional da Carne**. n.327, p.18-34, 2004.
- BEN, A. M. Effect of freezing and microbial growth en myoglobin derivates of beef. **Food Chemistry**, v.147, n.10, p.4093, 1999.
- BENDALL, J. R.; SWATLAND, H. J. A review of the relationships of pH with physical aspects of pork quality. **Meat Science**. Barking, v.24, p.85-126, 1988.
- BERAQUET, N. Influência de fatores *ante e post mortem* na qualidade da carne de aves. **Revista Brasileira de Ciência Avícolas**, n.1, p.155-166, 1999.
- BERRI, C.; WACRENIER, N.; MILLET, N.; LE BIHAN- DUVAL, E., Effect of selection for improved body composition on muscle and meat characteristics of broilers

- from experimental and commercial lines. **Poultry Science**. v.80, n.7, p. 8-833, 2001.
- BRASIL. Ministério da agricultura e do abastecimento. secretaria nacional de defesa agropecuária. Laboratório nacional de referência animal (LANARA). **Métodos analíticos oficiais para controle de produtos de origem animal e seus ingredientes**: Métodos físico-químicos aprovado pela portaria n. 001 de 07/10/81. Brasília. 123p. 1981.
- BRESSAN, M. C., BERAQUET, N. J.; Efeito de fatores pré-abate sobre a qualidade da carne de peito de frango. **Ciência agrotec.**, Lavras. v.26, n.5, p. 1049 -1059, set/out. 2002. Disponível na World Wide Web:
http://www.editora.ufla.br/revista/26_5/art22.pdf
- BROSSI, C.; FISCHER, R. C.; BUZETO, D.; AGUIAR, A. P. S.; CASTILLO, C. C. Efeito do estresse térmico pré abate sobre a qualidade de carne de peito de frango. **CD dos anais do III Congresso brasileiro de carnes**, São Pedro-SP. 2005.
- CASTILLO, C. J. C. Qualidade de carcaça e carne de aves. **Congresso brasileiro de ciência e tecnologia de carnes**, 2001, São Pedro. **Anais...** São Pedro: ITAL, p.79-99. 2001.
- CASTRO, J. B. J. Efeito do jejum alimentar na qualidade da carne de frangos de corte criados em sistema convencional. Dissertação de Mestrado. Piracicaba, São Paulo, 44p. 2006.
- CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos**. Campinas-SP. Editora da Unicamp. 212p. 1999.
- CHEFTEL, J.; CHEFTEL, H.; BESANÇON, P. – **Introducción a la bioquímica y tecnología de los alimentos**. Ed. Acribia. 2ª ed. Zaragoza (Espanha). 1992.
- CHEN, X.; MORAN J. E.T. The withdrawal feed of broilers: carcass responses to dietary phosphorus. **Journal of Applied Poultry Research**, p.69-82. 1995.

- COBOS, A.; DE LA HOZ.; L.; CAMBERO, M. L.; ORDÓÑEZ, J. A. Revisión: Influencia de la dieta animal en los ácidos grasos de los lípidos de la carne. **Revista Española de Ciência y Tecnologia de Alimentos**, v.34, n.1, p.35-51,1994.
- CONTRERAS-GUZMAN, E. S. Pescado e Produtos Marinhos. In: **VAN DENDER, A. G. F. Armazenamento de Gêneros e Produtos Alimentícios**. São Paulo: Secretaria de Indústria e Comércio, Ciência e Tecnologia, p.201-225. 1982.
- COTTA, J. T. B.; CAMPOS, E. J., Refrigeração de carcaças de frangos. Efeitos sobre as qualidades gerais e suculência da carne. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia** da UFMG, Belo Horizonte, v.33, n.3, p.471-475, dez. 1981.
- DALANEZI, J. A.; MENDES, A. A.; GARCIA, E. A.; GARCIA, R. G.; MOREIRA, J.; TAKITA, T. S.; PAZ, I. C. L. A. Efeito da idade da matriz sobre o rendimento e qualidade da carne de frangos de corte. **Ciências Tecnologia de Alimentos**. p.685-690. Campinas, SP, 2004.
- DEMBY, J. H.; CUNNINGHAN, F. E. Factors affecting composition of chicken meat, a literature review. **World Poultry Science Journal**, Cambridge, v.36, n.1, p.25-67, 1980.
- EDWARDS, H. M.; DENMAN, F.; ABOV-ASHOUR, A.; NUGARA, D. Carcass composition studies. I. Influence of age, sex and type of dietary supplementation on total carcass and fatty acid composition of chickens. **Poultry Science**, Ontário, v.52, n.3, p.934-948. 1973.
- FLETCHER, D. L. Ante mortem factors related to meat quality. In: **European symposium on the quality of poultry meat, 10th**, Doorwerth, **Proceedings**...Beekbergen: Spelderholt Centre for Poultry Research and information Services, p.9-11. 1991.

