



**UNIVERSIDADE REGIONAL INTEGRADA DO ALTO URUGUAI E MISSÕES URI
ERECHIM**

DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE ALIMENTOS

EDSON ANGHINONI

**INFLUÊNCIA DE CONDIÇÕES OPERACIONAIS DE ESCALDAGEM NA
QUALIDADE DAS CARCAÇAS DE FRANGO EM ESCALA INDUSTRIAL**

ERECHIM, RS - BRASIL

AGOSTO DE 2018

**UNIVERSIDADE REGIONAL INTEGRADA DO ALTO URUGUAI E MISSÕES URI
ERECHIM**

DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE ALIMENTOS

**INFLUÊNCIA DE CONDIÇÕES OPERACIONAIS DE ESCALDAGEM NA
QUALIDADE DAS CARCAÇAS DE FRANGO EM ESCALA INDUSTRIAL**

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós - Graduação em Engenharia de Alimentos da URI Erechim –RS 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 Erechim.

Orientadoras: Prof Dr^a Eunice Valduga
Prof Dr Alexander Junges

ERECHIM, RS –BRASIL

AGOSTO DE 2018

**INFLUÊNCIA DE CONDIÇÕES OPERACIONAIS DE ESCALDAGEM NA
QUALIDADE DAS CARCAÇAS DE FRANGO EM ESCALA INDUSTRIAL**

Edson Anghinoni

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

Comissão Julgadora:

Prof^a Eunice Valduga, Dr. Sc.
(Orientadora)

Prof. Alexander Junges, Dr. Sc.
(Orientador)

Adriane Pegoraro Brustolin, Dr^a. Sc.
(Aurora Alimentos – Erechim)

Rogério Luis Cansian, Dr. Sc.
(URI Erechim)

Erechim, 10 de agosto de 2018

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a Deus por me proporcionar a oportunidade de estar sempre evoluindo profissionalmente e pessoalmente.

A empresa COOPERCENTRAL AURORA ALIMENTOS na pessoa do Sr. Ricardo Jose Fritzen por colaborar e principalmente incentivar a minha formação profissional e acadêmica. Também ao pessoal do P&D principalmente nas pessoas de Lisiane Barbosa e Janaina Mardioni Goncalves de Oliveira pelo auxílio prestado nas análises laboratoriais.

Aos professores Eunice Valduga e Alexander Junges, os quais me ajudaram muito no decorrer desta dissertação e tenho grande admiração pessoal e profissional.

Agradecer a todos que viabilizaram a realização desta dissertação, em especial a Quediane Zorzo Cararo, Eduardo Biasus, Odair Fruhauf, Andre Luiz Bortolanza, e Odivane Fadanni, pelos auxílios prestados na área industrial no decorrer dos ensaios.

Ao Sistema de Inspeção Federal, em especial a Agente Fiscal Fernanda Gemelli, por direcionar empregados da Inspeção Federal para o auxílio necessário no decorrer dos ensaios garantindo o atendimento das normas em vigor e por acreditar no trabalho proposto que busca contribuir com a literatura.

Aos membros da banca pelas correções, sugestões e avaliações deste trabalho.

Aos meus pais Odacir e Neide e minha irmã Aline pelo apoio e incentivo de sempre.

Por fim, a todos que de alguma maneira me auxiliaram no decorrer deste caminho que tracei.

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

INFLUÊNCIA DE CONDIÇÕES OPERACIONAIS DE ESCALDAGEM NA QUALIDADE DAS CARCAÇAS DE FRANGO EM ESCALA INDUSTRIAL

Edson Anghinoni

Agosto/2018

Orientadoras: Prof^a Dr^a Eunice Valduga; Prof Dr Alexander Jungues.

As etapas de processamento em indústrias de frangos de cortes têm grande impacto na qualidade do produto final. Dentre elas destacam-se as etapas de escaldagem e depenagem, que podem ser determinantes para a aceitação do produto. O presente estudo teve como finalidade analisar os efeitos das variáveis, temperatura (52, 57 e 62°C), massa de frango vivo (faixas de 2,4 a 2,6, 2,8 a 3,0 e 3,2 a 3,4 kg) e fluxo de abate (4.000, 6.500 e 9000 frangos/hora) nas características visuais das carcaças de frango (ausência de pele de peito rasgada, epiderme, penas nas asas e sambiquira) e nas avaliações dos parâmetros cor objetiva (L^* , a^* , b^*), perfil textura (dureza, adesividade, elasticidade, coesividade, gomosidade, mastigabilidade e resiliência) e pH de files de peito desossados, empregando metodologia de planejamento de experimentos. Nenhuma das variáveis estudadas apresentou efeito significativo ($p > 0,05$) dentro das faixas estudadas sobre o pH. A cor objetiva L^* foi influenciada significativamente ($p > 0,05$) pela temperatura e pela interação da temperatura e fluxo, sendo que a medida que a temperatura do tanque de escalda aumenta e o fluxo de aves reduz há um aumento na cor objetiva L^* nas superfícies dos meio peitos. A cor objetiva a^* foi afetada significativamente ($p > 0,05$) pela temperatura e pelo fluxo, para valores de temperatura do tanque de escalda maiores (62°C) e valores de fluxo de aves menores (4.000 frangos/hora) ocorreram colorações mais verdes e menos vermelhas na superfície do meio peito. Quanto a cor objetiva b^* esta foi afetada significativamente ($p > 0,10$) somente pela temperatura, sendo que a medida que a temperatura do tanque de escalda aumenta ocorre uma diminuição na cor objetiva b^* . As variáveis independentes estudadas e as respostas em termos de perfil textura (dureza, adesividade, elasticidade, coesividade, gomosidade, mastigabilidade e resiliência), não apresentaram efeito significativo ($p > 0,05$), somente houve efeito significativo ($p > 0,10$) para gomosidade, mastigabilidade e resiliência, sugerindo que os tratamentos dentro das faixas estudadas possam ter alterado as estruturas dos meio peitos em capacidade do produto retornar ao estado antes de sofrer a deformação pela compressão, na desejável sensação de mastigação de porções de carnes e sobre a percepção de um produto mais pastoso ou não. A pele de peito rasgada foi afetada pelas variáveis estudadas com efeito significativo ($p > 0,05$), sendo que ao aumentar a temperatura do tanque de escalda e reduzir a massa do frango vivo e o fluxo de aves há um aumento no percentual de pele de peito rasgada. No que diz respeito a epiderme, está também foi afetada pelas variáveis estudadas de maneira significativa, sendo possível observar que para temperaturas de escalda e massa do frango vivo maiores (62°C e faixa de massa 3,2 – 3,4 kg) combinados com fluxos de aves menores (4.000 frangos/hora) houveram menores

incidências de residual de epiderme. Verificou-se um efeito significativo ($p>0,05$) para os parâmetros de ausência de penas nas asas ($p>0,10$) e ausência de penas na sambiquira, sendo afetados pela temperatura e pelo fluxo de aves, ou seja, a medida que aumentou-se a temperatura do tanque de escalda e reduziu-se o fluxo de aves ocorreu uma redução no residual de penas. O residual de penas nas asas, também, foi influenciado significativamente ($p>0,05$) pela massa das aves vivas, onde observou-se que ao aumentar a massa das aves vivas há uma redução no percentual residual de penas, os resultados obtidos para o parâmetro penas nas asas e sambiquira sugerem a utilização de temperaturas próximas a 57°C , pois nos ensaios utilizando a temperatura de 52°C foram observados mais de 5 penas por asa e sambiquira, o que implica na necessidade de utilização de elevado número de empregados no repasse de penas nas asas o que causaria perdas econômicas a indústria. Descartando-se a possibilidade de redução do fluxo de aves, pois este implica na perda de capacidade fabril gerando elevadas perdas econômicas a indústria, os resultados dos ensaios sugerem a utilização de temperaturas de escalda próximas a 57°C , devido a ineficiência na retirada de epiderme e penas nos ensaios utilizando-se temperatura de 52°C alinhado a necessidade de temperaturas brandas para a manutenção da qualidade do meio peito de frango no que tange aos parâmetros da cor objetiva L^* , a^* e b^* .

Palavras-chave: temperatura, massa, fluxo, cor objetiva, perfil textura, epiderme, penas.

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

Edson Anghinoni
August/2018

Orientadoras: Prof^a Dr^a Eunice Valduga; Prof Dr Alexander Jungues.

Processing steps in the broiler industry have a major impact on the quality of the final product. Among them, the steps of scalding and plucking, which can be decisive for the acceptance of the product. The objective of the present study was to analyze the effect of temperature (52, 57 and 62°C), live chicken weight (2,4 to 2,6, 2,8 to 3,0 and 3,2 to 3,4 kg) and poultry line speed (4000, 6500 and 9000 broiler per hour) as influence on visual conditions in chicken carcasses in the absence of torn breast skin, epidermis, feathers wing and tail, and broiler breast fillets using the color parameters (L^* , a^* , b^*), texture profile of broiler breast fillets (hardness, adhesiveness, elasticity, cohesiveness, guminess, chewing and resilience) and pH. The experimental data were analyzed by analysis of variance (ANOVA) and Tukey's test was used to compare the mean values of the independent variables studied (pH, color parameters, texture profile and visual aspects), with the aid of Statistica version 5.0 software, with a level of significance of 0.10 and 0.05. None of the variables studied had a significance ($p > 0.05$) within the ranges studied on pH. The color parameter L^* was influenced significantly ($p > 0.05$) by temperature and by the interaction of temperature and poultry line speed, and as the temperature (62°C) of the scaling tank increases and the poultry line speed of poultry reduces (4000 broiler per hour) there is an increase in the color parameter L^* on the surfaces of the broiler breast fillets. The color parameter a^* was significantly affected ($p > 0.05$) by temperature and poultry line speed, for higher scaling tank temperature values and lower poultry line speed values there were greener and less red stains on the surface of the broiler breast fillets. As for the color parameter b^* , this effect was significantly affected ($p > 0.10$) only by temperature, and as the temperature of the scaling tank increases, there is a decrease in the color parameter b^* . The independent variables studied and the responses in terms of texture profile (hardness, adhesiveness, elasticity, cohesiveness, guminess, chewing and resilience) did not present a significant effect ($p > 0.05$), only a significant effect ($p > 0.10$) for guminess, chewing and resilience, suggesting that the treatments within the studied ranges may have altered the structures of the broiler breast fillets in the capacity of the product to return to the state before suffering the deformation by the compression, in the desirable sensation of chewing of portions of meats and on the perception of a more pasty product or not. Ripped breast skin was affected by the studied variables with a significant effect ($p > 0.05$), and when increasing the temperature of the scaling tank and reducing the live chicken weight and the poultry line speed there was an increase in the percentage of skin with torn breasts. Regarding the epidermis, it was also affected by the studied variables in a significant way, where it was possible to observe that for scaling temperature and live weight chicken increases (62°C and, 3,2 to 3,4 kg) combined with smaller poultry line speed reduces (4000 broiler per

hour) there were lower incidences of residual epidermis. There was a significant effect ($p>0.05$) for the parameter of absence of feathers on the wings and ($p>0.10$) for the parameter of absence of feathers in the tail, where both parameters were affected by temperature and by the poultry line speed, and by increasing the temperature of the scaling tank and reducing the poultry line speed there is a reduction in the residual feathers. The feather residue on the wings was also significantly influenced ($p>0.05$) by the mass of the live birds, when it was observed that when increasing the mass of the live birds there is a reduction in the residual percentage of feathers, results obtained for the use of feathers on wings and soles allows the use of temperatures close to 57°C , as these were used with the temperature of 52°C in observed more than 5 feathers per wing and tail, which implies the use of the number source without feathering on the wings and causing economic losses to the industry. Disregarding the possibility of reduced poultry line speed, since this implies in the loss of industrial capacity generating high economic losses to the industry, the results of the tests suggest the use of scaling temperatures close to 57°C , due to the inefficiency in the removal of epidermis and feathers in the tests using a temperature of 52°C aligned with the need for mild temperatures to maintain the quality of the middle chicken breast with respect to the parameters of the objective color L^* , a^* and b^* .

Keywords: temperature, wheight, flow, color parameters, profile texture, epidermis, feathers.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
2.1 ASPECOS DE PRODUÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO DA AVICULTURA	3
2.2 PROCESSAMENTO DA CARNE DE FRANGO.....	6
2.3 ASPECTOS GERAIS DAS ETAPAS DE ESCALDAGEM E DEPENAGEM DE FRANGOS PARA CORTES	8
2.3.2 DEPENAGEM	11
2.4 ASPECTOS DE QUALIDADE RELATIVOS ÀS ETAPAS DE ESCALDAGEM E DEPENAGEM DE CARCAÇAS DE FRANGO	11
2.4.1 PENAS E FOLÍCULOS DE PENAS	11
2.4.2 PELE DE PEITO RASGADA.....	12
2.4.3 COR DO PEITO IN NATURA	12
2.4.4 ACOMPANHAMENTO DO pH DO PEITO <i>IN NATURA</i>	13
2.4.5 PARÂMETROS DE TEXTURA	14
2.5 LEGISLAÇÃO BRASILEIRA.....	15
2.8 CONSIDERAÇÕES FINAIS	15
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	17
3.1 SELEÇÃO DAS AVES.....	17
3.2 PROCESSAMENTO E AMOSTRAGEM.....	17
3.2.1 Descrição do processamento de frangos de corte	17
3.2.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL: EFEITOS DAS CONDIÇÕES OPERACIONAIS DE ESCALDAGEM NA QUALIDADE DAS CARCAÇAS DE FRANGO	20
3.4 DETERMINAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS E REOLÓGICAS.....	21
a) pH	22
b) Cor.....	22
c) Perfil Textura.....	23
3.5 AVALIAÇÃO DE CARACTERÍSTICAS FÍSICA DE CARCAÇAS DE FRANGO APÓS ÀS ETAPAS DE ESCALDAGEM E DEPENAGEM	23
a) Contagem de penas	23
b) Remoção de epiderme	25
c) Danos causados na superfície da pele de peito.....	25

3.6 TRATAMENTO ESTATÍSTICO	26
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
5 CONCLUSÕES.....	54
6 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	57
7 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	58

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Produção de carne de frango mundial em mil toneladas.....	4
Figura 2: Produção de carne de frango nos principais países, milhões de toneladas, 2013 a 2018 (Estimativa).....	5
Figura 3: Principais países exportadores de carne de frangos, milhões de toneladas, 2013 a 2018 (Estimativa).....	5
Figura 4: Fluxograma das atividades desenvolvidas no decorrer das coletas das amostras.....	18
Figura 5: Regiões de amostragem no meio peito de frango.	22
Figura 6: Gráfico de Pareto com o efeito estimado (valor absoluto) das variáveis testadas no pH do peito de frango.	28
Figura 7: Superfície de resposta (a) e curva de contorno (b) do planejamento fatorial 2^3 , em função da temperatura e do fluxo, para a cor objetiva L^*	30
Figura 8: Gráfico de Pareto com o efeito estimado (valor absoluto) das variáveis testadas para a cor objetiva a^*	33
Figura 9: Gráfico de Pareto com o efeito estimado (valor absoluto) das variáveis testadas na cor objetiva b^*	34
Figura 10: Aspecto visual do meio peito sem osso e sem pele. (a) ensaio 1; (b) ensaio 9; (c) ensaio 7.	37
Figura 11: Gráficos de Paretos com o efeito estimado (valor absoluto) das variáveis testadas na textura: (a) dureza, (b) adesividade e (c) elasticidade, (d) coesividade, (e) gomosidade, (f) mastigabilidade, (g) resiliência	39
Figura 12: Gráfico de Pareto com o efeito estimado (valor absoluto) da variável testadas para o percentual de ausência de pele de peito rasgado	43
Figura 13: Gráfico de Pareto com o efeito estimado (valor absoluto) da variável testadas para o percentual de ausência de epiderme	44
Figura 14: Gráfico de Pareto com o efeito estimado (valor absoluto) da variável testadas para o percentual de ausência de pena na asa.	46
Figura 15: Gráfico de Pareto com o efeito estimado (valor absoluto) da variável testadas para o percentual de ausência de pena na sambiquira.	47
Figure 16: Análise dos Componentes Principais (ACP).....	51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Variáveis independentes e níveis utilizados no planejamento fatorial 2^3 ...	21
Tabela 2: Matriz do planejamento fatorial 2^3 (valores codificados e reais) e resposta em pH, cor objetiva L^* , a^* e b^* de amostras de peito de frango.	27
Tabela 3: Coeficientes de regressão e erro padrão, valores de p e t do planejamento fatorial 2^3 para a cor objetiva L^*	29
Tabela 4: Análise de Variância – ANOVA para a cor objetiva L^*	29
Tabela 5: Matriz do planejamento fatorial 2^3 (valores codificados e reais) e resposta em Perfil Textura (Dureza, adesividade, elasticidade, coesividade, matibabilidade e resiliência) de carcaças de frango.	38
Tabela 6: Matriz do planejamento fatorial 2^3 (valores codificados e reais) e resposta em aspectos visuais das carcaças de frango, tais como ausência de pele de peito rasgada, ausência de epiderme, pena na asa e pena na sambiquira.	42
Tabela 7: Matriz de correlação de Pearson para as variáveis pH, cor objetiva (L^* , a^* e b^*), Perfil Textura (dureza, adesividade, elasticidade, coesividade, gomosidade, mastigabilidade e resiliência) e aspectos visuais (ausências de pele de peito rasgada, epiderme.....	50
Tabela 8: Efeitos estimados, valores de p e t do planejamento fatorial 2^3 para a cor objetiva L^*	64

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Descrição de notas para pena na asa e pena na sambiquira	24
Quadro 2: Descrição de notas para epiderme na região dorsal	25
Quadro 3: Descrição de notas para pele de peito	26

LISTA DE ABREVIATURAS, SÍMBOLOS E UNIDADES DE MEDIDA

PIB – Produto interno bruto

USDA – United States Departamento of Agriculture

FSA - New Zeland nzsa food safety authority

kPa – Quilo Pascals

PSE - Pale, soft, exudative

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos foi possível observar no macro ambiente mundial algumas mudanças importantes tais como a abertura e globalização dos mercados, sendo que as discussões sobre o setor agrícola no Brasil, se tornaram ainda mais presentes com a emergência das novas e populosas potências asiáticas e o mercado como um todo (Lima, 2017). Fatores que contribuíram para que a avicultura Brasileira alcançasse elevados índices de crescimento, tornando-se o terceiro maior produtor mundial com 12,9 milhões de toneladas produzidas e líder em exportações com 4,382 milhões de toneladas exportadas no ano de 2016 (Embrapa, 2018 b).

A estabilização econômica pôs em xeque os ganhos financeiros oriundos do mercado especulativo e demandou esforços das empresas direcionados à obtenção de lucros através de ganhos produtivos tornando o mercado brasileiro e mundial cada vez mais competitivo e complexo (Bueno, 2006).

Kennedy et al. (2004) reportaram que os consumidores veem a carne de frango com alto valor agregado em termos de saúde devido ao seu baixo teor de matéria gorda. O aumento na demanda por carne de frango devido ao alto valor agregado acima citado levou a mudanças progressivas nos critérios de seleção genética, parâmetros de conversão alimentar no campo e índices de rendimentos nos frigoríficos (Fletcher, 2004). Em 1965 os frangos eram comercializados principalmente como carcaças inteiras, enquanto que em 2009 os cortes em pedaços e produtos processados já representavam mais de 88 % do mercado de frangos (NCC, 2015 b).

De modo geral, o processamento de carne de frango é composto por etapas como fornecimento de aves vivas, atordoamento, abate, escaldagem, depenagem, evisceração, processamento de miúdos e pés, resfriamento e maturação, pesagem, classificação e distribuição, corte, desossa, formação de lotes, embalagem e fim de linha, resfriamento, congelamento e distribuição (Marel, 2016). A operação de escaldagem mais utilizada nos abatedouros é a escaldagem por imersão, realizada após a etapa de sangria, onde o frango passa por um tanque com água aquecida por vapor, sob condições definidas de temperatura e tempo que devem ser ajustadas as características das aves em processamento (Brasil, 1998).

Esta etapa tem como objetivo preparar as carcaças para a depenagem, grandes plantas utilizam linhas contínuas onde as aves são submetidas ao processamento em água quente em tanques, enquanto estão suspensas em Norea em movimento (Barbut, 2015).

A massa do frango de corte e a velocidade da linha são fatores importantes tanto para uma escaldagem eficaz, quanto na influência da qualidade do produto (Bowker et al., 2014).

