



INSTITUTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS
CURSO DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS

**ESTUDO DAS VARIÁVEIS RELACIONADAS AOS PROCESSOS DE ESCALDAGEM
E DEPENAGEM E SUAS RESPECTIVAS INFLUÊNCIAS NA QUALIDADE DO
PRODUTO**

Giovana Coletto Soares

Porto Alegre – RS
2009/2

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS
CURSO DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS

**ESTUDO DAS VARIÁVEIS RELACIONADAS AOS PROCESSOS DE ESCALDAGEM
E DEPENAGEM E SUAS RESPECTIVAS INFLUÊNCIAS NA QUALIDADE DO
PRODUTO**

Giovana Coletto Soares

Monografia apresentada ao curso de
Engenharia de Alimentos para a
obtenção do título de Engenheiro de
Alimentos.

Orientador: Caciano Zapata
Co-orientadora: Rosane Rech

Porto Alegre – RS
2009/2

**ESTUDO DAS VARIÁVEIS RELACIONADAS AOS PROCESSOS DE ESCALDAGEM
E DEPENAGEM E SUAS RESPECTIVAS INFLUÊNCIAS NA QUALIDADE DO
PRODUTO**

Giovana Coletto Soares

Aprovado em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA:

.....
Caciano Zapata (Orientador)
Doutor em Engenharia de Alimentos
ICTA/UFRGS

.....
Rosane Rech (Co-orientadora)
Doutora em Biologia Celular e Molecular
ICTA/UFRGS

.....
Erna Vogth Jong
Doutora de Nutrição Experimental
ICTA/UFRGS

.....
Simone Hickmann Flôres
Doutora em Engenharia de Alimentos
ICTA/UFRGS

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela vida, pela saúde, pelas oportunidades, pela força e pelos objetivos alcançados.

Aos meus pais, Rosângela e Paulo Ricardo, pelo amor incondicional, pela educação e, principalmente, por me incentivarem no caminho da busca pela qualificação, além de serem um exemplo vivo de perseverança e superação.

À minha irmã, Nicole, por ser minha companheira mesmo à distância e por ter sempre uma palavra de incentivo e fé.

À minha tia, Fátima, que esteve sempre ao meu lado em todos os momentos com muito bom humor e disposição.

À UFRGS por oferecer ensino gratuito e de qualidade.

Aos meus orientadores, Caciano e Rosane, que, além de ótimos professores, são exemplos a serem admirados e seguidos. Ao meu ex-orientador de Iniciação Científica, professor Wiest, pela amizade, pelos ensinamentos técnicos e de vida.

À empresa onde estagiei, pela confiança, pela oportunidade de estar dentro da indústria e por me oferecerem os subsídios necessários à realização deste trabalho. Em especial aos meus orientadores de estágio, José Pasqualotti e Ana Carolina Cittolin e aos colaboradores Almeida, Alex, Aluísio, Paulo e Catarina seja pela amizade ou pela paciência para responder às minhas perguntas e me auxiliar na parte prática.

Às minhas colegas de estágio Diane, Sâmia e Aline, por terem me ajudado constantemente na execução dos testes, pelos debates técnicos e por terem sido uma família pra mim durante os meses de estágio longe de casa.

Aos meus colegas e amigos de faculdade, que já se formaram ou estão por se formar, pelos momentos únicos compartilhados de alegrias e estudos, em especial meu grupo de Projetos: Ana Paula, Ana Sobreiro e Sâmia.

*"Bom mesmo é ir à luta com determinação, abraçar a vida e viver com paixão, perder com classe e vencer com ousadia, porque o mundo pertence a quem se atreve e a vida é muito para ser insignificante."
(CHARLES CHAPLIN)*