- FLETCHER, D. L. Broiler breast meat color variation, pH, and texture. **Poultry Science**. Department of Poultry Science, the University of Geórgia, Athenas, Geórgia, v.78, p.1323–1327, 1999.
- FLETCHER, D. L. Poultry meat quality. **World's Poultry Science Journal**, Ithaca, v.58, n.2, p.131-145, 2002.
- FLORES, J.; BERMELL, S. Propriedades funcionales de lãs proteínas miofibrilares: capacidad de retención de água. **Revista Agroquímica Tecnologia de Alimentos**. v.24, n.2, p. 55-158, 1984.
- GARCIA, R. G.; MENDES, A. A.; GARCIA, E. A.; NÄÄS, I. A.; MOREIRA, J.; ALMEIDA, I. C. L.; TAKITA, T. S. Efeito da densidade de criação e do sexo sobre o empenamento, incidência de lesões na carcaça e qualidade da carne de peito de frangos de corte. **Revista Brasileira Ciências Avícolas**, Campinas, v.4, n.1, 2002.
- GAVA, A. J. **Princípios da Tecnologia de Alimentos**. 7^o edição. São Paulo, 1985.
- GAYA, L. G.; FERRAZ, J. B. S.; BALIEIRO, J. C. C.; MATTOS, E. C.; COSTA, A. M. M. A.; ROSA, A. F.; FELÍCIO, A. M.; REZENDE, F. M.; MICHELAN FILHO, T.; ELER, J. P.; SILVA, M. E. B.; NAKASHIMA, S. H. Correlações fenotípicas entre o peso do peito e características de qualidade de carne em frangos de linhagem macho. **III Congresso brasileiro de ciência e tecnologia de carnes**. Campinas-SP, 2005.
- GAYA L. G.; FERRAZ J. B. S. Aspectos genético-quantitativos da qualidade da carne em frangos. **Ciência Rural**. v.36, n.1, p.349-356, Santa Maria, 2006.
- GERMAN, J. B. Muscle lipids. **Journal Muscle Foods**, v.1, p.339-361, 1990.
- GOULD, W. A. **Unit operations for the food industries**. New York: CTI Publications, Inc. 181p. 1996
- HALÁSZ, L.; PINHEIRO, C. P.; ARAÚJO FILHO, E. N.; SATO, G.T.; YOSIMURA, I. Y.; TAYAR, Y.; LACERDA, R. **Refrigeração**. São Paulo: Secretaria da indústria,