A temperatura e o tempo de escaldagem, também influenciam diretamente na velocidade com que as penas são removidas na etapa de depenagem. Estas condições são consideradas importantes em etapas de otimização de processo, pois temperaturas elevadas (acima de 58 °C segundo Barbut (2015)) podem romper a pele das aves e, se a mesma for alinhada a um tempo elevado (acima de 1,5 min para temperaturas elevadas segundo Barbut (2015)) de permanência, podem ocorrer queimaduras no peito e nas coxas, causando uma coloração branca na carcaça e endurecimento da carne (FSA, 2009).

De acordo com Ebling e Basurco (2017), o Sul do Brasil é o maior produtor de carne de frango, em contrapartida um dos principais fatores que afeta a qualidade da carne é a escaldagem excessiva, sendo que nos estados do sul do Brasil o número de aves acometidas por escaldagem total em relação ao total de aves com condenações totais são de aproximadamente 8,72% no Paraná, 7,82% em Santa Catarina e 6,21 % no Rio Grande do Sul (dados do Serviço de Inspeção Federal), causando expressivas perdas econômicas à indústria.

Tendo em vista as diversas variáveis que interferem no processamento de escaldagem e depenagem dos frangos de cortes, durante a escaldagem por imersão e a depenagem automática, existe uma preocupação corrente nas empresas em padronizar os processos produtivos evitando desvios que possam ocasionar perdas econômicas e de confiabilidade nos produtos. Desta forma, o conhecimento a respeito das variáveis que influenciam as etapas de escaldagem e depenagem das aves, buscando trazer benefícios à indústria sem violar a legislação e/ou lesar o consumidor tornam-se necessários.

É possível observar na literatura vários trabalhos envolvendo parâmetros de escaldagem entretanto a maioria destes utilizam dados coletados após a sistema de pré resfriamento das carcaças por imersão em água em Chiller e resfriamento a ar

possibilitando interferências destes sistemas na interpretação dos dados quanto aos impactos causados pela escaldagem e depenagem.

Neste contexto, o objetivo deste estudo foi analisar os efeitos das variáveis temperatura, massa de frango vivo e fluxo de abate, empregando metodologia de planejamento de experimentos, nas características visuais das carcaças de frango (ausência de pele de peito rasgada, epiderme, penas nas asas e sambiquira) e nos parâmetros de cor objetiva (L^* , a^* , b^*), perfil textura (dureza, adesividade, elasticidade, coesividade, gomosidade, mastigabilidade e resiliência) e pH dos filés de peito desossado.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste item é apresentada uma breve revisão da literatura sobre produção de carne de frango, aspectos operacionais, sanitários, de qualidade e legislação brasileira, relativos as operações de escaldagem e depenagem de carcaças de frangos.

2.1 ASPECOS DE PRODUÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO DA AVICULTURA

No ano de 2017, o agronegócio foi o grande responsável pelo crescimento do PIB nacional, empregando aproximadamente 18,24 milhões de pessoas. Sendo que no mesmo ano a participação do contingente de ocupados no Brasil como um todo foi de 20,1% para o agronegócio (Avicultura Industrial, 2017).

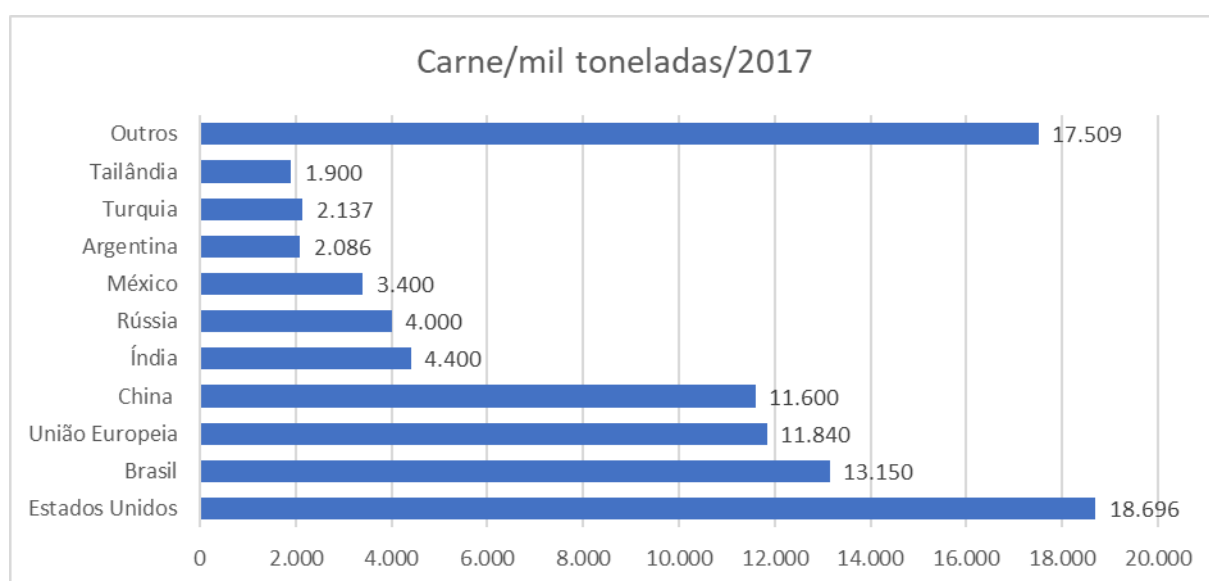
O sucesso de um produto depende da aceitação pelo consumidor, e a qualidade, é uma das características mais valorizadas (Beraquet, 1999), sendo que o fator qualidade junto a produtividade e preço contribuíram no aperfeiçoamento do setor da avicultura nacional.

Devido aos avanços tecnológicos no manejo dos aviários, sanidade, alimentação balanceada, melhorias genéticas, produção integrada e a parceria entre indústria e avicultor a avicultura brasileira tem se aperfeiçoado em todas as etapas da cadeia produtiva, o que resultou numa redução de custos de transação e aumento da qualidade do produto oferecido, atendendo as demandas de todo o mundo (Brasil, 2014).

Tais avanços tecnológicos levaram a carne de frango brasileira a conquistar o mercado europeu e japonês, considerados os mais rígidos compradores dos produtos, levando o Brasil em posição de destaque de qualidade em exportações de carnes avícolas, visando ao atendimento das exigências dos compradores externos (Savaglia, 2009).

Em 2017 a produção brasileira de carne de frango atingiu a marca de 13.500 mil toneladas, conforme demonstrado na Figura 1 (Embrapa, 2018 a).

Figura 1: Produção de carne de frango mundial em mil toneladas



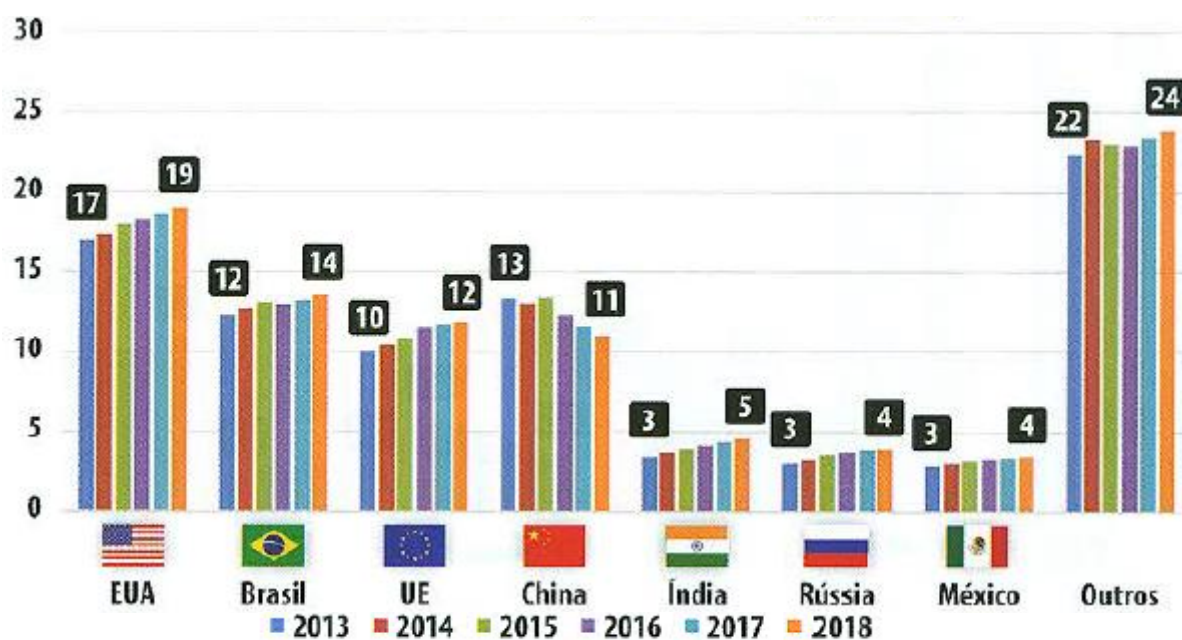
Fonte: Adaptado de USDA (2018).

Nas exportações o Brasil mantém, desde 2004, a posição de maior exportador mundial, em 2017 não foi diferente tendo terminado o ano com a marca de 3.847 mil toneladas a frente de Estados Unidos e União Europeia em 2º e 3º lugar, com volumes de 3.075 e 1.310 mil toneladas respectivamente (Embrapa, 2018b).

Mesmo com a influência do câmbio e a variação do dólar no mercado brasileiro que geraram queda de 10 % no valor do frango inteiro e 4 % no valor dos cortes de frango em 2017 a previsão é de aumento de produção de carne de frango para o ano de 2018, conforme demonstrado na Figura 2 (Embrapa, 2018b).

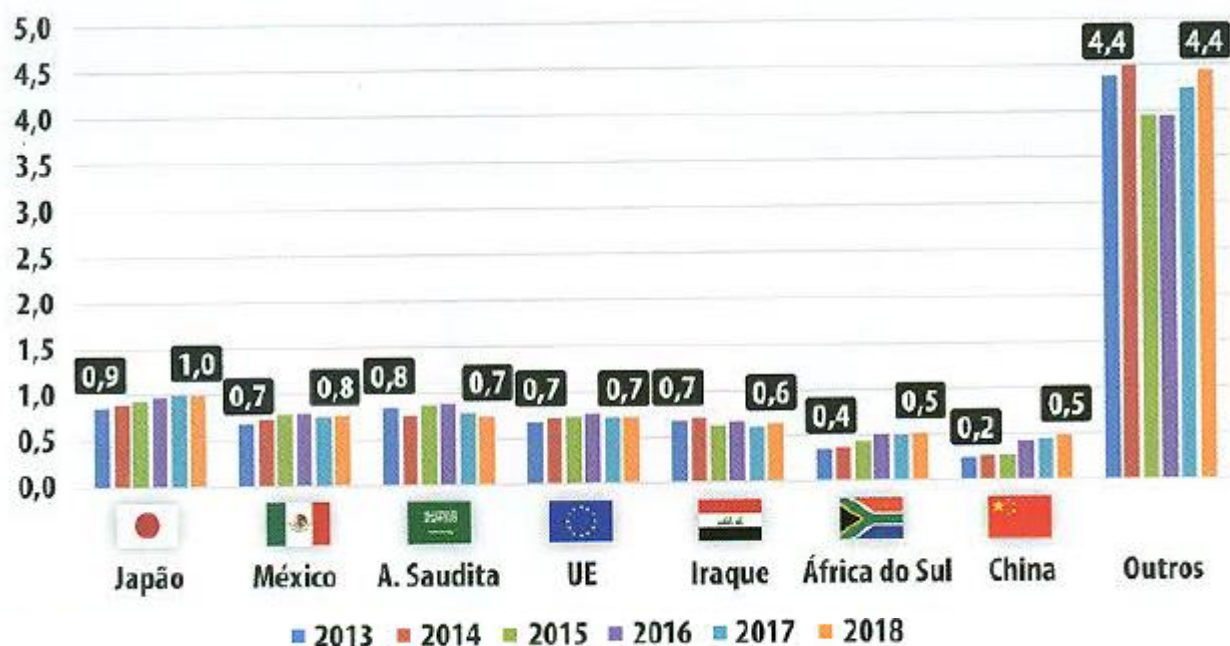
Considerando a prolongada crise, as projeções da USDA (Embrapa, 2018b) para 2018 estimam embarques de 4,2 milhões de toneladas, com um aumento de aproximadamente 40,63 % em comparação aos números de 2013 (Figura 3).

Figura 2: Produção de carne de frango nos principais países, milhões de toneladas, 2013 a 2018 (Estimativa)



Fonte: USDA (2018).

Figura 3: Principais países exportadores de carne de frangos, milhões de toneladas, 2013 a 2018 (Estimativa)



Fonte: USDA, 2018.

Tendo em vista as dificuldades citadas acima o desafio da avicultura brasileira é manter-se em primeiro lugar nas exportações, até mesmo aumentando o volume de produção de itens com valor agregado e desta forma promovendo maior geração de empregos no país (Olívio, 2006), sendo assim trabalhos desenvolvidos no intuito de investigar o processo e propor melhorias são de fundamental importância.

2.2 PROCESSAMENTO DA CARNE DE FRANGO

O processo industrial básico de carne de frango envolve as seguintes etapas: fornecimento de aves vivas, atordoamento, abate, escaldagem, depenagem, evisceração, processamento de miúdos e pés, resfriamento e maturação, pesagem, classificação e distribuição, corte, desossa, formação de lotes, embalagem e fim de linha, resfriamento, congelamento e distribuição (Marel, 2016).

Os frangos são conduzidos no abatedouro e inicialmente, se dirigem à área de descanso, que tem por finalidade reduzir o estresse dos frangos (Beatriz., et al., 2010). Na sequência, os frangos passam para a plataforma de recepção onde, através de uma esteira, as gaiolas são retiradas do caminhão e encaminhados para a pendura, ligados a uma linha de abate contínua (nórea) pelos pés para que possam ser transportadas para o interior do abatedouro (Peretti, 2017).

Em seguida, os frangos são submetidos à insensibilização por eletronarcose, tal etapa é exigência legal em vários países, inclusive no Brasil, por razões humanitárias, de qualidade e segurança. A cabeça e pescoço do frango são submersos em uma cuba com água por onde é aplicada uma corrente elétrica que passa por toda a ave, provocando a perda dos sentidos. Além disso, a insensibilização impede que o animal se debata, o que prejudicaria a eficiência da sangria (Ludtke et al., 2010).

A etapa seguinte é denominada sangria, sendo que esta é realizada logo após a insensibilização, com o animal ainda inconsciente (Ludtke et al., 2010). Um degolador automático efetua o corte no pescoço das aves e estas permanecem por 3 min no túnel de sangria com base na legislação brasileira, segundo a instrução normativa nº 3, de 17 de Janeiro do ano de 2000 do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento – MAPA (Brasil, 2000).

A etapa de sangria tem por finalidade causar a morte das aves, e termina quando as carcaças entram no processo de escaldagem, é importante que os vasos cervicais sejam cortados de maneira eficiente para que as aves não entrem no sistema de escaldagem conscientes e/ou entrem no tanque de escalda depois que parem de respirar (Barbut, 2015).

Seguindo pela nórea, as carcaças passam pela etapa de escaldagem, que consiste na imersão das mesmas em um tanque com água aquecida a temperatura que normalmente varia entre 50 a 61°C num tempo médio de 1 a 3 min, com borbulhamento e renovação de água contínua (Barbut, 2015).

As carcaças são submersas no tanque com o objetivo de facilitar a depenagem que é a retirada das penas por fricção. Nesta etapa tambores rotatórios dotados de dedos de borracha giram em sentidos contrários promovendo a remoção das penas da ave, esse equipamento possui entrada contínua de água aquecida para sua autolavagem (FSA, 2009).

Após a depenagem, as carcaças são inspecionadas pelo Serviço de Inspeção Federal (SIF) e passadas à área limpa. Após a liberação, os pés são cortados e encaminhados para a linha de pés.

As carcaças seguem por uma sequência de etapas chamada de evisceração. Inicia-se pela retirada da cabeça, seguida da sucção do conteúdo fecal, extração da cloaca, corte abdominal, eventração (exposição das vísceras), inspeção sanitária, separação das vísceras comestíveis e não comestíveis (fígado, coração e moela seguem para industrialização na linha de miúdos e as demais, para fábrica de farinhas), extração de papo, esôfago e traquéia e retirada do pescoço (Barbut, 2015). Os miúdos comestíveis, normalmente, seguem para sala de processamento de miúdos e pés são classificados e embalados. As carcaças são avaliadas quanto às contaminações biliar, fecal e gástrica (Barbut, 2015), carcaças contaminadas são retiradas da nória e tem aproveitamento parcial (Ebling e Basurco, 2017).

O pré-resfriamento é realizado em tanque de imersão de água com gelo (*Chiller*) que tem por finalidade remover a temperatura natural das carcaças e inibição de riscos potenciais biológicos (Barbut, 2015). Pela legislação nacional, no final da etapa de resfriamento, a temperatura no centro do peito não deve ser superior a 7°C (Brasil, 1998). No entanto, alguns mercados de exportação não aceitam temperaturas no centro de peito superiores a 4°C (Brasil, 2010b).

Ao saírem do *Chiller*, as carcaças passam por sistemas de pesagem, classificação e distribuição com a finalidade de seleção rápida e precisa “com base em peso e visão”, opções de distribuição flexível reduzindo desperdícios a um mínimo (Marel, 2016). As carcaças distribuídas conforme pesagem, classificação e distribuição podem ser embaladas inteiras e/ou espostejadas (cortado em partes) (Brasil, 1998).

As carcaças embaladas são encaminhadas ao congelamento em túneis por ar forçado saindo a temperatura menor que -18°C . As embalagens são distribuídas em pallets, para a posterior expedição (Barbut, 2002).

2.3 ASPECTOS GERAIS DAS ETAPAS DE ESCALDAGEM E DEPENAGEM DE FRANGOS PARA CORTES

A seção de escaldagem é concomitante à de depenagem e as suas operações devem ser efetuadas em instalações próprias, separadas por paredes das demais áreas operacionais, para evitar possíveis contaminações. Esta seção deve possuir ventilação suficiente para exaustão do vapor d'água proveniente da escaldagem e das impurezas em suspensão (Brasil, 1998).

2.3.1 ESCALDAGEM

A escaldagem é uma das etapas fundamentais no processamento de aves de cortes, pois esta etapa tem como objetivo preparar as carcaças para a depenagem. Unidades industriais de grande porte utilizam linhas contínuas, onde as aves são submetidas ao processamento em água quente em tanques, enquanto estão suspensas em Norea em movimento (Barbut, 2015). Esta etapa, consiste no aquecimento úmido da carcaça do frango visando o aumento da densidade das penas e da área de fricção, bem como, a maior abertura dos poros da epiderme, facilitando, assim, a etapa seguinte de depenagem (Soares, 2009).

No sistema de escaldagem, uma das principais alterações que ocorrem é a quebra das proteínas que mantem as penas aderidas a carcaça abrindo os folículos das penas para facilitar a retirada das mesmas (Barbut, 2015).

O peso do frango de corte e a velocidade da linha são fatores importantes tanto para uma escaldagem eficaz, quanto na influência da qualidade do produto (Bowker et al., 2014).

A temperatura associada ao tempo de escaldagem influenciam diretamente na velocidade com que as penas são removidas na etapa de depenagem. Porém, deve-se ter cuidado ao tentar otimizar estes parâmetros, pois temperaturas muito elevadas podem remover a camada epidérmica externa da pele (Buhr et al., 2014) e, romper a pele das aves sendo que se a mesma for alinhada a um tempo excessivo de permanência podem ocorrer queimaduras no peito e nas coxas, causando uma coloração branca na carcaça e endurecimento da carne (FSA, 2009). Além disso, temperaturas muito baixas podem não remover muito bem as cutículas e produzir carcaças com superfície da pele mais amarelada (Buhr et al., 2014), além de resultar em remoção inadequada das penas e aumento na sobrevivência de bactérias (FSA, 2009).

2.3.1.1 ESCALDAGEM LEVE

A escaldagem leve deixa a epiderme mais intacta possibilitando o resfriamento das carcaças pelo ar, tecnologia de resfriamento utilizada em alguns países como substituição ao resfriamento por água em *Chillers* convencionalmente utilizado no Brasil (Barker et al., 2004)

Aves comercializadas inteiras e exibidas ao consumidor (em gondolas, por exemplo) podem ser escaldadas desta maneira, melhorando assim a aparência da carcaça, pois água quente em excesso, no momento da escalda, pode fazer com que a camada exterior da pele se solte, podendo, também, resultar na perda do pigmento amarelo da pele (Irshad, Arun. , 2013).