RESUMO

As etapas de processamento em indústrias de frangos de corte têm grande impacto na qualidade do produto final. Dentre elas, destacam-se as etapas de escaldagem e depenagem, determinantes na aparência e aceitação do produto. O presente estudo teve como finalidade analisar o efeito de variáveis descritas na literatura como influentes na remoção de penas e epiderme e na ocorrência de rasgos na pele do peito. Os testes foram realizados em um abatedouro de aves. A partir de um planejamento experimental, experimentos foram realizados com diferentes combinações das variáveis: temperatura da água do tanque de escaldagem, temperatura da água de lavagem da depenadeira, velocidade da linha e idade do frango. Os dados foram analisados a um nível de significância de 95%. A remoção de penas da asa foi influenciada pela idade, seu termo quadrático, temperatura de escaldagem, a interação entre idade e temperatura de escaldagem e a interação entre idade e velocidade. Com relação à pena na sambiquira, a idade e a temperatura de escaldagem influenciaram significativamente. A retirada de epiderme foi influenciada pela idade do frango, seu termo quadrático e pelo termo quadrático da temperatura de escaldagem. Para pele do peito rasgado, as variáveis significativas foram a velocidade e a interação da mesma com a temperatura da depenadeira. Com relação à remoção de penas, temperaturas de escaldagem maiores e frangos mais jovens tendem a remover penas com maior eficiência. Com relação à remoção de epiderme, a retirada da epiderme é maior em frangos mais velhos. Para pele do peito rasgada, maiores velocidades tendem a diminuir a ocorrência do problema. Foi empregado o método de sobreposição gráfica para as respostas pena na asa e na sambiquira encontrando-se que, para a faixa de valores estudados, com o uso de temperaturas da água de escaldagem entre 61,5°C e 62°C e frangos entre 28,5 e 29 dias as melhores condições de depenagem foram obtidas.

Palavras-chave: carcaça de frango. escaldagem. depenagem. superfície de resposta.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 - Seção transversal de um tanque de escaldagem com injeção de ar	18
Figura 2.2 - Seção transversal da depenadeira com seus discos e dedos	23
Figura 3.1 - Fluxograma do processo de abate de frangos	30
Figura 4.1 - Resultados para a análise da variável Pena na Asa; (a) Superfície de Resposta; (b) Curvas de Nível ($T_d = 60^{\circ}\text{C}$ e $v = 100\%$)	41
Figura 4.2 - Resultados para a análise da variável Pena na Sambiquira; (a) Superfície de Resposta; (b) Curvas de Nível ($T_d = 60^{\circ}\text{C}$ e $v = 100\%$)	44
Figura 4.3 - Resultados para a análise da variável Epiderme; (a) Superfície de Resposta; (b) Curvas de Nível ($T_d = 60^{\circ}\text{C}$ e $v = 100\%$)	47
Figura 4.4 - Sobreposição das Curvas de contorno para Pena na asa e Pena na sambiquira ($T_d = 60^{\circ}\text{C}$ e $v = 100\%$)	51

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 - <i>Ranking</i> dos países maiores produtores de carne de frango (2000 – 2009)	13
Tabela 2.2 - Exportação mundial de carne de frango nos principais países (2000 – 2009)	14
Tabela 2.3 - Tempos de escaldagem preconizados de acordo com a temperatura e o tipo de sistema utilizado	19
Tabela 3.1 - Descrição da escala de notas para penas na asa e penas na sambiquira	32
Tabela 3.2 - Descrição da escala de notas para epiderme na região dorsal com fotos	33
Tabela 3.3 - Descrição da escala de notas para peito rasgado	34
Tabela 3.4 - Níveis estudados das variáveis: temperatura de escaldagem, temperatura da depenadeira, velocidade e idade média	34
Tabela 3.5 - Estrutura do planejamento experimental com as variáveis codificadas e sem codificar	35
Tabela 4.1 - Médias e desvios dos pesos entre lotes de frangos analisados	37
Tabela 4.2 - Tabela de efeitos para pena na asa como variável dependente	38
Tabela 4.3 - Coeficientes da equação do modelo proposto para pena na asa	39
Tabela 4.4 - ANOVA para o ajuste do modelo para pena na asa	39
Tabela 4.5 - ANOVA para o ajuste do novo modelo para pena na asa	40
Tabela 4.6 - Tabela de efeitos para pena na sambiquira como variável dependente	42
Tabela 4.7 - Coeficientes da equação do modelo proposto para pena na sambiquira	43
Tabela 4.8 – ANOVA para o ajuste do modelo para pena na sambiquira	43
Tabela 4.9 - Tabela de efeitos para epiderme como variável dependente	46
Tabela 4.10 - Coeficientes da equação do modelo proposto para epiderme	46
Tabela 4.11 - ANOVA para o ajuste do modelo para epiderme	47
Tabela 4.12 - Tabela de efeitos para pele do peito rasgada como variável dependente	49
Tabela 4.13 - Coeficientes da equação do modelo proposto para pele do peito rasgada	49
Tabela 4.14 – ANOVA para o ajuste do modelo para pele do peito rasgada	50