- comércio, ciência e tecnologia. Coordenadoria da indústria e comércio. 200p. 1980.
- HEDRICK, H. B.; ABERLE, E. D.; FORREST, J. C.; JUDGE, M. D.; MERKEL, R. A. **Principles of Meat Science**. 3.ed. Kendall/Hunt Publishing Company-Dubuque, Iowa, 354p, 1994.
- HONIKEL, K. O.; HAMM, R. Measurement of water-holding capacity and juiciness. In: PEARSON, A. M.; DUTSON, T. R. (Ed.) **Quality attributes and their measurement in meat, poultry and fish products**. Cap.5. p.125-159, 1994.
- HUALLANCO, M. B. A. Aplicação de um sistema de classificação de carcaças e cortes e efeito pós abate da qualidade de cortes de frangos criados no sistema alternativo. **Dissertação de mestrado**. 82p. Piracicaba, São Paulo, 2004.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ (IAL). **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. Métodos químicos e físicos para análise de alimentos, 3.ed. São Paulo: IMESP, v.1, p.21-48, 1985.
- INSTITUTO INTERNACIONAL DEL FRIO. **Alimentos Congelados-Processados y Distribución**. Zaragoza: Acribia, 184p. 1990
- JENSEN, C; LAURIDSEN, C; BERTELSEN, G. Dietary vitamin E: quality and storage stability of pork and poultry. **Trends Food Science Technology**. Cambridge. V.9, p.62-72, 1998.
- JULIÃO, A. M. Avaliação da composição centesimal e aceitação sensorial da carne de frango de linhagens comercial e tipo colonial comercializadas em nível varejista. **Dissertação mestrado**. 104p. Niterói, Rio de Janeiro, 2003.
- KAREL, M. **Principles of Food Science: Physical principles of food preservation**. Madison: CRC Press, 1975.
- KAUFFMAN, R. G. e B. B. MARSH. Quality characteristics of muscle as a food. In: **The Science of Meat and Meat Products**. J. F. Price and B.S. Schweigert (eds.). Food & Nutrition Press, Inc., Westport, Connecticut. 1987.

- LANGSLOW, D. R.; LEWIS, R.J. Alterations with age in composition and lipolytic activity of adipose tissue from male and female chickens. **British Poultry Science**, p.267-273. 1974.
- LARA, J. A. F.; NINOV, K.; BONASSI, C. A.; LEDUR, M. C.; NEPOMUCENO, A. L.; SHIMOKOMAKI, M. **Estresse térmico e incidência de carne PSE em frangos**. <Disponível em: <http://www.cnpsa.embrapa.br/genomafrango/publica/apinco-jorge.pdf#search='pse%20frangos'> > acesso em : 25/07/2006.
- LE BIHAN-DUVAL, E., MILLET, N., REMIGNON, H. Broiler meat quality: effect of selection for increased carcass quality and estimates of genetic parameters. **Poultry Science**. v.78, p.822-826, 1999.
- LESSIRE, M. Matières grasses alimentaires et composition lipidique des volailles. INRA. **Prod. Anim.**, v.14, p.365-370, 2001.
- LIGHT, N. D. The role of collagen in determining the texture of meat. In: **Advances in Meat Research**. V.4. Collagen as a Food. A.J. Bailey, A.M. Pearson, and T.R. Dutson (eds.). AVI, New York, NY. 1987.
- LINDEN, G.; LORIENT, D. Capítulo 2. **Propiedades tecnofuncionales, Bioquímica Agroindustrial**, Zaragoza, España, Editorial Acribia, p.11-42, 1996.
- MAGALHÃES, P. C. Efeitos da utilização de proteína de origem vegetal em substituição a proteína de origem animal sobre a absorção de água da carcaça e maciez do músculo *pectoralis major* em frangos de corte. **Dissertação Mestrado**, 70p. Universidade Estadual do Paraná, Curitiba-PR, 2004.
- MCLEOD, J. A. Nutritional factors influencing carcass fat in broilers. **World's Poultry Science Association Journal**, p.194-200, 1983.
- MELLONI, E., F. SALAMINO, B. SPARATORE. The calpain-calpastatin system in mammalian cells: properties and possible functions. **Biochimie**, v.74, p.217-223, 1992.
- MENDES, A. A; MOREIRA, J.; GARCIA, R. G. Qualidade da Carne de Peito de Frango de Corte. **Revista Nacional da Carne**, n.317 p.138-144, 2003.