Em geral a escaldagem leve é comumente utilizada para aves abatidas com idades menores e perus, por que não danificam muito a camada externa da pele, mas ainda assim permitem uma depenagem relativamente fácil (Barbut, 2015). Este tipo de escaldagem, geralmente, utiliza temperaturas que variam entre 50 a 53°C, por tempos entre 1 e 3 min (Barbut, 2015).

Devido à baixa temperatura aplicada considera-se que a escalda leve é menos eficiente do que as demais na remoção de micro-organismos aeróbicos mesófilos, como no caso da *Salmonella*, que sobrevive a temperaturas próximas a

55°C, sendo que para a reduções significativas na população faz-se necessárias utilizações de temperaturas superiores a 60°C (Gomide et al., 2006).

No entanto, alguns estudos indicam que temperaturas menores do que 56°C já são efetivas no combate e redução da *Salmonella* e demais micro-organismos que aderem à pele das aves (Bolder, 1998).

2.3.1.2 ESCALDAGEM ALTA

A escaldagem alta é normalmente utilizada em aves mais maduras, e envolve o uso de água com temperatura entre 54 a 58°C num tempo entre 1 e 2 min. A camada da epiderme é quebrada por essa combinação de tempo e temperatura, e as penas geralmente são facilmente removidas na depenagem (Irshad, Arun, 2013).

No entanto, também, há um aumento na desidratação da pele quando comparado ao método de escaldagem leve. Na escaldagem alta recomenda-se aplicação em aves com idade acima de 10 meses (Gomide et al, 2006). Este método de escalda tende a fazer com que a camada externa da pele das aves se solte, que é então removida no decorrer da depenagem, sendo que tais carcaças terão geralmente que ser refrigeradas com água e subsequentemente serem congeladas, a fim de assegurar a aparência das mesmas (Barker et al., 2004).

2.3.1.3 ESCALDAGEM RIGOROSA

A escaldagem rigorosa normalmente utiliza-se de temperaturas entre 58 a 61°C, com tempos de escalda entre 0,75 a 1,5 min e é utilizada comumente em aves aquáticas (Barbut, 2015). É mais fácil remover as penas das carcaças escaldadas a essa temperatura do que os escaldados a temperaturas mais baixas. No entanto, a carne das aves fica mais “pastosa” e a cor da pele descolore após o processamento (Olivo e Barbut, 2004), ou seja, as carcaças podem apresentar aparência cozida e pálida, podendo tornar-se amarronzada rapidamente ou até mesmo vermelho brilhante quando congeladas (Gomide et al, 2006).

A escaldagem rigorosa, também, pode ser utilizada para certas peças do frango, como na China, onde um escaldador de água quente é utilizado para pés e patas (Barbut, 2015).

2.3.2 DEPENAGEM

A depenagem deve ser realizada com a finalidade retirar as penas das aves e por consequência também minimizar a contaminação das carcaças (USDA, 1998), e comumente é realizada imediatamente após a escaldagem, com o objetivo de remover a maior quantidade de penas possível, sem que lesione o tecido cutâneo das carcaças das aves (Brasil, 1998).

A remoção de penas em Unidades Industriais modernas é realizada por depenadeiras automáticas, com dedos de borracha montados em discos de contra rotação acionados por engrenagens. As depenadeiras são instaladas imediatamente após o tanque de escalda, no intuito de depenar as carcaças ainda quentes o que facilita a remoção das penas (Barker et al, 2004).

Comumente este processo é realizado em operação contínua, ou seja, realizado enquanto as aves estão penduradas de cabeça para baixo em uma linha de nórea em movimento e vão entre dois e três conjuntos de tambores rotativos cobertos por dedos de borracha. A disposição de altura e espaçamento dos discos pode ser ajustada para acomodar diferentes tamanhos de aves, os dedos de borracha contêm diferentes níveis de agente lubrificante, para controlar sua dureza e elasticidade. Sendo que a elasticidade e o comprimento dos dedos variam dependendo do tipo de ave, tarefa exigida, velocidade da máquina, etc. (Barbut, 2015).

2.4 ASPECTOS DE QUALIDADE RELATIVOS ÀS ETAPAS DE ESCALDAGEM E DEPENAGEM DE CARCAÇAS DE FRANGO

2.4.1 PENAS E FOLÍCULOS DE PENAS

As penas e as patas das aves rotineiramente entram em contato com as fezes do animal na cama dos aviários e no decorrer do transporte das aves até os frigoríficos e a espera até o processamento normalmente as penas e peito dos animais são revestidos por fezes (Buhr et al, 2000).

Canson et al., (2000), estudando a contaminação de da pele das aves após a escaldagem e depenagem não encontraram diferença a nível de significância de

5 %, para bactérias aeróbicas *Escherichia coli* e *Campylobacter* testadas com carcaças com e sem pena, onde foram testados tempos de 30 a 60 segundos de depenagem, sendo que as contagens de bactérias esporuladas após uma semana de refrigeração, não apresentaram diferença significativa, mesmo que a depenagem seja uma das etapas do processamento de aves identificada como uma oportunidade para a contaminação cruzada entre carcaças, a presença de penas e folículos de penas não apresentaram diferença significativa na contaminação bacteriana das carcaças imediatamente após a depenagem ou bactérias esporuladas após uma semana de refrigeração.

Apesar dos folículos de penas não oferecerem contribuições a carga microbiana das carcaças, fazendo-se irrelevantes a presença e/ou ausência dos mesmos do ponto de vista sanitário, ainda são relevantes do ponto de vista da qualidade, como contaminante físico, pois um corte e/ou frango inteiro com penas e folículos de penas pode não ter aceitabilidade do ponto de vista do consumidor.

2.4.2 PELE DE PEITO RASGADA

Água excessivamente quente empregada na escaldagem pode fazer com que a camada exterior da pele se solte e/ou ocorra perdas das mesmas durante o processo (Irshad, Arun, 2013). Embora a presença de pele rasgada seja tratada comumente como um problema sanitário, na indústria foi possível visualizar a redução do número de *Campylobacter* encontrados em carcaças de frangos alterando o processo para incluir a remoção da pele das carcaças de aves antes do processo de evisceração (Berrang, 2001).

Sendo assim, o rompimento da pele pode ser considerado um problema de qualidade e não sanitário, tendo em vista, que problemas de qualidade podem interferir na desclassificação dos produtos, em itens de maior valor agregado, representando redução na lucratividade das empresas.

2.4.3 COR DO PEITO *IN NATURA*

Alterações que podem ocorrer na qualidade da carne, normalmente está associada a textura, cor e capacidade de retenção de água, os quais resultam na

interação de alterações bioquímicas e físico-químicas, que ocorrem dentro do tecido durante a transformação do músculo em carne. As diferenças na qualidade da carne estão ligadas a alterações na integridade das proteínas musculares e à ultraestrutura em resposta às condições pós-morte no músculo. A influência de passos de processamento, tais como, a escaldagem e refrigeração, na qualidade da carne é em grande parte uma função de seu efeito sobre o declínio da temperatura post-mortem dentro do músculo (Bowker e Zhuang, 2013).

Além de estar intimamente associado com as propriedades funcionais da carne durante o processamento posterior (Zhang e Barbut, 2005), a cor da carne de frango crua também impacta diretamente a seleção de produtos de consumo e a aparência do produto cozido (Charterjee et al., 2016).

Devido à cor atraente, uniformidade de cor e menor perda por gotejamento, a maioria dos consumidores, em testes sensoriais de intenção de compra, preferem files de peito de frango de cor normal sobre aqueles de cor pálida (Droval et al., 2012). Variações na cor da carne de peito de frango crua podem causar variações na aparência do produto cozido (Fletcher et al., 1999).

2.4.4 ACOMPANHAMENTO DO pH DO PEITO *IN NATURA*

O crescimento global das indústrias de beneficiamento da carne de aves tem exigido mais atenção a qualidade e segurança alimentar dos produtos fornecidos por esta cadeia produtiva (Troy e Kerry, 2010). Embora muitos outros atributos tais como peso e textura são amplamente utilizados para medir propriedades físico-químicas, um atributo normalmente medido na carne é a acidez, isto é, o pH, pois os valores de pH têm influências significativas na qualidade da carne de frango, especialmente na carne de peito de frango (Zhang et al, 2016).

O pH do musculo de frangos é de aproximadamente 7,0 em condições consideradas normais, o teor de glicogênio presente no musculo no momento do abate é o principal componente para a glicólise *post mortem*, que se realiza pela via metabólica anaeróbica acumulando ácido láctico resultando no declino do pH muscular das aves, sendo que o pH em files de frango *post mortem* podem variar entre os extremos 5,5 e 6,3 isso ocorre devido às diferenças que podem existir na

parte do manejo pré-abate, fisiologia e bioquímica da carne (Shimokomaki et al, 2006).

A temperatura muscular pós-morte influencia fatores-chave como o início e a resolução do rigor mortis, o declínio do pH e a degradação da proteína relacionada ao envelhecimento (Bowker e Zhuang, 2013).

2.4.5 PARÂMETROS DE TEXTURA

As propriedades funcionais são as características físico-químicas que caracterizam os alimentos e influenciam a utilização dos mesmos. Estas propriedades podem estar intrinsicamente relacionadas a questões sensoriais, e não, necessariamente nutricionais e podem ter implicações tecnológicas diretas e influenciar, decisivamente, nos aspectos econômicos dos produtos, um exemplo importante das propriedades funcionais é a textura (Olivo e Olivo, 2006).

A temperatura e o tempo de escaldagem influenciam diretamente na velocidade com que as penas são removidas na etapa de depenagem, porém deve-se ter cuidado e tentar otimizar estes parâmetros, pois temperaturas muito elevadas alinhadas a um tempo muito elevado de permanência podem gerar queimaduras no peito e nas coxas, causando o endurecimento da carne (FSA, 2009).

Um dos principais problemas comumente enfrentados pela indústria da carne de aves refere-se a um aumento na incidência de carne dura, para acompanhar a demanda do mercado, os processadores de carne tiveram que avaliar diversos meios de produção sem que estes afetassem a aceitabilidade dos consumidores. Sendo que o desenvolvimento destes métodos com objetivo de reduzir custos de energia e mão de obra, volume e melhorar o rendimento, devem ser avaliados em termos de validade para manter ou melhorar a qualidade do produto final (Lyon, 1998).

Osório et al. (2009) afirmam que a textura é um conjunto de sensações distintas, e destas a dureza e consequentemente a maciez é a mais importante, já que na carne cozida esta explicaria 2/3 das variações da textura.

O método mais utilizado para se avaliar a textura da carne é o de força de cisalhamento através do uso da lâmina de Warner-Bratzler. Outro método existente, porém, ainda pouco utilizado para medir a textura da carne, mas muito utilizado em

outros alimentos, é a análise do perfil de textura também conhecido como TPA (texture profile analysis), através de compressão do alimento com probe cilíndrica.

A maior vantagem da avaliação do TPA seria que com este pode-se aferir muitas outras variáveis no segundo ciclo de compressão, como: dureza, elasticidade, coesividade, adesividade, fraturabilidade, resiliência, gomosidade, mastigabilidade, entre outras (Huidobro et al., 2005).

2.5 LEGISLAÇÃO BRASILEIRA

Com relação à indústria processadora de carne de aves especificamente, a portaria que regulamenta e descreve as normas a serem aplicadas é a Nº 210/1998, Regulamento técnico da inspeção tecnológica e higiênico-sanitária de carne de aves, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA (Brasil, 1998).

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

A escaldagem deverá, obrigatoriamente, ser executada logo após o término da sangria, sob condições definidas de temperatura e tempo, ajustados às características das aves em processamento, não se permitindo a introdução de aves ainda vivas no sistema (Brasil, 1998).

A escaldagem executada em tanque deverá apresentar sistema de controle de temperatura e renovação contínua de água, de maneira que em cada turno de trabalho (8 h) seja renovado o correspondente ao seu volume total (Brasil, 1998).

A depenagem manual não é permitida, devendo esta ser mecanizada, executada com as aves suspensas pelos pés e processadas logo após a escaldagem, sendo proibido o seu retardamento (Brasil, 1998).

2.8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em decorrência do aumento na demanda por carne de frango devido ao seu elevado valor agregado, já que os consumidores veem assim devido ao baixo teor

de matéria gorda do produto e, também devido ao Brasil ser o segundo maior produtor e maior exportador mundial de carne de frango, estudos que venham a agregar e sanar dúvidas quanto aos processos e procedimentos envolvidos nestes tipos de produtos são essenciais para a contribuição do aumento do valor agregado, rendimento e lucros as empresas do setor.

Com base nas pesquisas realizadas, é possível observar que existem diversas variáveis que interferem no processo de escalda e depenagem dos frangos de cortes e, também existe uma preocupação corrente nas empresas em padronizar os processos produtivos evitando desvios que possam ocasionar perdas econômicas e confiabilidade nos produtos. É possível observar na literatura vários trabalhos envolvendo parâmetros de escaldagem entretanto a maioria destes utilizam dados coletados após sistema de pré resfriamento das carcaças por imersão em água em Chiller e resfriamento a ar, possibilitando interferências destes sistemas na interpretação dos dados quanto aos impactos causados pela escaldagem e depenagem. Assim após as considerações apresentadas, verifica-se que o presente estudo tem grande relevância e vem a contribuir com a literatura.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Neste item serão apresentadas as metodologias empregadas no desenvolvimento do estudo.

3.1 SELEÇÃO DAS AVES

Os frangos de cortes, machos, linhagem COBB, foram selecionados em três faixas de massa média de aves vivas pré-estabelecidas selecionadas pela disponibilidade da unidade industrial, de 2,6 a 2,8; de 3,0 a 3,2 e 3,4 a 3,6 kg, respectivamente estes dados também podem ser observados na Tabela 1. Inicialmente, os frangos foram submetidos a retirada da alimentação de 6 a 8 h cumprindo com a legislação vigente, com acesso a água entre 3 a 4 h após a retirada de alimento, e distribuídos em gaiolas plásticas, durante uma média de 2 h e transportados para unidade de abate de aves localizado na região Oeste do estado de Santa Catarina, Brasil, para avaliação em escala industrial.

3.2 PROCESSAMENTO E AMOSTRAGEM

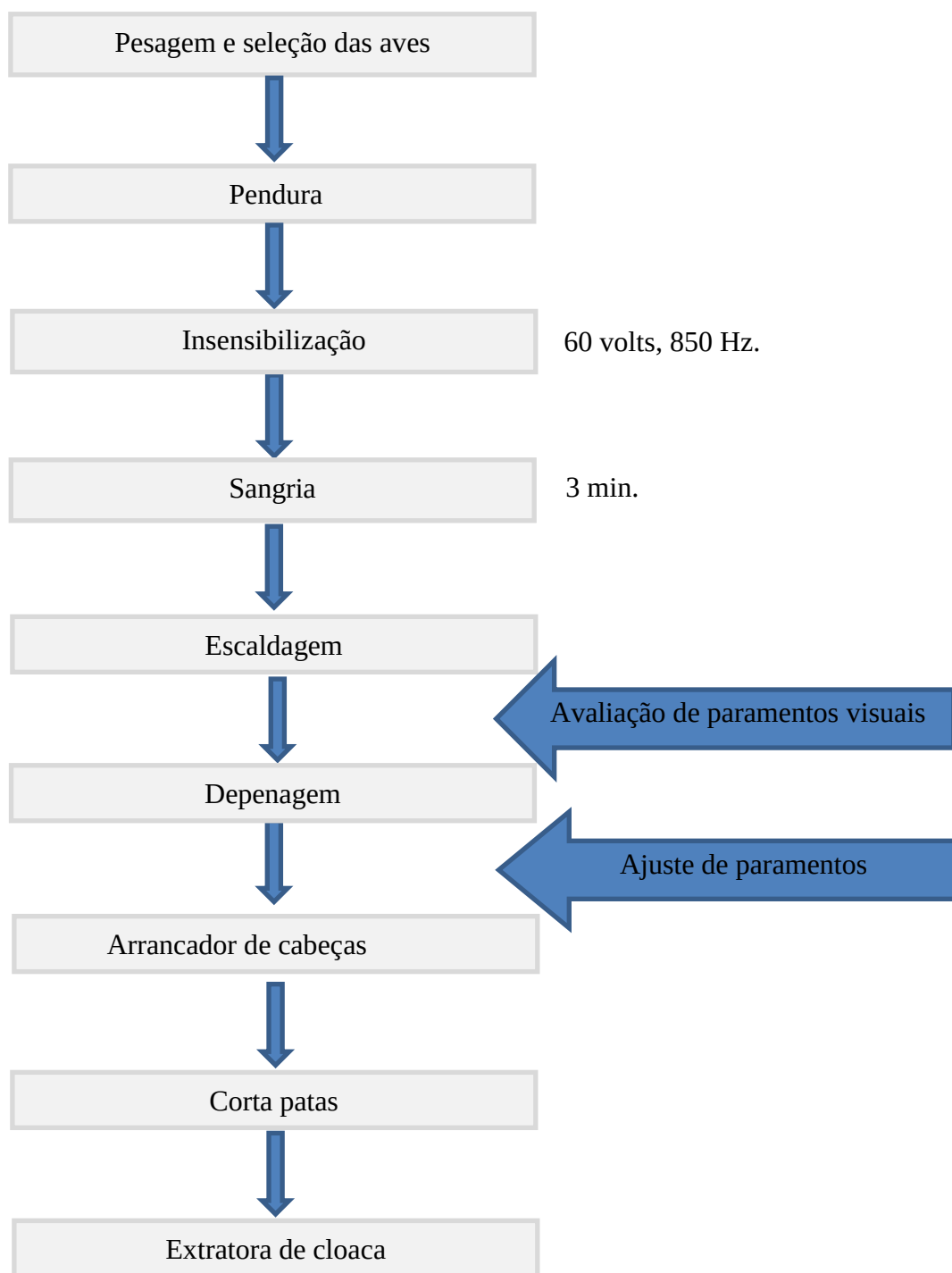
3.2.1 Descrição do processamento de frangos de corte

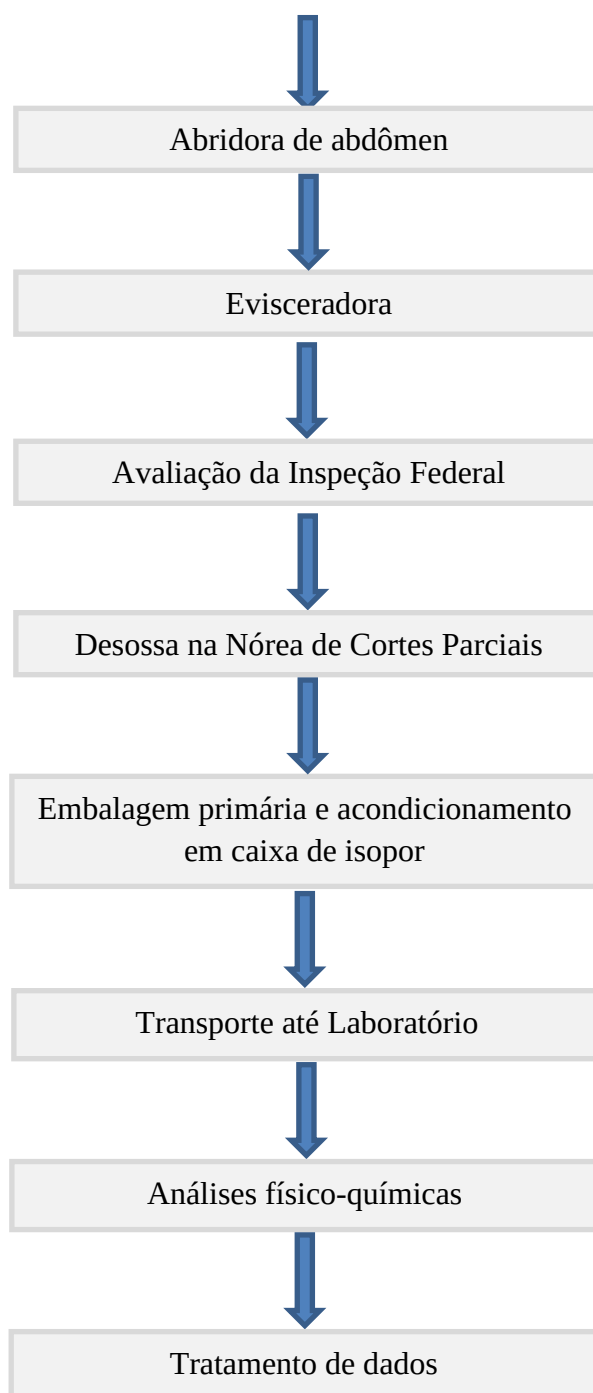
A Figura 4 apresenta um fluxograma de processamento e coleta de amostras de frangos de corte.