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	9
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
2.1 A TRAJETÓRIA DA AVICULTURA BRASILEIRA	11
2.2 ABATE DE AVES.....	15
2.3 ASPECTOS OPERACIONAIS RELATIVOS ÀS ETAPAS DE ESCALDAGEM E DEPENAGEM DE CARÇAÇAS DE FRANGO	17
2.3.1 ESCALDAGEM	17
2.3.1.1 <i>Escaldagem branda</i>	20
2.3.1.2 <i>Escaldagem alta</i>	21
2.3.1.3 <i>Escaldagem rigorosa</i>	21
2.3.2 DEPENAGEM.....	22
2.3.2.1 <i>Depenagem a seco</i>	22
2.3.2.2 <i>Depenagem úmida</i>	23
2.4 ASPECTOS SANITÁRIOS E DE QUALIDADE RELATIVOS ÀS ETAPAS DE ESCALDAGEM E DEPENAGEM DE CARÇAÇAS DE FRANGO	24
2.4.1 PENAS E FOLÍCULOS DE PENAS	24
2.4.2 EPIDERME	26
2.4.3 PELE DO PEITO RASGADA	27
2.5 LEGISLAÇÃO BRASILEIRA SOBRE ESCALDAGEM E DEPENAGEM.....	28
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	29
3.1 LUGAR DE EXECUÇÃO.....	29
3.2 MATÉRIA-PRIMA.....	29
3.3 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL.....	29
3.4 EQUIPAMENTOS.....	31
3.5 MÉTODOS.....	31
3.5.1 CONTAGEM DE PENAS	31
3.5.2 REMOÇÃO DE EPIDERME	32
3.5.3 DANOS PROVOCADOS NA SUPERFÍCIE DA PELE.....	34
3.6 PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL	34
3.7 AVALIAÇÃO ESTATÍSTICA	36
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	37
4.1 PENAS NA ASA.....	37
4.2 PENAS NA SAMBIQUIRA	41
4.3 EPIDERME	45
4.4 PELE DO PEITO RASGADA	48
4.5 OTIMIZAÇÃO GRÁFICA PARA A RETIRADA DE PENAS.....	51
5 CONCLUSÃO.....	53
REFERÊNCIAS	54
APÊNDICE A – DADOS E RESULTADOS OBTIDOS EM CADA EXPERIMENTO	58
APÊNDICE B - DESCRIÇÃO DA ESCALA DE NOTAS PARA PENAS NA ASA, PELE DO PEITO RASGADA E PENAS NA SAMBIQUIRÁ COM FOTOS.....	60

1 INTRODUÇÃO

O consumo de carne de aves tem crescido quando comparado ao consumo das carnes bovina e suína, sendo estas três as mais comercializadas no mundo. Estima-se que, em um curto espaço de tempo, a carne de frango passará a ser a mais consumida no mundo todo. No cenário econômico atual, o Brasil já assume um papel muito importante dentro deste contexto. Segundo dados da Abef (2008), o Brasil lidera o ranking dos países exportadores, apesar de ser o terceiro maior produtor mundial do produto.

A eficácia produtiva apresentada pela avicultura industrial não pára de crescer. Isso se deve a uma combinação de progressos contínuos nas áreas de genética, nutrição, ambiência e sanidade (NUNES, 2006). Países com potencial tecnológico e altamente adaptados aos pré-requisitos dos mercados mais exigentes estarão cada vez mais investindo em suas plantas e em pesquisa e desenvolvimento a fim de aumentarem a produtividade e, por consequência, a competitividade da empresa no setor.

Entretanto, os consumidores estão cada vez mais exigentes no que se refere à qualidade dos produtos. Para buscarem um espaço e consolidarem sua marca neste mercado tão competitivo, as empresas devem ter condições de oferecer aos consumidores produtos de alta qualidade e com preços acessíveis.