- MENDES, A. A.; DELANEZI, J. A.; GARCIA, E. A.; GARCIA, R.G.; MOREIRA, J.; TAKITA, T. S.; PAZ, I. C. L. A. Efeito da idade da matriz sobre o rendimento e qualidade da carne de frangos de corte. **Ciências Tecnologia de Alimentos**. v.24, n.4, p.685-690, 2004.
- MORAN, E. T. Response of broiler strains differing in body fat to inadequate methionine on live performance and processing yields. **Poultry Science**. USA, v.73, p.1116-1126, 1994.
- MOREIRA, R. S. R.; ZAPATA, J. F. F.; FUENTES, M. F. F.; SAMPAIO, E. M.; MAIA, G. A. Efeito da restrição de vitaminas e minerais na alimentação de frangos de corte sobre o rendimento e a composição da carne. **Ciências Tecnologia Alimentos**., Campinas, v.18, n.1, 1998.
- MOREIRA, J.; MENDES A. A.; GARCIA, R. G.; ALMEIDA, I. C. L.; NAAS, I. A.; MATTOS T. K.; ROSSI, P.; SILVA, A. P.; Avaliação do rendimento e qualidade da carne em frangos de corte de diferentes linhagens e densidades. In: **Anais 1º Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Carnes**, p.205-206. São Pedro-SP, 2001.
- MOREIRA, J., MENDES A. A., GARCIA, R. G., ALMEIDA, I. C. L., NAAS, I. A., PELICIA, K.; ROÇA, R. O.; Efeito da densidade, linhagem, sexo e nível de energia da dieta sobre o rendimento e qualidade da carne de peito de frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, suplemento 4, p.3, 2002.
- MOREIRA, J., MENDES A. A., GARCIA, R. G., ALMEIDA, I. C. L., OLIVEIRA, R. P. GARCIA, E. A. Avaliação de desempenho, rendimento de carcaças e qualidade da carne do peito em frangos de linhagens de conformação versus convencionais. **Revista Brasileira de Zootecnia**,v.32, n.6, p.1663-1673, 2003.
- MOREIRA, J. Causas da ocorrência de carne PSE em frangos de corte e como controlá-las. **IV Seminário Internacional de Aves e Suínos (Avesui), Qualidade da carne de aves: enfoque à industrialização**. Maio/ 2005. Florianópolis –SC. < Disponível na World Wide Web:

http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/publicacao_k7v27q2b.pdf>

Acesso em 24/07/2006.

NEVES FILHO, L. C.; **Resfriamento, Congelamento e Estocagem de Alimentos.**

São Paulo: IBF/ABRAVA/SINDRATAR, 176p. 1991.

NORKUS, E. A., SOUZA, H. B. A., SOUZA, P. A., OBA, A., KODAWARA, L. M.,

LEONEL, F. R., PELICANO, E. R. L., Avaliação da Qualidade Física e Química

da Carne de Frangos Abatidos com Diferentes Idades. In: Anais **1º Congresso**

Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Carnes, São Pedro-SP. p.203-204,

2001.

NORTHCUTT, J. K.; FOEGEDING, E. A.; EDENS, F. W. Water-holding properties of

thermally preconditioned chicken breast and leg meat. **Poultry Science**, v.73,

n.2, p.308-316, 1994.

NOVELLO, D. Avaliação bromatológica e perfil de ácidos graxos da carne de frango

de corte alimentados com rações contendo farinha de peixe ou aveia branca.

Dissertação Mestrado. 95p. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2005.

OLIVO, R.; SHIMOKOMAKI, M. **Carnes: No Caminho da Pesquisa.** 2.ed. Cocal do

Sul: Imprint, 155p. 2002.

OLIVO, R. Atualidades na qualidade da carne de aves. **Revista Nacional da Carne.**

n.331, p.38-50, 2004.

OURIQUE, J. M. R. Características físico-químicas e organolépticas e suas relações

na avaliação da qualidade da carne suína. Porto Alegre: Universidade Federal

do Rio Grande do Sul, 104p. **Dissertação Mestrado.** Universidade Federal do

Rio Grande do Sul, 1989.