Após o transporte as aves foram pesadas individualmente (em balança estática Libratec WT 3000 I capacidade de 50 kg), inseridos na linha de cortes em lotes de 31 aves para cada ensaio realizado na Unidade Industrial de processamento de frangos. Os frangos em Nórea (6 polegadas/espacamento de 15,2 cm) foram eletricamente atordoados (Insensibilizador Fx. 3.0 CA – Fluxo Eletronica Industrial) a 60 Volts e 850 Hz por segundos, então ambas as artérias carótidas e 1 veia jugular foram auto – cortadas (por faca automática Meyn) e em

seguida realizou-se a etapa de sangria por aproximadamente 3 min de gotejamento atendendo as legislações vigentes.

Figura 4: Fluxograma das atividades desenvolvidas no decorrer das coletas das amostras





Fonte: O autor

As carcaças foram escaldadas em 5 tanques sequenciais (9.000 L regime permanente (tanques de escalda de frangos 1.127.007.00328 - Semil Equipamentos Industriais) ajustados com temperatura e fluxo conforme Tabela 1. O processamento de remoção de penas foi realizado logo na sequencia sendo que a temperatura da água nas depenadeiras (depenadeiras de frango 1.127.011.00008 – Semil

Equipamentos Industriais) foi fixada em $50 \pm 5^\circ\text{C}$ seguido pelo tempo disposto em cada fluxo de abate pré estabelecido pelo planejamento experimental apresentado na Tabela 1. Onde no tanque de escaldagem o tempo de permanência das aves foi de 01:12 min para o fluxo de 9.000 frangos/hora, 01:44 min para o fluxo de 6.500 frangos/hora e 02:39 min para o fluxo de 4.000 frangos/hora. Já o tempo de permanência na depenagem foi de 38 s para o fluxo de 9.000 frangos/hora, 52 s para o fluxo de 6.500 frangos/hora e 01:18 min. para 4.000 frangos/hora.

Posteriormente, as cabeças foram removidas das carcaças (por equipamento artesanal) e os pés foram separadas no corta patas (Meyn 0156-1). As carcaças passaram por extratora de cloaca (Meyn, 0101-2) abridora de abdômen (scissor ECP – Meyn) Evisceradora (Meyn, Meyn Maestro) inspecionadas e direcionadas para nória onde o peito foi separado da carcaça.

Após a separação do peito da carcaça os mesmos foram acondicionados em embalagem a vácuo (com espessura de filme de 0,10 mm, dimensões de 240x350x0,10 mm da marca Brasplast). As embalagens de polietileno contendo os peitos foram envoltas por papel alumínio, que por sua vez, foi envolto em gelo dentro de um recipiente com propriedades isolantes (caixa de isopor). Após esta etapa, as amostras foram transportadas para o laboratório para realização das análises colorimétricas, pH e perfil textura.

As análises visuais de ausência de pele de peito rasgada, ausência de epiderme, penas na asa e penas na sambiquira foram realizadas na saída da depenagem, onde a nória foi parada para realizar a avaliação.

3.2.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL: EFEITOS DAS CONDIÇÕES OPERACIONAIS DE ESCALDAGEM NA QUALIDADE DAS CARÇAÇAS DE FRANGO

Um planejamento fatorial 2^3 foi utilizado para avaliar os efeitos das condições operacionais da etapa de escaldagem em parâmetros de qualidade das carcaças de frangos. As variáveis independentes de estudo e seus respectivos níveis encontram-se descritos na Tabela 1. A escolha, das variáveis temperatura, massa viva dos frangos e fluxo de aves foi baseada em ensaios preliminares realizados na Indústria.

As variáveis independentes fixadas foram: distância do aviário ao frigorífico com raio médio de 60,73 km, parâmetros de atordoamento: 60 volts e 850 Hz, tempo de sangria: 3 min, volume de água do tanque (regime permanente) de escaldagem: 9 m³, temperatura da água das depenadeiras: 50 ±5 °C e borbulho nos tanques de escaldagem, com pressão manométrica de borbulho de aproximadamente 11,7 kPa.

Tabela 1: Variáveis independentes e níveis utilizados no planejamento fatorial 2³

Variáveis Independentes	Códigos	Níveis		
		-1	0*	+1
Temperatura (°C)	X ₁	52	57	62
Massa (kg)	X ₂	2,6 - 2,8	3,0 - 3,2	3,4 - 3,6
Vazão (aves/hora)	X ₃	4.000	6.500	9.000

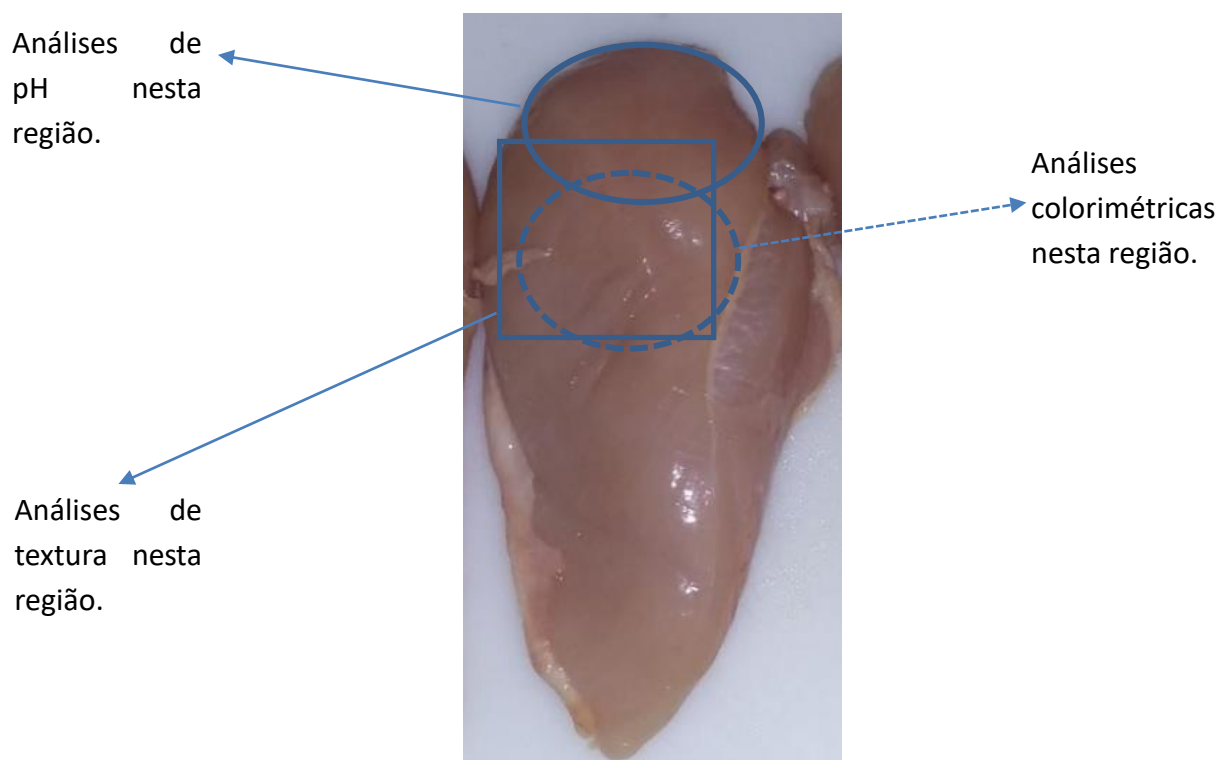
*Triplicata do ponto central. n=31 aves por ensaio.

Como variáveis dependentes (respostas) avaliaram-se características físico-químicas (pH, cor objetiva L*, a*, b*), reológicas: Perfil textura (TPA: dureza, coesividade, gomosidade, elasticidade, mastigabilidade, resistência e adesividade) e aspectos visuais (integridade da pele de peito, presença de epiderme, penas na asa e sambiquira).

3.4 DETERMINAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS E REOLÓGICAS

As determinações de pH, cor objetiva (L*, a* e b*) e perfil textura foram realizadas no meio peito de frango *in natura* sem pele e nas regiões especificadas na Figura 5.

Figura 5: Regiões de amostragem no meio peito de frango.



Fonte: O autor.

a) pH

o pH foi realizado utilizando um potenciômetro de pH (SG2 – SevenGo) calibrado com solução a pH 3,0 e 7,0. O eletrodo de pH foi inserido na estrutura intramuscular do meio peito (Figura 5) após abertura da mesma realizada por broca de metal (BRASIL, 2005).

b) Cor

A cor objetiva foi determinada em calorímetro (MiniScan EZ, versão 1.0) no modo L^* , a^* , b^* , sendo que o L^* representa a luminosidade (0= escuro e 100=claro); a^* , o eixo vermelho-verde ($-a^*$ representa direção ao verde e $+a^*$ direção ao vermelho) e b^* , o eixo amarelo-azul (onde $-b^*$ representa direção ao azul e $+b^*$ direção ao amarelo). As determinações foram realizadas diretamente na superfície do peito de frango sem pele (Figura 5).

c) Perfil Textura

O perfil de Textura das diferentes amostragens foi realizado em um texturômetro (Stable Micro Systems modelo TA. XT), com célula de carga de 10 kg com sonda cilíndrica de aço inoxidável de fundo chato (31,8 mm de diâmetro), distância de calibração a 55 mm de altura da *probe*, velocidade de pré teste em 3 mm/s, velocidade de teste em 1 mm/s e 3 mm/s, com força máxima requerida para comprimir o peso inicial em 20 % (a força máxima requerida para comprimir o peso inicial foi determinada após ensaios experimentais) e 5 s de retorno.

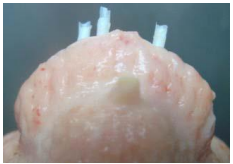
A forma geométrica do meio peito avaliada foi de 4,0 x 2,0 x 2,0 cm (Figura 5), retirada sempre da mesma região do meio peito, sendo que a compressão se deu na direção da parte superior cranial para a parte inferior. Os parâmetros analisados foram: dureza, coesividade, gomosidade, elasticidade, mastigabilidade, resiliência e adesividade.

3.5 AVALIAÇÃO DE CARACTERÍSTICAS FÍSICA DE CARCAÇAS DE FRANGO APÓS ÀS ETAPAS DE ESCALDAGEM E DEPENAGEM

a) Contagem de penas

Na saída da depenadeira, as carcaças foram quantificadas com relação às penas remanescentes na asa e na sambiquira e classificadas com notas de 0 a 5 de acordo com o Quadro 1. As notas foram convertidas em percentual para posterior tratamento de dados.

Quadro 1: Descrição de notas para pena na asa e pena na sambiquira

Resposta	Nota	Descrição	Imagens
Pena na asa	0	Grande quantidade de penas na asa (mais de 4 folículos)	
	1	Razoável quantidade de penas na asa (2 ou 3 folículos)	
	2	Pouca quantidade de penas na asa (1 folículo)	
	5	Sem penas na asa	
Pena na sambiquira	0	Grande quantidade de penas na sambiquira (mais de 4 folículos)	
	1	Razoável quantidade de penas na sambiquira (2 ou 3 folículos)	
	2	Pouca quantidade de penas na sambiquira (1 folículo)	
	5	Sem penas na sambiquira	

Fonte: O autor

b) Remoção de epiderme

Em análises preliminares foi identificada a dificuldade de remover a epiderme da região Dorsal. Por esta razão, nesta região, foi avaliada visualmente a presença ou ausência de epiderme, sendo que foi adotado padrão conforme imagens apresentadas no Quadro 2. As notas foram convertidas em percentual para posterior tratamento de dados.

Quadro 2: Descrição de notas para epiderme na região dorsal

Resposta	Nota	Descrição	Imagem
Epiderme	0	Presença de epiderme	
	5	Ausência de epiderme	

Fonte: O autor

c) Danos causados na superfície da pele de peito

Para a pele do peito rasgada, foi atribuída nota 0 quando verificou-se a presença de pele de peito rasgada e nota 5 quando nenhum rasgo foi observado

conforme dados apresentados no Quadro 3. As notas foram convertidas em percentual para posterior tratamento de dados.

Quadro 3: Descrição de notas para pele de peito

Resposta	Nota	Descrição	Imagem
Pele de peito	0	Presença de rasgo no peito	
	5	Ausência de rasgo no peito	

Fonte: O autor.

3.6 TRATAMENTO ESTATÍSTICO

Os resultados foram tratados estatisticamente mediante metodologia de planejamento de experimentos e também mediante análise de variância (ANOVA), comparação das médias pelo teste de Tukey”, com auxílio do software Statistica versão 5.0, com nível de significância de 90 e 95 % de confiança.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 02 apresenta a matriz do planejamento fatorial 2^3 com os valores codificados (reais) das variáveis independentes estudadas e as respostas em termos de pH e, cor objetiva (L^* , a^* , b^*) do peito de frango sem pele.

Tabela 2: Matriz do planejamento fatorial 2^3 (valores codificados e reais) e resposta em pH, cor objetiva L^* , a^* e b^* de amostras de peito de frango.

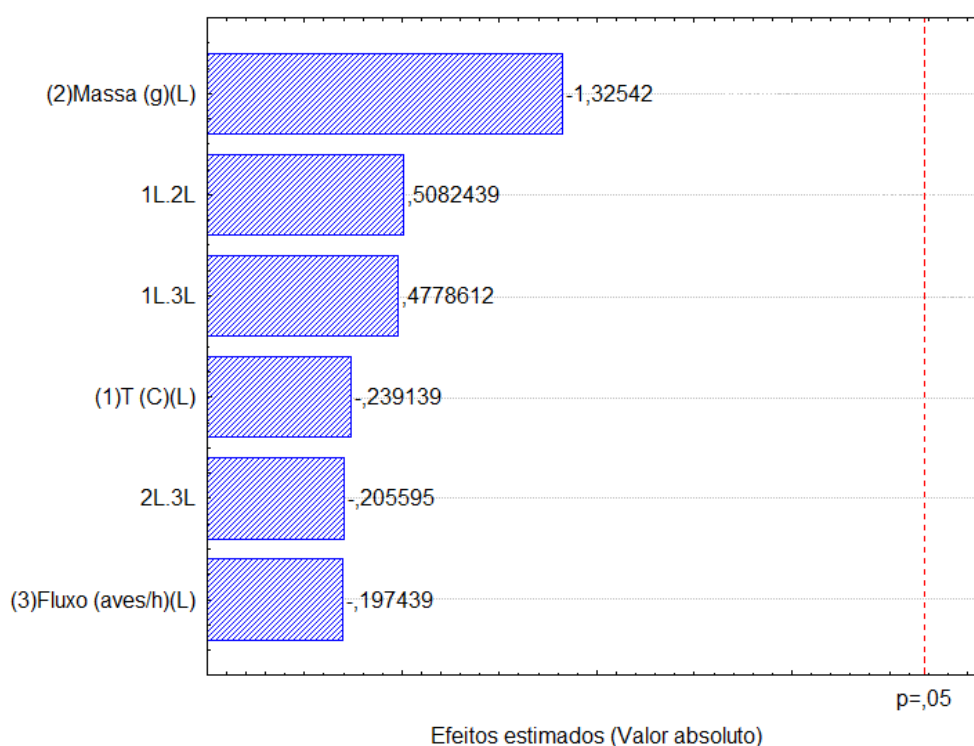
<i>Ensaio</i>	<i>Variáveis Independentes*</i>			<i>Respostas</i>			
	X_1	X_2	X_3	<i>pH</i>	<i>Cor L*</i>	<i>Cor a*</i>	<i>Cor b*</i>
1	-1 (52)	-1 (2,6-2,8)	-1 (4000)	6,23	60,81	7,22	17,26
2	-1 (52)	+1 (3,4-3,6)	-1 (4000)	6,10	61,59	6,36	15,88
3	-1 (52)	-1 (2,6-2,8)	+1 (9000)	5,93	62,26	6,62	17,02
4	-1 (52)	+1 (3,4-3,6)	+1 (9000)	5,87	60,22	6,55	16,29
5	+1 (62)	+1 (3,4-3,6)	+1 (9000)	5,92	61,74	6,53	16,03
6	+1 (62)	-1 (2,6-2,8)	+1 (9000)	5,97	67,91	3,27	13,98
7	+1 (62)	-1 (2,6-2,8)	-1 (4000)	5,99	70,98	3,17	14,25
8	+1 (62)	+1 (3,4-3,6)	-1 (4000)	6,12	60,51	5,84	13,79
9	0 (57)	0 (3,0-3,2)	0 (6500)	5,83	62,11	7,20	15,06
10	0 (57)	0 (3,0-3,2)	0 (6500)	6,10	60,12	7,25	16,18
11	0 (57)	0 (3,0-3,2)	0 (6500)	6,31	61,44	7,27	15,70
12	0 (57)	0 (3,0-3,2)	0 (6500)	6,16	62,07	7,09	17,35

* X_1 = Temperatura °C, X_2 = Faixa massa viva do frango (kg), X_3 = Fluxo de aves (Aves/hora), Variáveis independentes fixas: distância entre aviário e frigorífico, idade das aves, parâmetros de atordoamento de 60 volts e 850 Hz, tempo de sangria de 3 min, volume de água do tanque de escaldagem 9 m³, temperatura da água das depenadeiras 50°C $\pm$ 5 e borbulho nos tanques de escaldagem. n=31 aves por ensaio.

De acordo com a Tabela 2 observa-se que o pH apresentou pequena variação (5,83 a 6,31). Estes resultados podem ser melhor visualizados pelo gráfico de Pareto (Figura 6) com os efeitos estimados das variáveis para o pH, onde verifica-se que nenhuma das variáveis estudadas apresentou efeito significativo ($p > 0,05$), dentro da faixa estudada.

Com exceção dos ensaios 4 e 9 (pH de 5,87 e 5,83) os demais ensaios tiveram resultados superiores ao pH médio da carne sem absorção de água, que é de 5,87 de acordo com Roça (2006). No entanto os resultados estão próximos aos dados apresentados por Shimokomaki et al (2006), que expõe que o pH em files de frangos *post mortem* podem variar entre 5,5 e 6,3 dependendo das condições de manejo pré-abate, fisiologia e bioquímica da carne.

Figura 6: Gráfico de Pareto com o efeito estimado (valor absoluto) das variáveis testadas no pH do peito de frango.



As Tabelas 3, 4 e 8 (Apêndice I) apresentam os coeficientes de regressão (erro padrão, valores de p e t (2) e análise de variância – Anova e efeitos das variáveis para a cor objetiva L*. A temperatura e a interação da temperatura e fluxo tiveram uma influência significativa ($p > 0,05$), sobre a cor objetiva L*. Os fatores que

não foram significativos foram adicionados à falta de ajuste para a análise de variância – ANOVA (Tabela 5).

Tabela 3: Coeficientes de regressão e erro padrão, valores de p e t do planejamento fatorial 2³ para a cor objetiva L*.

	<i>Coeficiente de Regressão</i>	<i>Erro padrão</i>	<i>t(2)</i>	<i>p</i>
Médias.	62,65	0,2679	233,8543	0,00001
(1)Temperatura (L)*	2,035	0,3281	6,1986	0,0084
(2)Massa (L)	-0,2205	0,3281	-0,6727	0,5493
(3)Fluxo de aves (L)*	-2,24	0,3281	-6,8190	0,0064
1L.2L	0,2394	0,3281	-0,7307	0,5178
1L.3L*	-1,924	0,3281	-5,8575	0,0099
2L.3L	0,1844	0,3281	0,5620	0,6133

*Fatores estatisticamente significativos (p>0,05).