O processamento industrial básico da carne de frango é similar em muitas fábricas, seguindo as seguintes etapas: insensibilização, sangria, escaldagem, depenagem, separação de pés e cabeça, evisceração, lavagem, pré-resfriamento e resfriamento ou congelamento (CARCIOFI; LAURINDO, 2006).

O método de escaldagem mais utilizado em abatedouros é a escaldagem por imersão, que consiste na passagem dos frangos por um tanque com água aquecida através de vapor. Conforme consta na legislação brasileira vigente, 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 (BRASIL, 1998).

A etapa de depenagem visa a remoção das penas e folículos e, de acordo com a legislação, deve ser mecanizada, executada com as aves suspensas pelos pés e processadas logo após a escaldagem, sendo proibido o seu retardamento (BRASIL, 1998).

A eficiência destas etapas impacta diretamente na qualidade do produto que está sendo vendido ao consumidor. Encontrar um binômio tempo x temperatura para a etapa de escaldagem que minimize as perdas de peito por rasgos, mas que ao mesmo tempo permita boa depenagem (com boa remoção de penas e epiderme) é um desafio. Se, por um lado, os peitos rasgados trazem prejuízos por serem destinados ao corte que possui valor agregado inferior ao do frango inteiro, por outro lado a presença de penas, principalmente nas asas e na sambiquira exige incremento de mão-de-obra para retirá-las e retarda a produção, minimizando lucros e produtividade. Um dos grandes problemas para determinação de valores ideais para esses dois fatores (tempo e temperatura) é a falta de uniformidade do tamanho dos frangos até mesmo dentro de um mesmo lote.

O objetivo deste trabalho foi analisar a influência das variáveis relacionadas às etapas de escaldagem e depenagem, através de experimentos realizados em um abatedouro na região sul do país. Para isso, avaliou-se a quantidade de penas na asa, penas na sambiquira e de epiderme bem como a ocorrência de rasgos na pele do peito após a etapa de depenagem. Alguns fatores que podem influenciar nessas quatro variáveis foram avaliados, visando à obtenção de uma relação das variáveis de entrada com as características de qualidade e a definição de uma faixa de trabalho ideal.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A trajetória da avicultura brasileira

A moderna avicultura brasileira, como hoje é conhecida, começou a ser desenvolvida no início da segunda metade do século passado. Até então, a atividade constituía mera pecuária de subsistência. E, mesmo quando surgiram os primeiros criatórios organizados, nas décadas de 30 e 40, eram de capacidade extremamente restrita e baixíssima produtividade (OLIVO, 2006).

A implementação de algumas descobertas genéticas, somada à utilização de rações desenvolvidas especificamente para a criação das aves e mais um, até então inédito, programa de vacinas, propiciaram um crescimento extraordinário na produção nacional, principalmente, durante o governo de Juscelino Kubitschek, marcado na história brasileira como um período de grande desenvolvimento econômico (SAVAGLIA, 2009).

As exportações começaram a ganhar força nos anos 1970 e, com isso, o investimento em tecnologia de abate e processamento. Na década de 1990, o Brasil se consolidou como um dos principais produtores de carne de aves processadas do mundo. Em 2005, por causa da gripe aviária, nosso país passou a abastecer parte do mercado mundial, até então sob o domínio da Tailândia, outro país com grande potencial produtor, que na época ficou impedido de exportar em razão da epidemia que acometeu a Ásia. Foi nessa ocasião que o Brasil assumiu o primeiro lugar entre os exportadores (SAVAGLIA, 2009).

Segundo Ariel Mendes¹, presidente da União Brasileira de Avicultura (UBA), além da modernidade da nossa indústria, outro fator que garante ao Brasil um distanciamento do atual segundo maior exportador mundial, os Estados Unidos, é o fato de os norte-americanos não terem acordo com o mercado europeu, porque utilizam cloro para desinfecção, o que não é aceito pelas rígidas normas da União Européia.

¹ Entrevista cedida à Revista Nacional da Carne, São Paulo, março de 2009

Além disso, atualmente os Estados Unidos estão muito focados no mercado russo e exportam basicamente a coxa inteira, que é, na verdade, um subproduto, levando-se em conta que seu consumo interno é primordialmente do peito da ave.