OSMAN, A. M. A.; TAWFIK, E. S.; RISTIC, M.; HEBELER, W.; KLEIN, F. W. Effects

of environmental temperature on fattening performance, carcass quality and

meat quality of broilers of both sexes and various ages. V. Physical and chemical

meat quality traits. **Archiv fuer Gefluegelkunde.** Stuttgart, v.54, n.1, p.20-28,

1990.

- PAINE. F. A.; PAINE. H. Y. **A handbook of food packing**. Glasgow: Blackie Academic & Professional, 497p.1983.
- PAPA, C. M.; FLETCHER, D. L. Pectoralis muscle shortening and rigor development at different locations within the broiler breast. **Poultry Science**. Champaign, v.67, n.4, p.635-640, 1988.
- PARDI, M. C.; SANTOS, F. J.; SOUZA, R. E.; PARDI, S. H. **Ciência, Higiene e Tecnologia da Carne**. 2º ed. Goiânia: Editora Universidade Federal de Goiânia, v.1, 455p, 2001.
- PRANDL, O.; FISCHER, A.; SCHMIDHOFER, T.; SINELL, H. **Tecnología e higiene de la Carne**. Ed. Acribia S.A. Zaragoza (Espanha).1994
- QIAO, M.; FLETCHER, D. L.; NORTHCUTT, J. K.; SMITH, D. P. The Relationship Between Raw Broiler Breast Meat Color and Cow Position. **Poultry Science**. v.81, n.3, p.422-427, 2002.
- RENAUD, T.; BRIERY, P.; ANDRIEU, J.; LAURENT, M. Thermal Properties of food materials in the frozen state, **Journal of Food Engineering**, v.15, p.83-97, 1992.
- ROBERTSON. G. L. **Food packaging: Principles and Practice**. New York: Marcel Decker, 676p, 1992.
- ROÇA, O. R. **Congelação**. Disponível em:<<http://puhrs.campus2br/^Thompson/tpoa-carne/roca109.pdg>> acesso em 25/11/2006a.
- ROÇA, O. R. **Composição Química da Carne**. Disponível em http://www.dag.uem.br/prof/ptmpintro/material/3b/carne/comp_quimica.pdf>, acesso em : 25/11/2006b.
- 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, A. L.; SAKOMURA, N. K.; FREITAS, E. R.; FORTES, C. M. L. S.; CARRILHO, E. N. V. M.; FERNANDES, J. B. K. Estudo do crescimento,

- desempenho, rendimento de carcaça e qualidade de carne de três linhagens de frango de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.34, n.5, p.1589 – 1598. São Paulo, 2005.
- SAYRE, R. N.; BRISKEY, E. J.; HOEKSTRA, W. G.; BRAY, R. W. Alteration of *post mortem* change in porcine muscle by preslaughter heat treatments and diet modification. **Journal Food Science**, v.28, p.292-297, 1963.
- SARANTOPOULOS, C. I. G. L.; OLIVEIRA, L. M.; CANAVESI, E. **Requisitos de conservação de alimentos em embalagens flexíveis**. Campinas: CETEA/ITAL, 213p. 2001.
- SERRANO, A. M.; ROÇA, R. O. Desenvolvimento de fiambres com carne de frango. **Dissertação Mestrado**. Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos. Campinas-SP. 183p. 1986.
- SINGH, R. P.; HELDMAN, D. R. – **Introduction to Food Engineering** – Academic Press, USA. 1993.
- SOSNICKI, A. A. PSE –like syndrome in breast muscle of domestic turkeys: a vreview. **Journal of Muscle Foods**, Urbana, v.9, p.13-23, 1998.
- SOUTHGATE, D. **Conservación de frutas e hortalizas**. 14^º ed. Zaragoza (Espana). Editorial ACRIBA S.A, 216p. 1992.
- SOUZA, H. B. A.; Parâmetros físicos e sensoriais utilizados para avaliação de qualidade da carne de frango. **V Seminário Internacional de Aves e Suínos – AveSui 25,26,27 abril 2005**. p.91-96. Florianópolis-SC. 2005.
- STOECKER, Wilbert F. **Industrial Refrigeration Handbook**. McGraw Hill, USA. 1998.
- STURKIE, P.D. **Avian Phisiolosy**. Spring-Verlag, 4^º ed., New York, NY. p.74-86. 1986.
- SWATLAND, H. J. On line evaluation of meat. Lancaster: **Technomic**, 343p. 1995.