Tabela 4: Análise de Variância – ANOVA para a cor objetiva L*

<i>Fontes de variação</i>	<i>Soma dos quadrados</i>	<i>Graus de liberdade</i>	<i>Quadrados médios</i>	<i>F calculado</i>
Regressão	102,68	3,0	34,27	14,53
Resíduo	18,85	8,0	2,36	
Falta de Ajuste	16,26	5		
Erro Puro	2,58	3		
Total	121,52	11		

Resíduos = Falta de ajuste + Erro puro; Coeficiente de Correlação R= 0,92, F_{tab,95%}=4,07

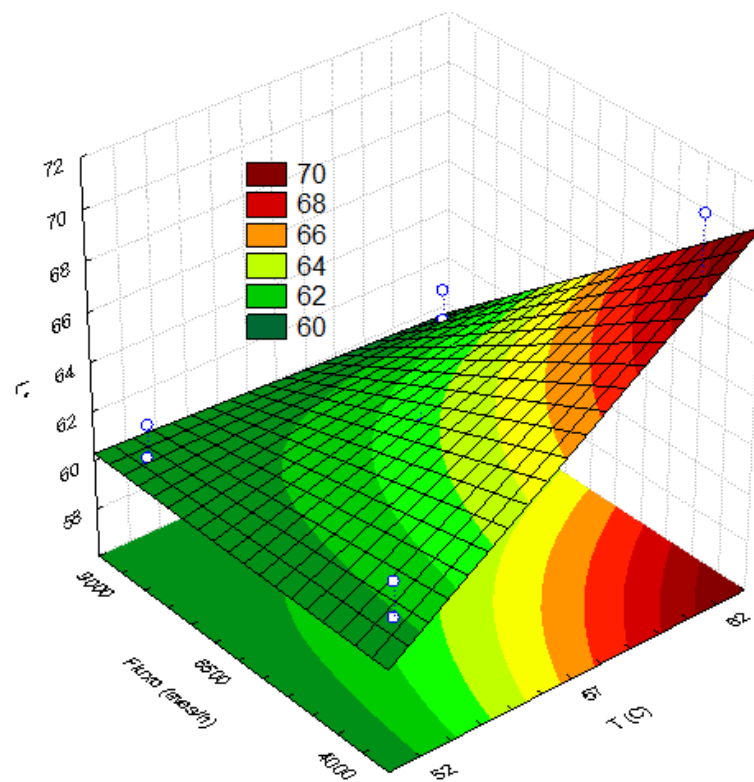
Para a cor objetiva L* o modelo codificado (Equação 1) foi validado pela análise de variância (Tabela 8), com um coeficiente de correlação de 0,92 e F calculado 3,57 vezes maior do que o valor do F tabelado. Os quais permitiram a construção de superfície de resposta e curvas de contorno apresentadas na Figura 7

demonstrando que a medida que se aumenta a temperatura e diminui-se o fluxo de aves no processo, há um aumento da cor objetiva L^* .

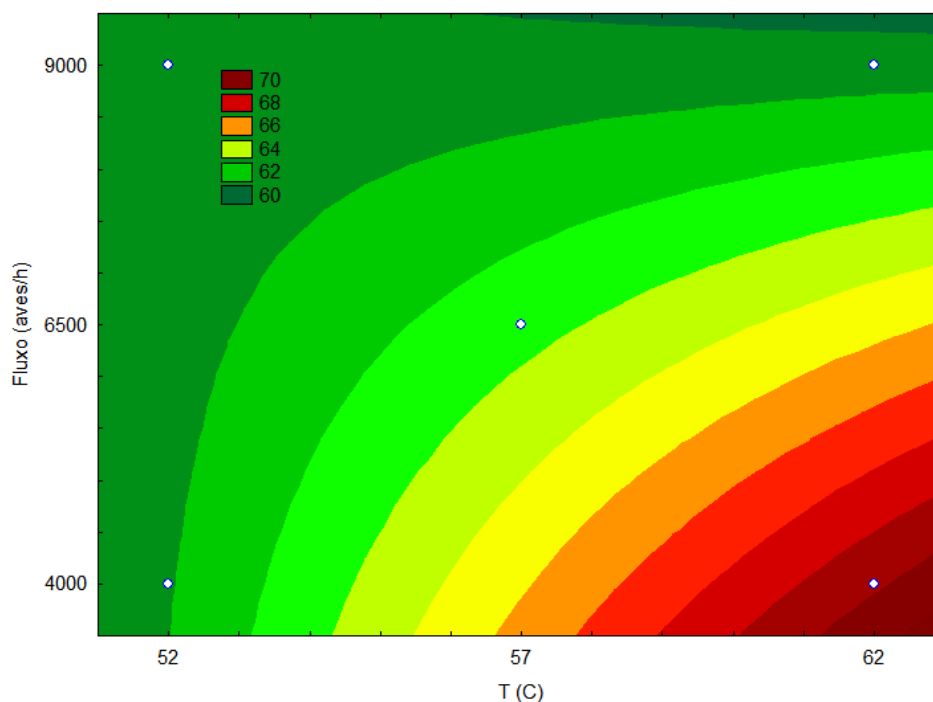
$$L^* = 62,65 + 2,035 X_1 - 2,24 X_3 - 1,92 X_1 X_3 \quad (1)$$

Onde L^* é a cor objetiva L^* , X_1 é a temperatura ($^{\circ}\text{C}$) e, X_3 é o fluxo de aves (aves/hora).

Figura 7: Superfície de resposta (a) e curva de contorno (b) do planejamento fatorial 2^3 , em função da temperatura e do fluxo, para a cor objetiva L^* .



(a)



(b)

Os valores médios de luminosidade dos ensaios (entre 60,12 e 70,98) foram maiores do que os valores considerados por Charttejee et al., (2016) como files pálidos, sendo que os mesmos classificaram os files baseando-se nos resultados de luminosidade em três grupos: pálidos entre 57,4 e 65,2, normais entre 49,1 e 56,1 e escuros com valores entre 40,7 e 51,4. Le Bihan-Duval et al (1999), relataram que o genótipo de frangos de corte de alto rendimento apresenta aumento significativo na luminosidade em comparação com aqueles não selecionados, isso pode estar relacionado a alterações na integridade da membrana fibrosa, que contribuem para a perda de líquido (Soglia et al, 2015). Portanto, isto pode explicar a maior refletância, ou seja, os maiores valores de luminosidade (L^*) para os resultados apresentados no presente estudo.

Outros estudos encontrados na literatura relatam a relação entre o pH e a cor objetiva, sendo que a palidez da carne pode estar entre outros fatores ligada a desnaturação proteica causada pelo baixo pH e pela elevada temperatura da carcaça. A cor observada na superfície das carnes é o resultado da absorção da mioglobina, provocada pela distribuição da luz que sai da carne. Com a redução do pH, desnaturação proteica e a expulsão da água, aumenta a interação entre as

proteínas, logo aumenta a birrefringência, com menos luz sendo transmitida através das fibras e mais luz dispersa (Shimokomaki et al., 2006).

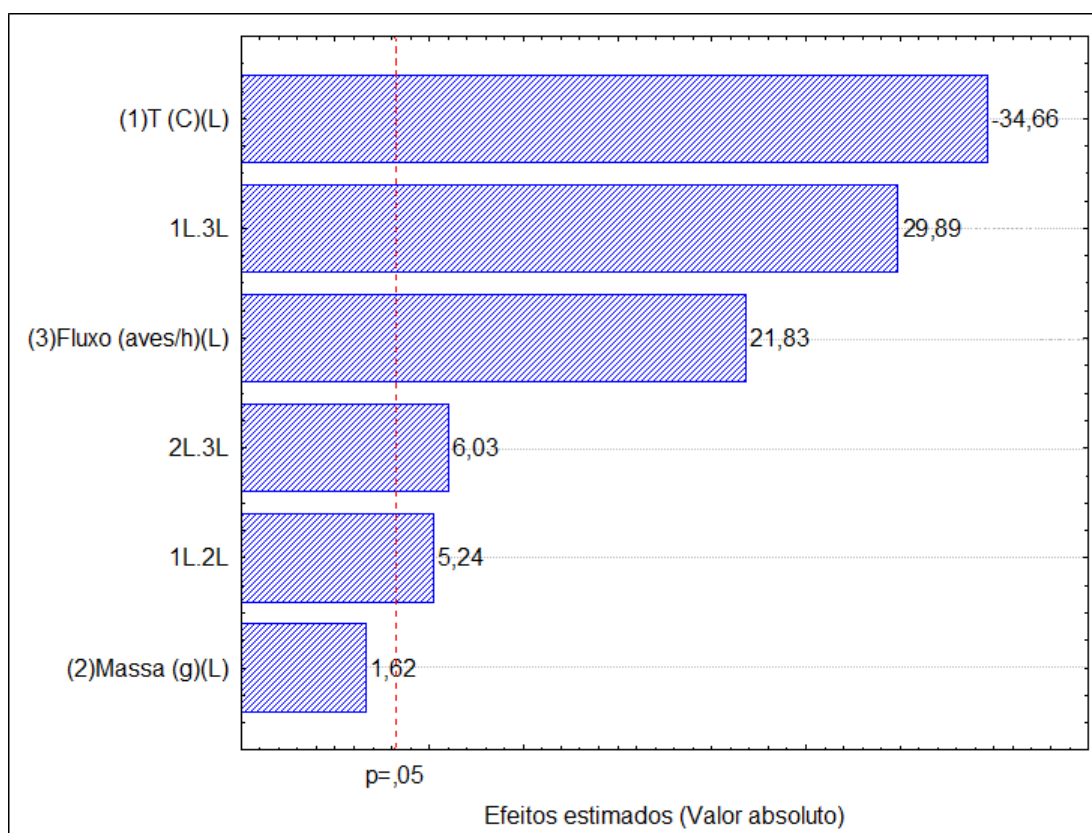
Pedraão et al, (2014) separou em dois grupos o meio peito de frango segundo resultados da cor objetiva L^* após 24 horas *post mortem*: carnes com $\text{pH} \leq 5,8$ e cor objetiva (L^*) ≥ 53 como carne PSE e, carnes com $\text{pH} > 5,8$ e, carnes com cor objetiva $44 < L^* < 53$ como normais. Embora as análises no presente estudo tenham sido realizadas em aproximadamente 6 horas *post mortem* os resultados obtidos não classificariam as carnes como PSE pois, nenhuma das médias do pH dos ensaios foi menor do que 5,8, o que faz com que os meio peitos analisados entrem na qualificação de carnes normais segundo a classificação de Pedraão et al, (2014).

De acordo com a Figura 7, quanto maior a temperatura e menor o fluxo maior a luminosidade. Isto, pode ser explicado pela desnaturação das proteínas (Ali et al, 2015). Segundo Bartut (2015), quando os pigmentos da carne são aquecidos o suficiente, a mioglobina total desnatura e, esta desnaturação resulta na mudança da carne para uma estrutura mais opaca, isto é, translucido no estado bruto, e refletindo luz, no caso da carne de peito de frango, o valor de L^* geralmente aumenta em cerca de 60. Portanto, os resultados deste estudo vão de encontro com o exposto, sendo que a maior temperatura e o maior tempo de retenção levaram a um aumento na cor objetiva L^* .

Em relação a cor objetiva a^* verifica-se que as variáveis estudadas apresentaram efeito significativo ($p > 0,05$) na cor objetiva a^* (Figura 8), sendo que a temperatura apresentou efeito negativo, demonstrando que a medida que aumenta-se a temperatura há uma redução da cor objetiva a^* . No entanto, o fluxo de aves e as interações apresentaram efeitos significativos ($p > 0,05$) positivos.

Os valores médios da cor objetiva a^* (3,17 a 7,27) nos ensaios realizados neste estudo (Tabela 2) foram menores aos obtidos por Rossa (2011), de 7,97 a 10,46 para carne de peito de frango convencional crua e, maiores do que os resultados médios (1,69 e 2,54) encontrados para carne de peito de frango cozida. As diferenças entre os resultados encontrados por Rossa, (2011) e o presente estudo podem ser atribuídas aos diferentes manejos pré e pós abate existentes entre os estudos.

Figura 8: Gráfico de Pareto com o efeito estimado (valor absoluto) das variáveis testadas para a cor objetiva a*



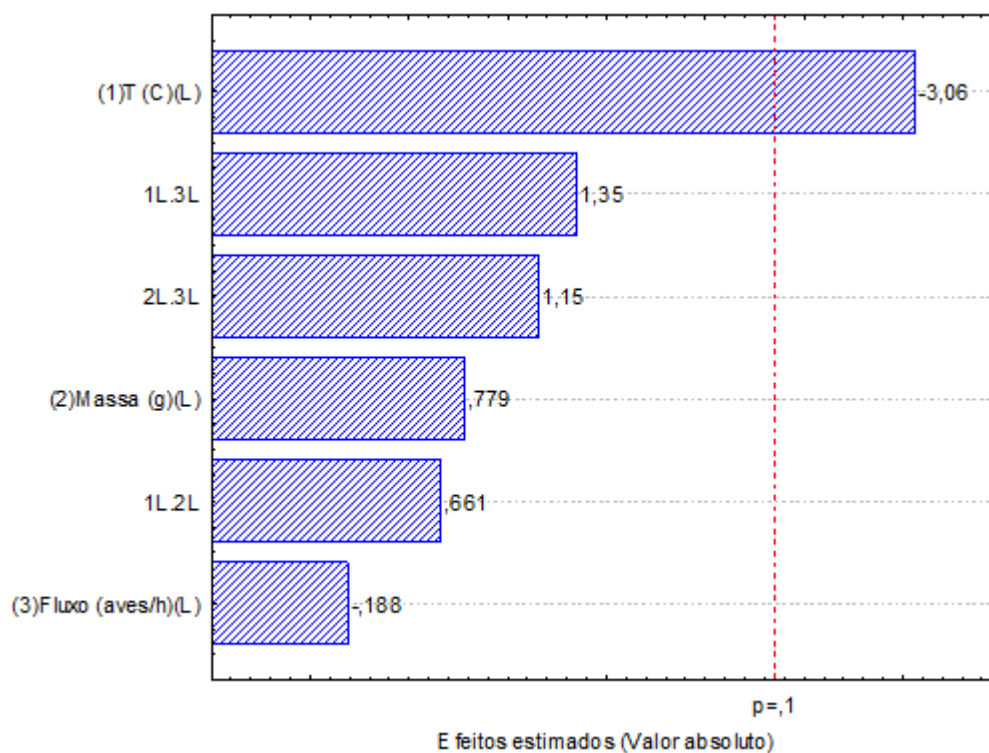
De acordo com a Figura 8, observa-se que a medida que houve um aumento no tempo de retenção das aves no tanque de escalda (menor fluxo) e na temperatura houve migração da coloração de menos (-) vermelha para mais (+) verde, sendo que isso pode ser um reflexo da desnaturação da mioglobina causada pelos diferentes parâmetros utilizados nos ensaios deste estudo e, a idade e fatores fisiológicos dos animais que também podem ser fatores que afetem a intensidade da cor vermelha na carne (Bowker e Zhuang, 2013).

O cozimento resulta na desnaturação do pigmento da carne e na aparência de um marrom acinzentado/fosco o calor geralmente desnatura a globina por ação da mioglobina e do anel heme que é geralmente separado da mioglobina e adicionado à piscina “não-heme” na carne e, junto a temperatura de desnaturação dependente da interação entre o pH da carne e o estado redox da mioglobina afetam a coloração da carne (Barbut, 2015), isso pode ser observado pelos resultados

obtidos por Rossa, (2011) quando comparou as médias das cores objetivas L*, a* e b* encontradas nos ensaios realizados com carne de peito cru e cozida.

De acordo com a Tabela 2 observa-se que a cor objetiva b* apresentou variação nos ensaios realizados entre 13,79 a 17,35. Estes resultados podem ser melhor visualizados pelo gráfico de Pareto (Figura 9) com os efeitos estimados das variáveis para a cor objetiva b* aonde verifica-se que a variável temperatura apresentou efeito significativo ($p > 0,10$), dentro da faixa estudada, ou seja, a medida que aumenta-se a temperatura há redução da cor objetiva b*.

Figura 9: Gráfico de Pareto com o efeito estimado (valor absoluto) das variáveis testadas na cor objetiva b*



Os valores médios da cor objetiva b* entre 13,79 a 17,35 foram maiores aos encontrados por Pizato et al (2015), com valores médios de 10,62 em amostras de peito de frango *in natura* coletadas em supermercado local. No entanto, Rossa (2011) encontrou valores similares da cor objetiva b* para peito de frango cru coletados num mercado local onde somente dois (8,47 e 13,61) dos cinco ensaios ficaram abaixo dos resultados dos ensaios do presente estudo.

Para os indicadores de cor na carne em todos os ensaios observou-se aumentos nos valores de luminosidade e redução da intensidade da cor vermelha e amarela após tratamentos em temperaturas mais elevadas e, também, uma redução na luminosidade quando aumentou-se o fluxo (frangos/hora). Este fato deve-se à principalmente a desnaturação térmica da mioglobina presente na carne durante o cozimento que causa mudança em sua coloração, tornando-se menos vermelhas (King e Whyte, 2006).

Bowker, Zhuang e Buhr (2014), estudaram o efeito de diferentes tratamentos de escaldagem e resfriamento sobre parâmetros do peito desossado de frango, sendo que durante os experimentos as carcaças foram submetidas a tratamento de escaldagem alta (60 °C por 1,5 min.) ou escaldagem leve (52,8 °C por 3 min.), e resfriados por imersão em água (0,5 °C por 40 min.) ou resfriamento a ar (0,5 °C por 120 min). As amostras foram retiradas do processo após o resfriamento e os peitos foram desossados. Os autores não encontraram diferença significativa das variáveis de escaldagem e resfriamento sobre os parâmetros de cor objetiva L^* , a^* e b^* .

Já Jeong et al., (2011), estudaram a combinação de três tratamentos combinados de escaldagem e resfriamento das carcaças, o primeiro tratamento foi utilizando-se de escaldagem alta (57,7 °C a 120 s) e resfriamento em água (através de Chiller por imersão à 0 °C) e os outros dois tratamentos foram combinando, escaldagem leve (50 °C por 220 s) e resfriamento com ar corrente (spray de ar corrente em carcaças 0,5 L à 0,4 °C) e resfriamento com ar condensado (sopro de ar, 1,0 m/s). As amostras foram retiradas após o resfriamento das carcaças onde as mesmas foram desossadas para a obtenção do peito de frango desossado para posterior análise da cor objetiva. Ao comparar os resultados os autores encontraram diferenças entre os tratamentos para cor objetiva L^* , a^* e b^* onde segundo os autores houve influência dos tratamentos de resfriamento sendo que o resfriamento com água resultou no valor mais alto de L^* ($p>0,05$) em files de peito, enquanto que o tratamento com ar corrente foi o que obteve o valor mais baixo de L^* (mais escuro) ($p>0,05$) (retiraram as amostras após o resfriamento). No entanto observa-se que os tratamentos na escaldagem foram diferentes oque vem a colaborar com o estudo atual onde encontrou-se diferença nos resultados da cor objetiva para tratamentos de diferentes temperaturas em todos os parâmetros de cor objetiva, sendo que

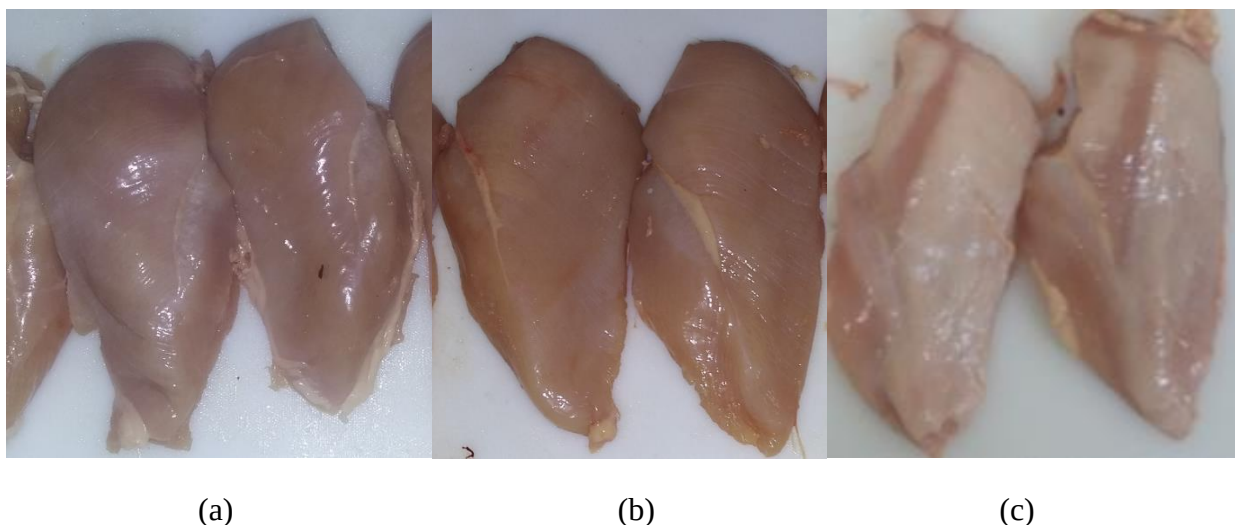
quanto maior a temperatura maior foram os valores de L^* , menores foram os valores de a^* e b^* .