- TAKAHASHI, S. E.; MENDES, A. A.; KOMIYAMA, C. M.; MOREIRA, J.; LUDTKE, C.; ALMEIDA PAZ, I. C. L.; BALOG NETO, A.; QUINTEIRO, R. R.; SOUZA, H. B. A.; BORDON, V. F. Levantamento da variação da cor de peitos de frango de corte de diferentes linhagens. **III Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Carnes**. Campinas-SP, 2005.
- TWINING, P. V.; THOMAS, O. P.; BOSSARD, E. H. The effect of diet and type of bird on the carcass composition of broiler at 28, 49 and 59 days of age. **Poultry Science**. Champaign, v.57, n.2, p.492-497. 1978
- UBA – União Brasileira Avicultura : Disponível em :<http://www.uba.org.br> Acesso em 24/07/2006.
- UNIFESP - Universidade Federal de São Paulo, Escola Paulista de Medicina. **Base de Dados de Nutrientes do USDA**. Disponível em:<<http://www.unifesp.br/dis/servicos/nutri/nutri.php?id=753>> Acesso em: 27 de novembro de 2006.
- VAN LAACK. R. L. J. M. Spoilage and preservation of muscle foods. In: KINSMAN, D. M.; KOTULA, A. W.; BREIDENSTEIN, B. C. **Muscle foods**. NewYork: Chapman and Hall, cap.14, p.378-405. 1994.
- VARNAM, A. H., SUTHERLAND, J. P. **Meat and meat products: technology, chemistry and microbiology**. Chapman e Hall, London, 430p, 1995
- VIEIRA, S. L. Conceitos atuais de qualidade em produtos de frango: Efeito da Nutrição Inicial. **Simpósio Internacional de Tecnologia, Processamento e Qualidade da Carne de Aves, Anais**, Concórdia: Embrapa, p.60-68, 1999.
- WATTANACHANT, S., BENJAKUL, S., LEDWARD, D. A., VIEIRA, S. L. Composition, color, and texture of thai indigenous and broiler chicken muscles. **Poultry Science**. Department of food technology, faculty of agro-industry, prince of songkla university, hat yai, songkhla, Thailand, v.83, p.123–128. 2004.

- WHEELER, T. L., SHACKELFORD, S. D., JOHNSON, L., MILLER, M. F. and KOOHMARAIE, M. A Comparison of Warner-Bratzler Shear Force Assessment Within and Among Institutions. *J. Ani. Sci.* 75: p.2423. 1997
- WHITAKER, H. M. A.; MENDES, A. A.; GARCIA, E. A.; ROÇA, R. O.; VAROLLI, J. C.; SALDANHA, E. P. B. Efeito da suplementação de metionina sobre o desempenho e a avaliação de carcaças de frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola.** V.4, n.1, 2002. Disponível <<http://www.scielo.br/pdf/rbca/v4n1/11428.pdf>> acesso em 19/10/2006.
- XIONG, Y.L.; CANTOR, A. H; PESCATORE, A. J.; BLANCHARD. S. P.; STRAW, M. L. Variations in muscle chemical composition, pH and protein extractability among eight different broiler crosses. **Poultry Science.** Department of animal sciences, University of Kentucky, Lexington 40546. v.72, n.3, p. 8-583, 1993.
- YANG, N.; JIANG, R. S. Recent advances in breeding for quality chickens. **World's Poultry Science Journal**, Ithaca, v.61, p.373-381, 2005.
- ZAPATA, J. F. F.; ANDRADE, A. A.; ASSUNÇÃO, G. B.; BARRETO; S. C. S.; ABREU, V. K. G.; FUENTES, M. F. F.; FREITAS, E. R.; GARRUTI, D. S. Efeitos da Raça e do Congelamento sobre Parâmetros de Qualidade da Carne de Peito de Frango. **CD dos Anais do III Congresso Brasileiro de Carnes**, São Pedro – SP, 2005.