Os resultados obtidos no estudo para a cor objetiva L^* são maiores do que os encontrados na literatura que consideraram a carne como pálida, no entanto comparando-se a combinação entre pH e cor objetiva L^* com análises de faixas de combinações entre os dois parâmetros para classificação da carne de peito de frango como PSE ou não na literatura, os resultados do estudo não classificaram os meio peitos como carne PSE para nenhum dos ensaios realizados. Alguns fatores que podem ser considerados para estes maiores valores médios de L^* encontrados nos ensaios em comparação a literatura, podem ser as diferenças entre as etapas do processo em que cada produto passou e também as diferenças de genótipo das aves.

Um fator importante que influencia a preferência do consumidor pela carne é a diferença de cor. Portanto, as diferenças características na cor da carne entre os tratamentos podem influenciar a preferência do consumidor quando eles são usados para fazer o mesmo prato. Segundo Fletcher (1999), vários fatores, incluindo pigmentos de heme, genética e alimentação, podem afetar a cor da carne. O presente estudo confirmou a presença de forte influência da temperatura e do fluxo de aves na cor da carne.

Isso pode ser evidenciado pela Figura 10, onde é possível visualizar as diferentes colorações na superfície dos meio peitos sem osso e sem pele obtidas pelos ensaios 1, 9 e 7, por exemplo.

Figura 10: Aspecto visual do meio peito sem osso e sem pele. (a) ensaio 1; (b) ensaio 9; (c) ensaio 7.



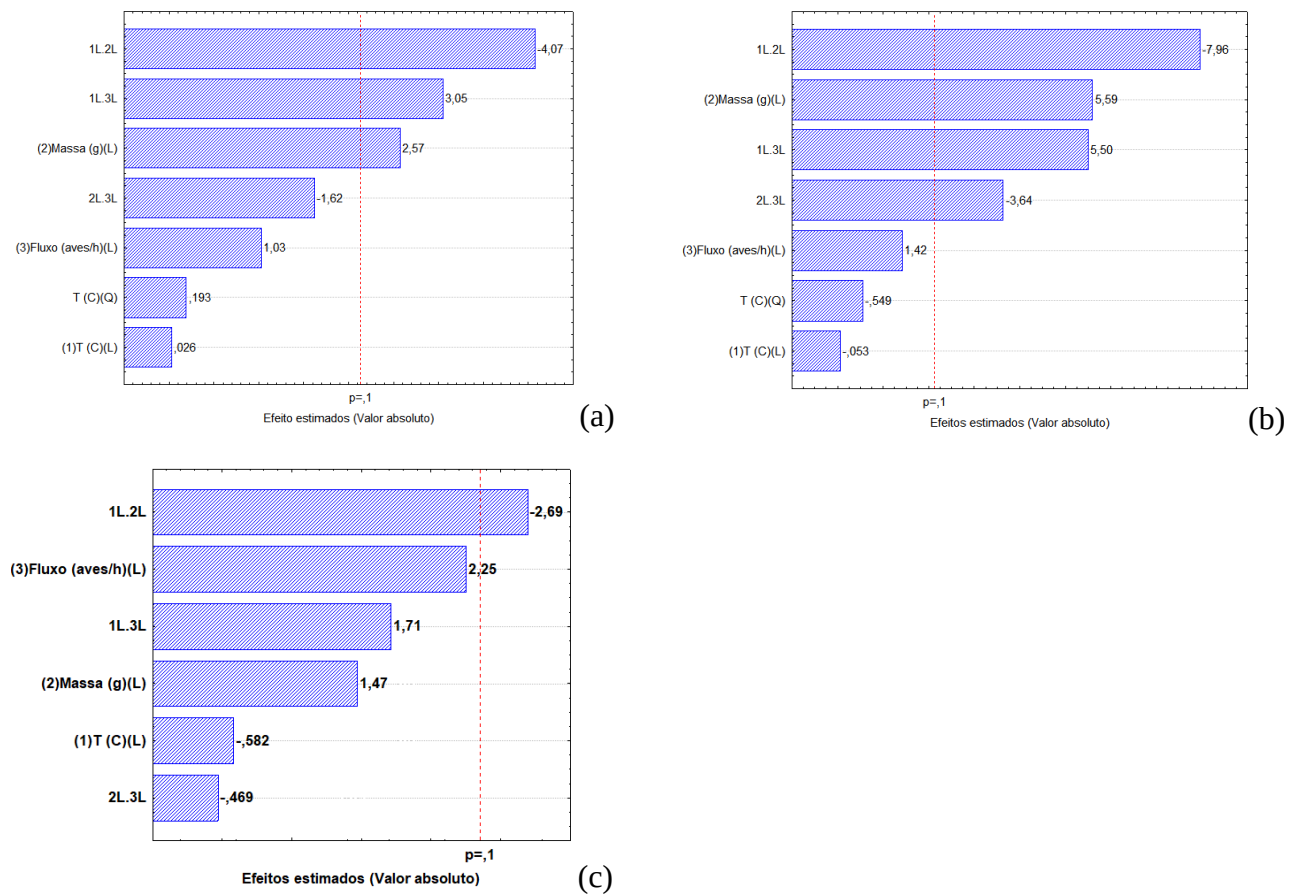
A Tabela 05 apresenta a matriz do planejamento fatorial 2^3 com os valores codificados (reais) das variáveis independentes estudadas e as respostas em termos de Perfil textura – TPA (dureza, adesividade, elasticidade, coesividade, gomosidade, mastigabilidade e resiliência) das amostras de frango. Estes resultados podem ser melhor visualizados pelo gráfico de Pareto (Figura 11), com os efeitos estimados para as variáveis, aonde verifica-se que nenhuma das variáveis estudadas apresentou efeito significativo ($p > 0,05$) para a dureza, adesividade, elasticidade, coesividade, gomosidade, mastigabilidade e resiliência dentro da faixa estudada. Somente houve efeito significativo ($p > 0,10$) das variáveis estudadas para gomosidade, mastigabilidade e resiliência.

Tabela 5: Matriz do planejamento fatorial 2^3 (valores codificados e reais) e resposta em Perfil Textura (Dureza, adesividade, elasticidade, coesividade, mastigabilidade e resiliência) de carcaças de frango.

<i>Variáveis Independentes*</i>				<i>Respostas</i>						
	X_1	X_2	X_3	<i>Dureza</i>	<i>Adesividade</i>	<i>Elasticidade</i>	<i>Coesividade</i>	<i>Gomosidade</i>	<i>Mastigabilidade</i>	<i>Resiliência</i>
1	-1 (52)	-1 (2,6-2,8)	-1 (4000)	4.491	-122	0,90	0,70	3.110	2.914	0,48
2	-1 (52)	+1 (3,4-3,6)	-1 (4000)	4.310	-91,78	0,95	0,70	3.044	2.876	0,48
3	-1 (52)	-1 (2,6-2,8)	+1 (9000)	5.298	-99,29	0,96	0,71	3.821	3.729	0,52
4	-1 (52)	+1 (3,4-3,6)	+1 (9000)	5.171	-74,76	1,03	0,72	3.736	3.372	0,53
5	+1 (62)	+1 (3,4-3,6)	+1 (9000)	5.101	-116,40	0,94	0,71	3.689	3.471	0,51
6	+1 (62)	-1 (2,6-2,8)	+1 (9000)	4.732	-119,46	0,98	0,69	3.278	3.194	0,47
7	+1 (62)	-1 (2,6-2,8)	-1 (4000)	4.654	-121,67	0,95	0,69	3.241	3.073	0,48
8	+1 (62)	+1 (3,4-3,6)	-1 (4000)	5.705	-145,14	0,95	0,73	4.194	3.964	0,53
9	0 (57)	0 (3,0-3,2)	0 (6500)	5.519	-147,69	0,93	0,68	3.082	3.549	0,49
10	0 (57)	0 (3,0-3,2)	0 (6500)	5.027	-107,62	0,95	0,71	3.596	3.404	0,50
11	0 (57)	0 (3,0-3,2)	0 (6500)	4.377	-98,66	0,97	0,70	3.104	2.991	0,51
12	0 (57)0	0 (3,0-3,2)	0 (6500)	4.516	-82,15	1,03	0,73	3.331	3.426	0,52

* X_1 = Temperatura °C, X_2 = Faixa massa viva do frango (kg), X_3 = Fluxo de aves (Aves/hora). Variáveis independentes fixas: distância entre aviário e frigorífico, idade das aves, parâmetros de atordoamento de 60 volts e 850 Hz, tempo de sangria de 3 min, volume de água do tanque de escaldagem 9 m³, temperatura da água das depenadeiras 50°C $\pm$ 5 e borbulho nos tanques de escaldagem. n=31 aves por ensaio.

Figura 11: Gráficos de Pareto com o efeito estimado (valor absoluto) das variáveis testadas na textura: (a) Gomosidade, (b) mastigabilidade e (c) resiliência



Utilizando-se de uma técnica de análise de perfil de textura similar em peitos de frango frescos e congelados crus e peitos de frangos cozidos, Chatterjee et al., (2016), encontraram diferenças significativas para os parâmetros TPA de dureza, mastigabilidade, adesividade e elasticidade entre as amostras de peito cru e cozidos, sendo que os files de peito cozidos apresentaram-se mais duros, adesivos, difíceis de mastigar e menos elásticos que os files de peito crus, os autores supracitados também afirmaram que os files de peito cozidos eram mais coesos e menos resilientes do que os files de peito crus.

Os resultados do presente estudo não apresentaram efeito significativo para os parâmetros de dureza (a força necessária para comprimir o material uma dada quantidade), adesividade (a energia necessária para superar forças atraentes entre a comida e qualquer superfície em contato com), elasticidade (a força de

recuperação existente quando a força de compreensão é removida), coesividade (as forças dos laços internos da amostra), resiliência (medida de quanto a amostra recupera sua deformação tanto em termos de velocidade quanto em termos de sua força), mastigabilidade (a energia necessária para mastigar um alimento sólido em um estado pronto para engolir) e gomosidade (energia requerida para mastigar um produto semissólido) (Lar Dar e Light, 2014), para as faixas de massa, fluxo e temperatura estudadas. Isso pode ser explicado pelo fato de que as diferenças entre os parâmetros utilizados no estudo atual não foram suficientes a nível de provocar mudanças significativas na estrutura do meio peito de frango, tal como foram encontradas no estudo realizado por Chatterjee et al., (2016), onde o peito de frango cru utilizado foi coletado após a etapa de embalagem tendo passado por processos como resfriamento e cortes e, o peito de frango cozido passou também pela etapa de cozimento até atingir temperatura final de 78 °C à 80 °C.

No entanto houve diferença significativa ($p > 0,10$) para os Perfis Textura resiliência, mastigabilidade e gomosidade que podem ser melhor observados via gráfico de Pareto na Figura 11.

A resiliência (medida de quanto a amostra recupera sua deformação tanto em termos de velocidade quanto em termos de sua força) (Lar Dar e M. Light, 2014), foi afetada pela relação entre massa e temperatura ($P > 0,10$) dentro das faixas estudadas, podendo-se dizer que a combinação dos tratamentos mais a força de compreensão foram o suficiente para afetar a capacidade do produto retornar ao estado antes de sofrer a deformação pela compressão.

Já a mastigabilidade (a energia necessária para mastigar um alimento sólido em um estado pronto para engolir) (Lar Dar e M. Light, 2014), foi afetada pela massa e as relações entre os as três variáveis ($P > 0,10$) dentro das faixas estudadas, sendo que a dureza e a mastigabilidade estão ligadas com a desejável sensação de mastigação de porções da carne (Montezuma, 2010), embora que a dureza não tenha sido afetada de forma significativa no presente estudo dentro das faixas estudadas, os tratamentos foram suficientes para provocar variações na energia necessária para mastigar o alimento num estado pronto para engolir, sugerindo que os diferentes parâmetros utilizados nos tratamentos de escaldagem podem influenciar nas percepções sensoriais do consumidor.

No que diz respeito ao parâmetro Perfil Textura gomosidade (energia requerida para mastigar um produto semissólido) (Lar Dar e M. Light, 2014) a massa do frango vivo e as interações entre temperatura e massa e temperatura e fluxo de aves afetaram dentro das faixas estudadas o parâmetro gomosidade ($P > 0,10$), sendo que modificações que deixem o produto mais pastoso, podem implicar em baixos valores de gomosidade (Montezuma, 2010), ou seja, as variáveis dentro das faixas estudadas podem ter afetado o produto no que diz respeito a percepções sensoriais no momento do consumidor engoli-lo, no entanto para confirmação de tais variações faz-se necessário também avaliações após o cozimento do produto obtido após tais variações do processo.

As variações nos resultados do Perfil Textura, juntamente aos efeitos significativos ($p > 0,10$) encontrados para os parâmetros resiliência, mastigabilidade e gomosidade, nos permitem falar que os tratamentos dentro das faixas estudadas possam ter alterado as estruturas dos meio peitos, mesmo que no presente estudo não tenha-se realizado análises para comprovação.

São raros os dados sobre a avaliação da análise do perfil textura do peito de frango in natura, devido a técnica mais utilizada ser realizada através do uso de lâmina de Warner-Bratzer, recomendando-se desta maneira mais estudos neste sentido que venham a agregar com a literatura atual.

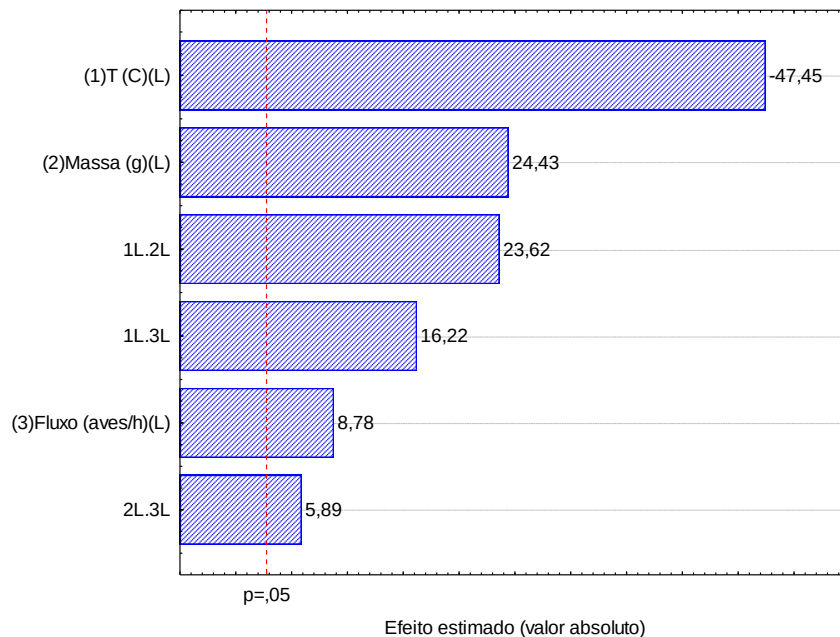
A Tabela 6 apresenta a matriz do planejamento fatorial 2^3 com os valores codificados (reais) das variáveis independentes estudadas e as respostas em termos de características físicas (visuais) das carcaças de frango, em relação a ausência de: pele de peito rasgada, epiderme, pena na asa, e pena na sambiquira.

Tabela 6: Matriz do planejamento fatorial 2^3 (valores codificados e reais) e resposta em aspectos visuais das carcaças de frango, tais como ausência de pele de peito rasgada, ausência de epiderme, pena na asa e pena na sambiquira.

Ensaio	Variáveis Independentes*			Respostas			
	X_1	X_2	X_3	Pele de peito (%)	Epiderme (%)	Pena na asa (%)	Pena na sambiquira (%)
1	-1 (52)	-1 (2,6-2,8)	-1 (4000)	100	0	0	0
2	-1 (52)	+1 (3,4-3,6)	-1 (4000)	97,30	0	0	0
3	-1 (52)	-1 (2,6-2,8)	+1 (9000)	100	0	0	0
4	-1 (52)	+1 (3,4-3,6)	+1 (9000)	97,30	0	0	0
5	+1 (62)	+1 (3,4-3,6)	+1 (9000)	100	100	94,05	55,68
6	+1 (62)	-1 (2,6-2,8)	+1 (9000)	35,14	100	98,38	100
7	+1 (62)	-1 (2,6-2,8)	-1 (4000)	0,00	100	100	100
8	+1 (62)	+1 (3,4-3,6)	-1 (4000)	5,41	100	85,95	82,70
9	0 (57)	0 (3,0-3,2)	0 (6500)	100	100	90,81	100
10	0 (57)	0 (3,0-3,2)	0 (6500)	97,30	100	86,49	74,59
11	0 (57)	0 (3,0-3,2)	0 (6500)	100	100	84,86	10
12	0 (57)	0 (3,0-3,2)	0 (6500)	100	100	97	21

*X1= Temperatura °C, X2 = Faixa massa viva do frango (kg), X3= Fluxo de aves (Aves/hora). Variáveis independentes fixas: distância entre aviário e frigorífico, idade das aves, parâmetros de atordoamento de 60 volts e 850 Hz, tempo de sangria de 3 min, volume de água do tanque de escaldagem 9 m³, temperatura da água das depenadeiras 50°C $\pm$ 5 e borbulho nos tanques de escaldagem. n=31 aves por ensaio.

Figura 12: Gráfico de Pareto com o efeito estimado (valor absoluto) da variável testadas para o percentual de ausência de pele de peito rasgado



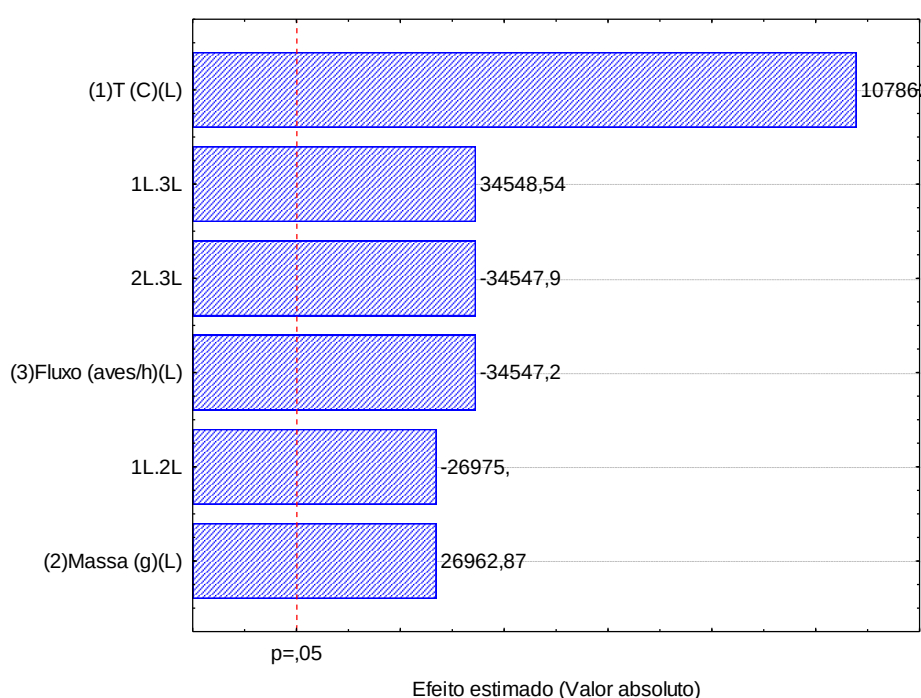
De acordo com a Tabela 6 observa-se que o percentual de ausência de pele de peito rasgada variou entre 0 e 100%. Esses resultados podem ser melhor visualizados pelo gráfico de Pareto (Figura 12) com efeitos estimados das variáveis para a ausência de pele de peito rasgada, onde verifica-se que as variáveis estudadas apresentaram efeito significativo ($p > 0,05$) sobre a ausência de pele de peito rasgada, sendo que a temperatura apresentou efeito negativo, ou seja, a medida em que se aumenta a temperatura há um aumento no percentual de pele de peito rasgada. No entanto, o fluxo de aves e a massa e as interações apresentaram efeito significativos ($p > 0,05$) positivos.

Gomide et al. (2006), destacam que temperaturas elevadas e altos tempos de exposição causam enfraquecimento da pele das aves, que podem romper-se na etapa de depenagem. Os quais corroboram com os resultados apresentados no presente estudo, pois o efeito negativo ($p > 0,05$) da temperatura (Figura 12) indica que a medida que aumenta-se a temperatura há uma tendência de incremento do percentual de pele de peito rasgada. Por outro lado, o efeito significativo positivo ($p > 0,05$) para o fluxo representa que para maiores valores de fluxo, menores serão os percentuais de pele de peito rasgada, tendo em vista que o fluxo está relacionado ao tempo que as carcaças permanecem no tanque de escaldagem e nas

depenadeiras. Já o efeito positivo significativo ($p>0,05$) da massa indica que para maiores valores de massa, menor será o percentual de pele de peito rasgada, sendo assim, é possível interpretar que frangos com maior massa podem possuir uma camada epidérmica resistente no peito para as faixas de massa estudadas.

Na Tabela 6 podem ser observados os valores visuais para a ausência de epiderme nas carcaças de frango, sendo que os valores variaram entre 0 e 100%. Esses resultados também podem ser visualizados pelo gráfico de Pareto (Figura 13) com efeitos estimados das avariáveis para o aspecto visual de ausência de epiderme, onde verifica-se que as variáveis temperatura e massa apresentaram efeito significativo ($p>0,05$) positivo, dentro da faixa estudada, ou seja, a medida que aumenta-se a temperatura e a massa, menor será o percentual de residual de epiderme nas carcaças. No entanto, o fluxo de aves apresentou efeitos significativos ($p>0,05$) negativo, ou seja, a medida que o fluxo aumenta, ocorre um aumento no percentual de residual de epiderme, pois diminui o tempo de permanência das carcaças em contato com a água no tanque de escaldagem e diminui também o tempo de permanência das carcaças nas depenadeiras.

Figura 13: Gráfico de Pareto com o efeito estimado (valor absoluto) da variável testadas para o percentual de ausência de epiderme



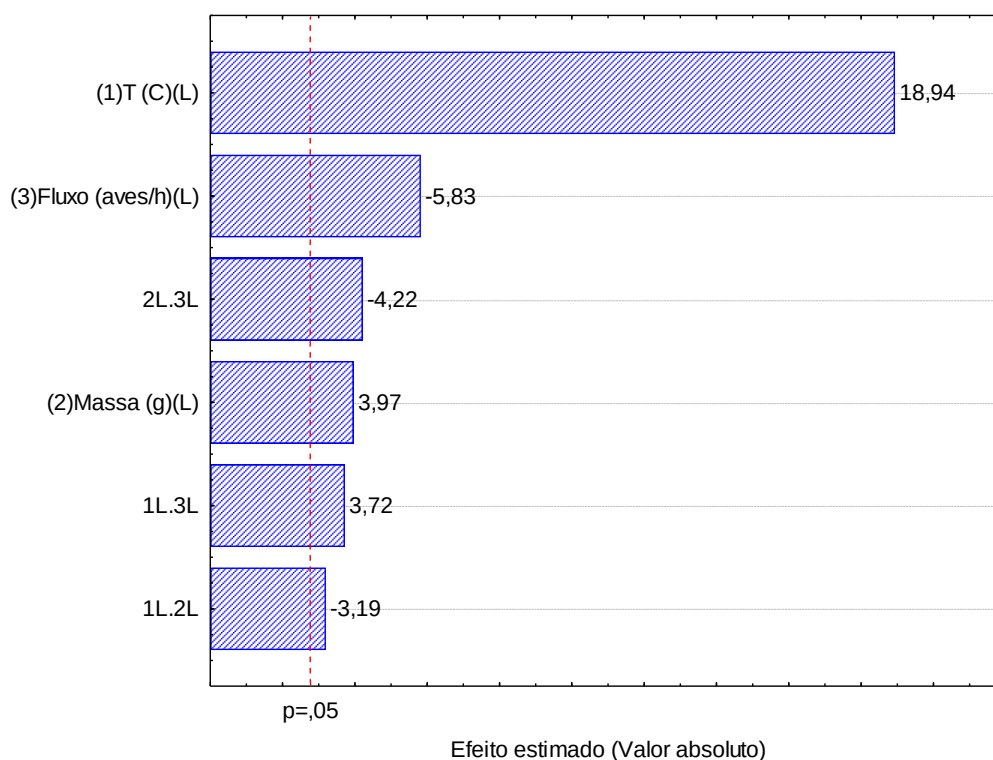
Baker et al (2004), afirmam que frangos mais pesados e maiores podem fazer com que os dedos das depenadeiras atuem com maior intensidade sobre a pele das carcaças das aves e por consequência ocorre maior retirada de epiderme, com relação a temperatura da água de escaldagem este afirma que temperaturas mais altas tendem a remover a maior parte ou toda a camada externa da epiderme, enquanto que temperaturas mais baixas na escaldagem podem manter a epiderme intacta. Em relação ao fluxo de aves tem-se um efeito similar com o observado no parâmetro visual de ausência de pele de peito rasgada, sendo que quanto menor o fluxo maior será o tempo de permanência da carcaça no tanque de escalda, onde tempos de exposição maiores podem causar enfraquecimento da pele (Gomide et al, 2006), ou seja, ao considerar que a primeira camada da pele é a epiderme amarela, por consequência um maior tempo de exposição no tanque de escalda aumenta a eficiência da retirada da epiderme.

Analizando a Tabela 6 é possível visualizar que nos ensaios de 1 a 4 não houve remoção da camada epidérmica amarela das aves, ou seja, 0 de ausência de epiderme nas carcaças, sendo que nestes ensaios a faixa de temperatura utilizada foi de 52°C, demonstrando a ineficiência desta faixa de temperatura na remoção da epiderme das aves para os parâmetros utilizados no estudo, o que acarretaria a indústria elevadas perdas econômicas, devido a necessidade de descarte das carcaças com epiderme, que são consideradas não conforme do ponto de vista sanitário.

Tendo em vista o exposto acima faz-se necessário a utilização de temperaturas próximas a 57°C para a remoção da epiderme, já que nos ensaios utilizando-se essa faixa de temperatura houve a remoção da camada epidérmica amarela em 100% das carcaças.

A Figura 14 apresenta o gráfico de Pareto com os efeitos estimados (valor absoluto) da variável testadas para o percentual de ausência de pena na asa.

Figura 14: Gráfico de Pareto com o efeito estimado (valor absoluto) da variável testadas para o percentual de ausência de pena na asa.



Os resultados das médias dos ensaios para ausência de penas na asa podem ser observados na Tabela 6 sendo que as médias tiveram resultados entre 0 e 100% de ausência de penas nas asas. Os resultados foram tratados estatisticamente e também são apresentados pelo gráfico de Pareto (Figura 14), com efeitos estimados das variáveis para a ausência de pena na asa, onde verifica-se que as variáveis temperatura e massa apresentaram efeitos significativos ($p > 0,05$) positivos, dentro das faixas estudadas, ou seja, a medida que aumenta-se a temperatura e a massa, menor será o residual de penas nas asas. No entanto, o fluxo de aves apresentou efeitos significativos ($p > 0,05$) negativo, ou seja, a medida que o fluxo aumentou, maior foi o percentual residual de penas nas asas.

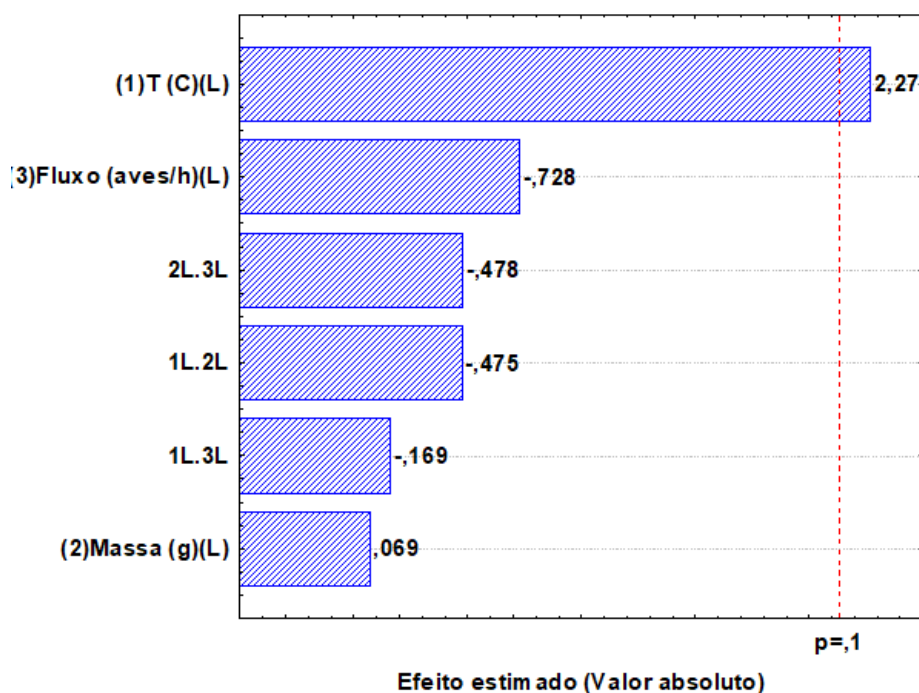
As maiores temperaturas da água estimulam o aumento na porosidade da pele promovendo o afrouxamento das penas e sua consequente remoção (Barbut, 2015). Segundo Ribeiro (1992), na etapa de depenagem é muito importante ajustar as depenadeiras para o tamanho do frango, regulando a pressão dos dedos de borracha, outro fator importante que pode ser considerado é o tamanho das aves,

sendo que para aves de maior massa pode ocorrer uma atuação mais intensa dos dedos das depenadeiras sobre a carcaça (Barker et al, 2004).

Em relação aos efeitos estimados pela variável fluxo das aves, novamente, observa-se que a medida em que o fluxo aumenta, ou seja, há um menor período de permanência das carcaças tanto no tanque de escadagem, quanto nas depenadeiras, aumentando-se desta maneira a ineficiência na depenagem, que por consequência aumentou o percentual residual de penas nas asas.

Os resultados médios dos ensaios realizados para o parâmetro visual de ausência de penas na sambiquira são apresentados na Tabela 6, aonde observa-se que o residual de penas médio variou entre 0 e 100%. Estes resultados podem ser melhor interpretados pelo gráfico de Pareto (Figura 15) com efeitos estimados para o aspecto visual de ausência de penas na sambiquira aonde verifica-se que a temperatura apresentou efeito significativo ($p > 0,10$) positivo, dentro das faixas estudadas, ou seja, a medida em que a temperatura aumenta menor será o residual de penas na sambiquira.

Figura 15: Gráfico de Pareto com o efeito estimado (valor absoluto) da variável testadas para o percentual de ausência de pena na sambiquira.



De maneira análoga ao que já foi citado no presente estudo, o aumento da temperatura ocasiona aumento nos tamanhos dos poros, que junto a umidificação que ocorre no tanque de escalda aumenta-se a densidade das penas e da área de fricção, facilitando assim a etapa de depenagem (Soares, 2009).

Um fator que pode ser observado analisando-se os dados das médias dos residuais de penas nas asas e penas na sambiquira e comparando as mesmas, em alguns ensaios tem-se diferenças nos percentuais de remoção de penas nas asas de até 76% de eficiência maior em comparação com a retirada de penas na sambiquira, mesmo utilizando-se dos mesmos parâmetros. Isto pode ser explicado devido ao fato de a área da região do dorso do frango ser a de mais difícil acesso dos dedos das depenadeiras (Barker et al, 2004).

A Tabela 7 e Figura 16 apresentam a correlação de Pearson e análise dos componentes principais (ACP), respectivamente.

No gráfico da Análise dos Componentes Principais (ACP), as variáveis são representadas como vetores, quanto mais longo o vetor, melhor a explicação da variabilidade entre os ensaios.

Pela análise da Figura 16, a primeira (CP1) e segunda (CP2) dimensão explicaram 62,45% da variância total. O componente principal 1 (CP1) respondeu por 33,19%, enquanto ao componente principal 2 (CP2), por 29,26%.

Os valores obtidos por meio de correlação de Pearson (Tabela 7) confirmam a relação entre os parâmetros observados na análise de componentes principais (Figura 16), sendo que a dureza apresenta correlação positiva ($p > 0,05$) em relação a gomosidade, mastigabilidade e resiliência de 0,888, 0,793 e 0,524 respectivamente. No entanto a dureza apresentou correlação negativa ($p > 0,05$) em relação a adesividade de -0,695. Ou seja, a medida que aumenta-se a força necessária para comprimir o meio peito aumenta a energia requerida para mastigar o produto a ponto de engoli-lo e a peça recupera com maior velocidade e com mais força as deformações sofridas.

A cor objetiva L^* apresentou correlação negativa (Tabela 7) em relação as cores objetivas a^* e b^* de -0,905 e -0,536, respectivamente. Isto demonstra que a medida em que aumenta-se a luminosidade das peças de meio peito, as intensidades de cores vermelha e amarela diminuem.

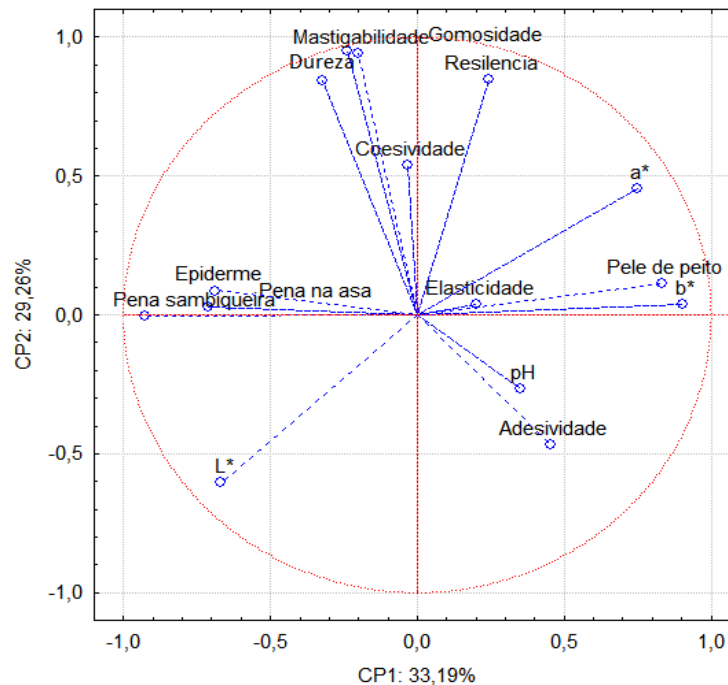
Há também forte correlação ($p > 0,05$) da ausência de pele de peito rasgada em relação a ausência de penas nas asas e na sambiquira, respectivamente, ou seja, a medida que ocorre redução de presença de epiderme, os residuais de penas nas asas e sambiquiras, também, diminuirão dentro das faixas estudadas.

Tabela 7: Matriz de correlação de Pearson para as variáveis pH, cor objetiva (L*, a* e b*), Perfil Textura (dureza, adesividade, elasticidade, coesividade, gomosidade, mastigabilidade e resiliência) e aspectos visuais (ausências de pele de peito rasgada, epiderme

Valores em realce apresentam correlação significativa ($\alpha > 0,5$)

Variáveis	pH	L*	a*	b*	Dureza	Adesividade	Elasticidade	Coesividade	Gomosidade	Mastigabilidade	Resiliência	Pele de peito	Epiderme	Pena na asa	Pena sambiquira
pH	1														
L*	-0,228	1													
a*	0,266	-0,905	1												
b*	0,209	-0,536	0,705	1											
Dureza	-0,636	-0,274	0,094	-0,251	1										
Adesividade	0,444	0,041	0,082	0,349	-0,695	1									
Elasticidade	0,108	-0,059	0,244	0,467	-0,254	0,276	1								
Coesividade	0,175	-0,312	0,154	-0,089	0,294	0,256	0,173	1							
Gomosidade	-0,330	-0,400	0,245	-0,222	0,888	-0,501	-0,142	0,534	1						
Mastigabilidade	-0,245	-0,365	0,245	-0,138	0,793	-0,404	0,075	0,581	0,959	1					
Resiliência	0,011	-0,570	0,458	0,295	0,524	-0,247	0,275	0,509	0,722	0,815	1				
Pele de peito	0,044	-0,660	0,819	0,818	-0,148	0,320	0,336	-0,157	-0,097	-0,076	0,174	1			
Epiderme	0,058	0,317	-0,248	-0,527	0,050	-0,171	0,352	0,183	0,206	0,269	-0,039	-0,391	1		
Pena na asa	0,017	0,393	-0,315	-0,530	0,020	-0,173	0,379	0,134	0,149	0,219	-0,081	-0,418	0,994	1	
Pena sambiquira	-0,355	0,537	-0,563	-0,782	0,312	-0,409	-0,077	0,019	0,194	0,143	-0,341	-0,645	0,759	0,775	1

Figure 16: Análise dos Componentes Principais (ACP)



Observa-se segundo tratamentos realizados com os dados coletados nos ensaios deste estudo que o pH não foi influenciado significativamente ($p > 0,05$) pelas variáveis dentro das faixas estudadas, sendo que este não caracterizou a carne do meio peito sem osso e sem pele como PSE e nem como carne DFD, pois as médias dos ensaios encontraram-se dentro da variação esperadas de pH para files de peito de frango *post mortem*. Quanto aos impactos no Perfil Textura causado pelas variações entre os ensaios foi possível verificar que somente houve efeito significativo ($p > 0,10$) para gomosidade, mastigabilidade e resiliência, sugerindo que os tratamentos dentro das faixas estudadas possam ter alterado as estruturas dos meio peitos na capacidade de o produto retornar ao estado antes de sofrer deformação pela compressão, a desejável sensação de mastigação de porções de carne e na alterações de percepções por parte do consumidor quanto ao produto ser mais pastoso ou não.

Em termos de cor objetiva, observou-se que os melhores resultados foram os que obtiveram menores valores de L^* e maiores valores de a^* e b^* , desta maneira aproximando-se as expectativas desejável pelos consumidores de coloração

(exceção carne DFD que não é desejável). Segundo a literatura foram encontrados nas menores temperaturas e maiores fluxos, o que indica que o meio peito mantém ao máximo suas propriedades originais de coloração nestes tratamentos, menores temperaturas e maiores fluxos também influenciaram positivamente com menores percentuais de pele de peito rasgada nas carcaças das aves. No entanto maiores temperaturas e menores fluxos de aves tiveram efeitos positivos quanto a reduções nos percentuais de residual de penas nas asas, sambiquira e epiderme, sendo que maiores percentuais de penas nas carcaças podem acarretar em aumento de mão de obra e até mesmo direcionamento das aves para o subproduto dependendo da incidência de penas após a depenagem, que são indesejáveis pela indústria por acarretar em perdas monetárias, sendo que também pode afetar a imagem do produto diante do consumidor no caso de residual de penas no mesmo.

Foi possível observar também que o presente estudo auxiliou de forma positiva junto a literatura, aonde são raros os dados em relações aos parâmetros de cor objetiva (L^* , a^* e b^*), Perfil Textura (dureza, adesividade, elasticidade, coesividade, matibabilidade e resiliência) e pH com retirada das amostras logo após as depenadeiras, o que facilita a interpretação dos dados quanto aos impactos da escalagem nestes parâmetros, devido a não interferência do resfriamento sobre os mesmos, demonstrando que diferentes faixas de massa de frango vivo, temperatura de escaldagem e fluxo de abate influenciaram os parâmetros estudados.

Seria recomendável a realização de novos testes de forma a aumentar a matriz fatorial possibilitando a avaliação de mais pontos das variáveis temperatura de escaldagem, fluxo de aves (aves/hora) e massa do frango vivo. Além disso baseando-se nas observações críticas do processo e nos resultados estatísticos obtidos, chega-se à conclusão que se faz necessário um melhor controle de outras variáveis que estejam influenciando na resposta (tais como temperatura da água das depenadeiras, grau de ajuste das depenadeiras, nível de desgaste dos dedos das depenadeiras e tempo de trajeto das aves até o frigorífico) ou até mesmo a inclusão destas na matriz de planejamento. Outras análises que seriam interessantes a serem realizadas em novos testes são análises sensoriais por panelistas treinados, onde pode-se correlacionar as mesmas aos resultados instrumentais onde podem ser criadas faixas de cores objetivas e textura ideais para futuras comparações, além da possibilidade de realizar análises de amostragens após a depenagem e

após o resfriamento no meio peito sem osso e sem pele o que possibilita avaliar as influências de cada etapa do processo no produto, contribuindo desta maneira com a literatura.