7 ANEXO 1

Valores de intensidade de luminosidade medidos pelo equipamento OPTO-STAR e MINOLTA no mesmo pedaço de peito.

Lado esquerdo do peito

Nº experimento	Opto-Star (L*)	Minolta (L*)	Minolta (L)	Diferença (L*)
1	60,5	56,76	48,69	3,74
2	56,0	58,89	48,76	-2,89
3	59,8	56,24	47,89	3,56
4	58,7	53,70	47,68	5,00
5	58,0	58,36	51,30	-0,36
6	61,7	58,00	50,11	3,70

Lado direito do peito

Nº experimento	Opto-Star (L*)	Minolta (L*)	Minolta (L)	Diferença (L*)
1	59,9	58,74	47,61	1,16
2	57,5	59,28	51,75	-1,78
3	60,5	55,03	49,83	5,47
4	58,7	56,84	51,49	1,86
5	58,7	55,33	48,66	3,37
6	60,5	57,98	48,71	2,52

(1)

8 ANEXO 2

Avaliação da diferença entre os equipamentos utilizados para análise de luminosidade OPTO-STAR e MINOLTA no mesmo pedaço de peito.

Teste de Tukey para avaliar os colorímetros Opto-Star e Minolta no lado esquerdo do peito

Equipamento	Média	Repetições	Desvio Padrão
Opto-Star L*	59,11	6	± 2,00
Minolta L*	56,99	6	± 1,89
Minolta L	49,07	6	± 1,38
Total	55,06	18	± 4,75

	Opto-Star L*	Minolta L*	Minolta L
Opto-Star L*		0,131685**	0,000178
Minolta L*	0,131685**		0,000179
Minolta L	0,000178**	0,000179	

** Valores de $p > 0,05$ indicando que não existe diferença significativa entre os equipamentos

Teste de Tukey para avaliar os colorímetros Opto-Star e Minolta no lado direito do peito

Equipamento	Média	Repetições	Desvio Padrão
Opto-Star L*	59,30	6	± 1,20
Minolta L*	57,20	6	± 1,77
Minolta L	49,67	6	± 1,66
Total	55,39	18	± 4,49

	Opto-Star L*	Minolta L*	Minolta L
Opto-Star L*		0,082850**	0,000178
Minolta L*	0,082850**		0,000178
Minolta L	0,000178**	0,000178	

** Valores de $p > 0,05$ indicando que não existe diferença significativa entre os equipamentos

9 APÊNDICE A

Tabela A1. Resultados do Teste de Tukey ($p < 0,05$) em peito de frango “in natura” e congelado nos nos frangos de 30 dias.

CARACTERÍSTICAS	pH	Luminosidade (L*)	Exsudado [%]	Textura [kg/f/cm ²]	Umidade [%]	Cinzas [%]
Macho 30 dias resfriado	6,22 a ±(0,05)	65,90 a ± (4,02)	2,08 a ± (0,74)	1,26 a ± (0,10)	73,56 a ± (0,22)	1,35 a ± (0,03)
Fêmea 30 dias resfriado	6,10 a ± (0,18)	60,47 a ± (1,56)	2,61 a ± (0,96)	1,22 a ± (0,10)	74,52 a ± (0,32)	1,24 a ± (0,02)
Macho 30 dias congelado a -25°C	5,92 a ± (0,14)	65,97 a ± (2,29)	2,71 a ± (0,28)	1,36 a ± (0,28)	73,34 a ± (0,65)	1,15 a ± (0,05)
Fêmea 30 dias congelada a -25°C	5,91 a ± (0,23)	62,97 a ± (3,97)	2,95 a ± (1,09)	1,28 a ± (0,19)	73,99 a ± (0,23)	1,25 a ± (0,08)
Macho 30 dias congelado a -45°C	5,91 a ± (0,02)	66,00 a ± (0,14)	3,72 a ± (1,24)	1,32 a ± (0,03)	73,50 a ± (0,21)	1,29 a ± (0,08)
Fêmea 30 dias congelada a -45°C	5,91 a ± (0,22)	61,27 a ± (5,14)	3,80 a ± (0,70)	1,39 a ± (0,06)	73,93 a ± (0,35)	1,33 a ± (0,15)

NOTA: Os resultados são médias de análises em triplicata, com o desvio padrão entre parênteses. ^{a,b} são analisadas na vertical. Letras diferentes apresentam diferença significativa pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).