5 CONCLUSÕES

De acordo com os achados do presente trabalho, pode-se concluir que:

- Nenhuma das variáveis estudadas apresentou efeito significativo ($p>0,05$) sobre o pH, sendo que os resultados se encontraram próximos ao esperado para files de frango *post mortem*.
- Os dados apresentados para as cores objetiva L^* e a^* recomendam a utilização de temperaturas brandas, ou seja, mais próximas a 52°C alinhada a maiores fluxos de aves (próximos a 9.000 frangos/hora) na escaldagem possibilitando desta maneira a manutenção das características de coloração da superfície do meio peito mais vermelha, ou seja, mais próximas a coloração *in natura*, já que para os parâmetros houve uma influência significativa ($p>0,05$) da temperatura e da interação da temperatura e fluxo, sendo que a medida que ocorre um aumento de temperatura e uma redução de fluxo há um aumento na cor objetiva L^* e redução na cor objetiva a^* , indicando presença de uma carne pálida e até mesmo com possíveis ocorrências de escaldagem excessiva no meio peito.
- As variáveis independentes estudadas e as respostas em termos de perfil textura não apresentaram efeito significativo ($p>0,05$). Somente houve efeito significativo ($p>0,10$) para gomosidade, mastigabilidade e resiliência, sugerindo que os tratamentos dentro das faixas estudadas possam ter alterado as estruturas dos meio peitos na capacidade de o produto retornar ao estado antes de sofrer deformação pela compressão, a desejável sensação de mastigação de porções de carne e na alterações de percepções por parte do consumidor quanto ao produto ser mais pastoso ou não.
- Os resultados obtidos para o parâmetro de pele de peito rasgada apresentaram diferença significativa ($p>0,05$), sendo que estes sugerem a utilização de temperaturas de escalda brandas, ou seja, próximas a 52°C e maiores fluxos de aves (próximos a 9.000 aves/hora) na escalda no intuito de minimizar a incidência de pele de peito rasgada, o que pode acarretar em perdas econômicas para a indústria, foi possível observar também que os frangos de maior massa possuem a pele mais resistente quando comparados aos de menor massa.
- O parâmetro ausência de epiderme foi afetado significativamente ($p>0,05$) pelo fluxo de aves, massa das aves vivas e temperatura de escalda, onde para as

aves de maior massa houve maior retirada da epiderme devido a ações mais abrasiva dos dedos das depenadeiras em carcaças maiores, o fluxo contribuiu na retirada de epiderme quanto a maior tempo de retenção das carcaças nas etapas de escaldagem e depenagem sendo que isso ocorre em menores fluxos de aves, em relação a temperatura os dados apresentados para o parâmetro epiderme demonstram a necessidade da utilização de temperaturas maiores do que 52°C, ou seja, nas condições estudadas a temperatura mínima necessária para eliminação total de epiderme, evitando-se desta maneira a necessidade de descarte de carcaças foi de 57°C onde houve 100% de remoção no residual de epiderme.

- O parâmetro ausência de penas nas asas foi afetando significativamente ($p > 0,05$) pela temperatura, fluxo de aves e massa das aves vivas, os resultados obtidos para o parâmetro sugerem a utilização de temperaturas próximas a 57°C, pois nos ensaios utilizando a temperatura de 52°C foram observados mais de 5 penas por asa, o que implica na necessidade de utilização de elevado número de empregados no repasse de penas nas asas o que causaria perdas econômicas a indústria, quanto maior a massa menor a incidência de penas nas asas devido a maior ação dos dedos das depenadeiras nas carcaças de tamanho maior e o fluxo auxiliou a retirada de penas nas asas do ponto de vista do aumento do tempo de escalda e depenagem, ou seja, quanto menor o fluxo mais eficiente foi a retirada de penas nas asas.

- As variáveis independentes estudadas e as respostas em termos de ausência de penas na sambiquira não apresentaram efeito significativo ($p > 0,05$), no entanto houve um efeito significativo ($p > 0,10$) afetados pela temperatura e o fluxo de aves sendo que ao aumentar a temperatura e reduzir o fluxo de aves ocorre uma redução no residual de penas, já em relação ao fluxo novamente observa-se que reduzindo o mesmo há um aumento no tempo de contato com escalda e depenagem o que auxilia na retirada das penas e, para temperaturas maiores há um aumento na porosidade da pele promovendo afrouxamento das penas e remoção, foi possível observar também que nos ensaios realizados com temperatura de 52°C houve incidência de mais de 5 penas na sambiquira das aves.

- Descartando-se a possibilidade de redução do fluxo de aves, pois este implica na perda de capacidade fabril gerando elevadas perdas econômicas a indústria, os resultados dos ensaios sugerem a utilização de temperaturas de escalda próximas a

57°C, devido a ineficiência na retirada de epiderme e penas nos ensaios utilizando-se temperatura de 52°C alinhado a necessidade de temperaturas brandas para a manutenção da qualidade do meio peito de frango no que tange aos parâmetros da cor objetiva L^* , a^* e b^* .

6 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

- Avaliar a influência dos parâmetros de escaldagem de aves na coloração dos cortes provenientes do processo envolvendo análise instrumental e sensorial, que possibilitem padronizar os procedimentos de escaldagem e depenagem.
- Avaliar os impactos das variáveis temperatura de escalda, fluxo de aves e massa do frango vivo sobre os rendimentos dos cortes das aves, correlacionando a absorção de umidade e demais parâmetros.
- Aumentar a matriz de planejamento possibilitando a avaliação de mais pontos de controle da temperatura da água de escaldagem, fluxo de aves, massa do frango vivo, além da inclusão de mais variáveis como, por exemplo, temperatura da água, grau de regulagem e estado dos dedos das depenadeiras.
- Avaliações em cada etapa do processo sobre a influência na coloração, pH e Perfil Textura dos meio peitos sem osso e sem pele de frango, junto a diferentes parâmetros da escaldagem mapeando desta maneira as influências de cada etapa do processo no produto final.

7 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALI, S.; ZHANG, W.; RAJPUT, N.; KHAN, A.M., LI, C.; ZHOU, G. Effect of multiple freeze–thaw cycles on the quality of chicken breast meat. **Food Chemistry**, v.173, p.808-814, 2015.

Avicultura Industrial. **Agronegócio emprega mais de 18 milhões de pessoas em 2017**. Disponível em: <https://www.aviculturaindustrial.com.br/imprensa/agronegocio-emprega-mais-de-18-milhoes-de-pessoas-em-2017/20180315-150351-r573>. Acesso em: 11 Jun. 2018.

BARBUT.S. **The Science of Poultry and Meat Processing**. Food Science Departament, University of Guelph Canada, p.764, 2015.

BARBUT, S. Advances in primary poultry meat harvesting. **World's Poultry Science**, v.66, p.399–410, 2010.

BARBUT, S. Review: Automation and meat quality-global challenges. **Meat Science**, v.96, p.335-345, 2014.

BARBUT, S., MOZA, L.F., NATTRESS, F., DILTS, B. and GILL, C.O. The microbiological conditions of air or water chilled carcasses at the same poultry packing plant. **Journal of Applied Poultry Research** v.18, p.501-507, 2009.

BARBUT, S. **Post Mortem Changes**. In: **Poultry Products Processing – An Industry Guide**, p. 55-60, New York, 2002.

BERAQUET, N. J. Influência de fatores ante e post mortem na qualidade da carne de aves. Revista Brasileira de Ciência Avícola, Campinas, v. 1, n. 3, p. 155-166, 1999.

BERRANG, M. E.; BUHR, R. J.; CASON, J. A.; DICKENS, J. A. Broiler carcass contamination with Campylobacter from feces during defeathering. **Journal of Food Protection**. v.64. p.2063–2066. 2001.

BARKER, D. et al. Primary processing of poultry. In: **Poultry meat processing and quality**. Boca Raton: CRC Press, 2004. 1 CD-ROM

BOLDER, N, M. `The microbiology of the slaughter and processing of poultry`, in the microbiology of meat and poultry, eds Davis A and Board R, London, Blackie Academic & Professional, p. 158 – 173, 1998.

Bowker, B. C.; Zhuang, H. Relationship between muscle exudate protein composition and broiler breast meat quality. **Poultry Science**. v.92, p. 1385–1392, 2013.

BOWKER, B.; ZHUANG, H.; BUHR, R. Impact of carcass scalding and chilling on muscle proteins and meat quality of broiler breast fillets. **Food Science and Technology**, v.59, p.156-162, 2014.

BRASIL. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Secretaria de Defesa Agropecuária. Aves. Brasília. 2014. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/animal/especies/aves> . Acesso em: 10 de Junho de 2018.

BRASIL, Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Portaria nº 210, de 10 de novembro de 1998. Regulamento Técnico da Inspeção Tecnológica e Higiênico Sanitária de Carne de Aves. **Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil**. Poder Executivo, Brasília, DF, 26 nov. 1998, Seção 1, p. 226. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/servlet/VisualizarAnexo?id=3162>. Acesso em: 31 nov. 2017.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Portaria Nº 210, de 10 de novembro de 1998**. Regulamento Técnico da Inspeção Tecnológica e Higiênico-Sanitária de Carne de Aves. Brasília, 1998.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Instrução Normativa nº 08, de 11 de março de 2009**. Método Oficial para Determinação dos Parâmetros para Avaliação do Teor Total de Água Contida em Cortes de Aves. Brasília, 2009.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Instrução Normativa nº 20, de 21 de julho de 1999**. Métodos Analíticos Físico-Químicos para Controle de Produtos Cárneos e seus Ingredientes – Sal e Salmoura. Brasília, 1999.

BRASIL 2010a. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Instrução Normativa nº 32, de 26 de julho de 2010**. Parâmetros para Avaliação do Teor Total de Água Contida nos Cortes de Frangos, Resfriados e Congelados. Brasília, 2010.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Instrução Normativa nº 3, de 17 de janeiro de 2000**. Regulamento técnico de métodos de insensibilização para abate humanitário de animais de açougue. Brasília, 2000.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Instrução Normativa nº 23, de 3 de setembro de 2013**. Parâmetros para avaliação do teor total de água contida em frangos resfriados. Brasília, 2013.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Aves. Brasília. 2014. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/animal/especies/aves>. Acesso em 12 de junho de 2018.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Ofício Circular/DIPOA nº 010/2005, de 03 de maio 2005**. Programa de Prevenção e Controle da Adição de Água aos Produtos. Brasília, 2005.

BRASIL 2010b. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Circular nº 818/2010/CGPE/DIPOA de 26 de novembro de 2010**. Normas Russas Aves. Normas referentes a produção e circulação da carne de aves. Aditamento Circular 681/2010/CGPE/DIPOA. Brasília, p.2, 2010.

BUENO, Miriam Pinheiro. **Gestão da qualidade nos frigoríficos de abate e processamento de frangos no estado do Mato Grosso do Sul**. 2006. 91 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Mestre em Agronegócios, Agronegócios, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2006. Disponível em: <http://livros01.livrosgratis.com.br/cp011201.pdf>. Acesso em: 24 fev. 2018.

BUHR, R. J.; CASON, J. A.; DICKENS, J. A.; HINTON A.Jr.; INGRAM, K. D. Influence of flooring type during transport and holding on bacterial recovery from broiler carcass rinses before and after defeathering. **Poultry Science**. v.79, p.436 – 441, 2000.

BUHR, R.J. et al., Impact of broiler processing scalding and chilling profiles on carcass and breast meat yield. **Poultry Science**, p. 1534-1541. 2014.

CHATTERJEE, D.; ZHUANG, H.; BOWKER, B.; RINCON, A.; ANCHEZ-BRAMBILA, G. **Instrumental texture characteristics of broiler pectoralis major with the wooden breast condition**. Oxford University Press on behalf of Poultry Science Association, p.2449-2454, 2016.

EBLING, P.; BASURCO, V. **Citação um website - Cite This For Me**. Disponível em: <http://revista.faifaculdades.edu.br:8080/index.php/cava/article/viewFile/193/88>. Acesso em: 17 jun. 2018.

GOMIDE, L.A.; RAMOS, E.; FONTES, P.R. **Tecnologia de abate e tipificação de carcaças**. Viçosa: UFV, 2006. 370p.

HUIDOBRO, F.R. de; MIGUEL, E.; BLÁZQUEZ, E. et al. A comparison between two methods (Warner–Bratzler and texture profile analysis) for testing either raw meat or cooked meat. **Meat Science**, n.69, p.527-536, 2005.

EMBRAPA 2018a. **Estatísticas | Mundo | Frangos de corte - Portal Embrapa.** Disponível em: <https://www.embrapa.br/suinos-e-aves/cias/estatisticas/frangos/mundo>. Acesso em: 6 jun. 2018.

EMBRAPA.BR 2018b. **Anuário ' 2018 da Avicultura Industrial.** Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/1355242/0/Artigo+CIAS+-+Panorama+da+avicultura+em+2017.pdf>. Acesso em: 2 Jun. 2018.

FLETCHER, D. L. Broiler breast meat color variation, pH, and texture. **Poultry Science**. V.78, p.323-1327, 1999.

FLETCHER, D. L. Color variation in commercially packaged broiler breast fillets. **The Journal of Applied Poultry Research**. V.8, p.67, 1999.

FLETCHER, D. L. Further processing of poultry. **Poultry Meat processing and quality**. mpacto. CRC Press, Florida, v. 73, p. 108-134, 2004.

FSA. **Code of Practice - Processing of Poultry.** New Zeland nzsa food safety authority. Wellington: [s.n.], 2009.

HOFFMANN, G.; VOLKER, H. **Anatomía e fisiología de la saves domésticas.** Zaragoza: Acribia, 1969.

IRSHAD, A.; ARUN, T.S. Scalding and its significance in livestock slaughter and wholesome meat production. **International journal of livestock research**. v. 3, n. 2, p. 45 – 53, Bareilly, 2013.

JEONG, J.; JANARDHANAN, K.; BOOREN, A.; HARTE, J.; KANG, I. Breast meat quality and consumer sensory properties of broiler carcasses chilled by water, air, or evaporative air. **Poultry Science Association Inc.**, p.694-700, 2011.

LAL DAR, Y.; LIGHT L.M. **Food Texture Design and Optimization.** 1st ed. São Paulo: Wiley Blackwell, p.224-240, 2014.

LE BIHAN-DUVAL; MILLET, E.N.; RÉMIGNON, H. Broiler meat quality: effect of selection for increased carcass quality and estimates of genetic parameters. **Poultry Science** v.78, p.822-826, 1999.

LIMA, G. **O mercado de crédito agrícola no Brasil: estrutura e dificuldades.** 2017. 24f. Conclusão de curso bacharelado (Curso de ciências econômicas) - Faculdade de Economia e Administração, São Paulo, 2017.

LUDTKE, B.C.; PANIM R.C.J.; DANDIN, T., BARBALHO, C.P.; VILELA, A.J. **Abate humanitário de aves.** Rio de Janeiro: Wspa, p.120, 2010.

LYON, B.G.; LYON, C.E. Assessment of three devices used in shear tests of cooked breast meat. **Poultry Science** v.77 p.1585–90, 1998.

MAREL. Disponível em: <https://marel.com/files/pdf/world-of-stork-poultry-br.pdf?ind=poultry>. Acesso em: 12 Jun. 2018.

MONTEZUMA, R. **Perfil de textura em conserva de carne bovina (Corned Beef) submetida a diferentes tratamentos térmicos e sua relação com a concentração das proteínas dos tecidos muscular e conjuntivo colagenoso.** Dissertação de Mestrado (Mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", São José do Rio Preto, 2010.

NCC 2015a. U.S. Broiler Performance. National Chicken Council. Disponível em: <http://www.nationalchickencouncil.org/about-the-industry/statistics/u-s-broiler-performance/>. Acesso em: 08 jun. 2018.

NCC. 2015b. How broilers are marketed. **National Chicken Council**. Disponível em: <http://www.nationalchickencouncil.org/about-the-industry/statistics/how-broilers-are-marketed/>. Acesso em: 08 jun. 2018.

OLIVO, R.; BARBUT, S. Exudative cooked gel in chicken breast meat products. In: **XIX Congresso de Ciência e Tecnologia de Alimentos (CBCTA)**. Recife, p.89, 2004.

OLIVO, R.; OLIVO, N. **O mundo das carnes**. 4.ed., Criciúma: Editora do Autor. 214 p, 2006.

OSÓRIO, J. C. S.; OSÓRIO, M. T. M; SAÑUDO, C. Características sensoriais da carne ovina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p. 292-300, 2009.

PEDRAO, M. R. et al. Influence of Cooling on the Glycolysis Rate and Development of PSE (Pale, Soft, Exudative) Meat. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 58, n.2, p. 272-277, Curitiba, 2014.

PERETTI, C. **Trabalho de conclusão de curso em Agroindústria da região Oeste Catarinense na área de abate e processamento de aves**. 2017, 87f. Trabalho de conclusão de curso (Medicina Veterinária) – Universidade Federal de Santa Catarina – Campus de Curitibanos. Curitibanos, 2017.

PIZATO, S.; CORTEZ-VEGA, W.; FEDDERN, V.; PRENTICE-HERNÁNDEZ, C. Avaliação de cor e textura de filés de frango *in natura* embalados em atmosfera modificada gasosa. **Processamento de Carnes e Produtos Cárneos**, v.12, p.1-3, 2015.

POULSEN, M.W.; HEDEGAARD, R.V.; ANDERSEN, J.M.; COURTEN, B.; BUGEL, S.; NIELSEN, J.; DRAGSTED, L.O. Advanced glycation end products in food and their effects on health. **Food and Chemical Toxicology**, v.60, p. 10-37, 2013.

KENNEDY, O. B.; STEWART-KNOX, B.J.; MITCHELL, P. C.; THURNHAM, D. I. Consumer perception of poultry meat: a qualitative analysis. **Nutrition & Food Science** v.34, p.122-129, 2004.

KING, N. J.; WHYTE, R. Does it look cooked? A review of factors that influence cooked meat color. **Journal of Food Science**, v. 71, n.4, p. 31-40, 2006.

ROÇA, R.O. Abate de aves. Texto didático. São Paulo: FCA/UNESP, 2002. 4 p.
SAVAGLIA, F. As novidades tecnológicas para a indústria avícola nacional: liderança mundial. **Revista Nacional da Carne**, São Paulo, ano 33, n.385, p.38-48, março 2009.

RIBEIRO, D.F. **Influência do manejo do pré-abate e das operações de abate na qualidade rendimento de carcaça**. Industrialização da carne de frango. Campinas: ITAL, p.22-31, 1992.

ROSSA, S.L. **Perfil da qualidade de consumo da carne de frango orgânico ofertada no comércio varejista do sul e sudeste do Brasil**. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Ciência Animal) - Pontifícia Universidade Católica do Paraná – Centro de Ciências Agrárias e Ambientais, 2011.

SAVAGLIA, F. Liderança mundial. **Revista Nacional da Carne**. São Paulo, n. 3, p. 38-48, março, 2009.

SHIMOKOMAKI, M. et al. **Atualidade em Ciência e Tecnologia de Carnes**. São Paulo: Varela, 2006.

SOARES, G.A. **Estudo das variáveis relacionadas aos processos de Escaldagem e Depenagem e suas respectivas influências na qualidade do produto**. Porto Alegre, p. 61, 2009.

SOGLIA, F., S.; MUDALAL, E.; BARBINI, M.; DI NUNZIO, M.; MAZZONI, F.S.; CAVANI, C.; PETRACCI, M. **Histology, composition, and quality traits of chicken**. 2015.

TROY, D.J.; KERRY, J.P. Consumer perception and the role of science in the meat industry. **Meat Science** v.86, n.1, p. 214-226, 2010.

United States Department of Agriculture. Foreign Agricultural Service. Disponível em: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/home/statsByCountry>. Acesso em: 03 jun. 2018.

ZHANG, L.; BARBUT, S. Effects of regular and modified starches on cooked PSE, normal and DFD chicken breast meat batters. **Poultry Science**. 84, 789-796, 2005.

ZHANG, J.; CHU, Q.; LIU, H.; LIU, H.-G. Influencing factors and variation trends of muscle pH in chickens after slaughter. **Agricultural Science & Technology**. v.17, n.3, p.674-677, 2016.

Apêndice I

Tabela 8: Efeitos estimados, valores de p e t do planejamento fatorial 2^3 para a cor objetiva L*.

	<i>Coefficiente de Regressão</i>	<i>Erro padrão</i>	<i>t(2)</i>	<i>p</i>
Médias.	62,64697	0,267889	233,8543	0,000000
(1)Temperatura (L)*	4,06748	0,656191	6,1986	0,008459
(2)Massa (L)	-0,44139	0,656191	-0,6727	0,549343
(3)Fluxo de aves (L)*	-4,47456	0,656191	-6,8190	0,006452
1L.2L	-0,47949	0,656191	-0,7307	0,517852
1L.3L*	-3,84362	0,656191	-5,8575	0,009921
2L.3L	0,36875	0,656191	0,5620	0,613398

*Fatores estatisticamente significativos ($p > 0,05$)