10 APÊNDICE B

Tabela B1. Resultados do Teste de Tukey ($p < 0,05$) em peito de frango “in natura” e congelado nos frangos de 40 dias.

CARACTERÍSTICAS	pH	Luminosidade [L*]	Exsudado [%]	Textura [kg/f/cm ²]	Umidade [%]	Cinzas [%]
Macho 40 dias resfriado	5,84 a ±(0,08)	63,98 a ±(1,83)	3,29 a ±(0,66)	1,46 a ±(0,20)	73,88 a ±(0,44)	1,27 ab ±(0,08)
Fêmea 40 dias resfriado	5,86 a ±(0,08)	63,42 a ±(2,02)	2,69 a ±(0,59)	1,39 a ±(0,18)	74,20 a ±(0,31)	1,21 b ±(0,06)
Macho 40 dias congelado a -35°C	5,82 a ±(0,11)	65,87 a ±(0,77)	3,50 a ±(0,11)	1,55 a ±(0,16)	71,84 b ±(1,10)	1,41 a ±(0,08)
Fêmea 40 dias congelada a -35°C	5,84 a ±(0,07)	65,98 a ±(3,11)	3,46 a ±(0,29)	1,66 a ±(0,12)	71,87 b ±(0,86)	1,40 a ±(0,13)

NOTA: Os resultados são médias de análises em triplicata, com o desvio padrão entre parênteses.^{a,b} são analisadas na vertical. Letras diferentes apresentam diferença significativa pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).

11 APÊNDICE C

Tabela C1. Resultados do Teste de Tukey ($p < 0,05$) em peito de frango “in natura” e congelado nos frangos de 50 dias.

CARACTERÍSTICAS	pH	Luminosidade (L*)	Exsudado [%]	Textura [kg/f/cm ²]	Umidade [%]	Cinzas [%]
Macho 50 dias resfriado	6,01 a ± (0,01)	65,60 a ± (1,57)	2,19 a ± (0,53)	1,68 a ± (0,08)	72,83 a ± (0,15)	1,28 a ± (0,14)
Fêmea 50 dias resfriado	5,86 a ± (0,02)	60,70 a ± (1,57)	2,54 a ± (0,87)	1,64 a ± (0,10)	72,61 a ± (1,34)	1,27 ab ± (0,13)
Macho 50 dias congelado a -25°C	5,91 a ± (0,06)	66,40 a ± (1,98)	3,78 a ± (1,29)	1,76 a ± (0,10)	72,77 a ± (0,62)	1,07 ab ± (0,04)
Fêmea 50 dias congelada a -25°C	5,82 a ± (0,10)	63,10 a ± (3,17)	2,92 a ± (3,17)	1,68 a ± (0,15)	72,52 a ± (0,20)	0,99 b ± (0,14)
Macho 50 dias congelado a -45°C	5,87 a ± (0,14)	66,17 a ± (0,46)	3,59 a ± (1,20)	1,73 a ± (0,23)	72,80 a ± (0,23)	1,21 ab ± (0,05)
Fêmea 50 dias congelada a -45°C	5,81 a ± (0,07)	67,30 a ± (2,26)	3,20 a ± (1,34)	1,66 a ± (0,12)	72,83 a ± (0,17)	1,22 ab ± (0,13)

NOTA: Os resultados são médias de análises em triplicata, com o desvio padrão entre parênteses. ^{a,b} são analisadas na vertical. Letras diferentes apresentam diferença significativa pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).