Para se ter uma idéia da aceitação da mercadoria brasileira no exterior, pode-se citar um fenômeno muito comum entre consumidores que se referem a alguma marca, acreditando se tratar de um tipo de produto específico. Assim como, no Brasil, “xerox” virou sinônimo de fotocópias, “Sadia”, na Arábia Saudita e Israel, é sinônimo de frango congelado (SAVAGLIA, 2009).

Atualmente, o país abastece, entre outros, o mercado europeu e o japonês, considerados os mais rígidos compradores dos nossos produtos. O Brasil se destaca na criação de animais saudáveis, com o devido conceito de rastreabilidade incorporado às Boas Práticas de Produção. Para alguns profissionais do setor, porém, teríamos potencial para otimizar ainda mais nossa produção, consolidando crescentemente a liderança como exportador no setor. Outro fator que levou o Brasil a ser considerado top de qualidade em exportações de carnes avícolas é justamente a adequação às exigências de compradores externos. No entanto, essa adequação transcende as normas sanitárias. Um caso que ilustra bem o fato é o do Japão, que importa a carne das aves de uma maneira que requer mão de obra extremamente especializada (SAVAGLIA, 2009).

Segundo o mesmo autor, o mercado interno de aves apresenta números impressionantes se levarmos em conta que o Brasil exporta hoje cerca de 30% do que produz. Segundo estatísticas oficiais, o brasileiro consome em média 39 kg de aves por ano, contra 37 de carne bovina e 13 de suína. No entanto, como todos os setores industriais, a avicultura nacional teve de se adaptar à nova realidade após o início da crise econômica que afetou principalmente o crédito, tanto no que diz respeito ao financiamento das exportações como ao capital de giro das empresas.

Mesmo sob o impacto da crise econômica que se abateu sobre os cinco continentes em outubro de 2008, a produção mundial de carne de frango registrou crescimento de 4,5%, pouco abaixo dos 6,2% registrados em 2007, totalizando 71,2 milhões de toneladas, segundo dados do United States Department of Agriculture (USDA). O Brasil segue no terceiro lugar do *ranking*, com 10,9 milhões de toneladas,

auferindo um crescimento de 6,2%, precedido pela China, com 11,9 milhões de toneladas, e Estados Unidos, em primeiro lugar com seus 16,6 milhões de toneladas, com crescimentos respectivos de 5,4 e 2,1% (ABEF, 2009). A Tabela 2.1 compara a produção de frango dos países que lideram as estatísticas, nos últimos 9 anos.

Tabela 2.1 - *Ranking* dos países maiores produtores de carne de frango (2000 – 2009)

10 ³ toneladas						
ANO	BRASIL	EUA	U.E.	TAILÂNDIA	CHINA	MUNDO
2000	907	2.231	774	333	464	4.856
2001	1.265	2.520	726	392	489	5.527
2002	1.625	2.180	871	427	438	5.702
2003	1.960	2.232	788	485	388	6.023
2004	2.470	2.170	813	200	241	6.055
2005	2.846	2.360	755	240	331	6.791
2006	2.713	2.454	620	280	350	6.470
2007	3.287	2.678	635	296	358	7.382
2008	3.646	3.158	740	383	285	8.396
2009*	3.800	2.744	685	360	215	7.858

* previsto

Fonte: Adaptado de ABEF (2009).

Totalizando embarques de 8,4 milhões de toneladas, o crescimento de 13,7% no volume de exportações mundiais mostra que o setor não se deixou abater pela crise. Com o maior volume individual, o Brasil lidera o ranking com 3,6 milhões de toneladas exportadas, registrando crescimento de 10,9% em relação a 2007. Estados Unidos e União Européia mantiveram-se em 2º e 3º lugar, com volumes de 3,2 e 0,7 milhões de toneladas respectivamente e crescimentos significativos de 17,5 e 16,5%. Para a China o ano terminou em vermelho, com queda de 20,4% nos embarques, que tiveram uma redução de 0,7 milhão em relação ao ano anterior (ABEF, 2009). A Tabela 2.2 mostra o incremento nas exportações brasileiras.

Tabela 2.2 - Exportação mundial de carne de frango nos principais países (2000 – 2009)

10³ toneladas						
ANO	EUA	CHINA	BRASIL	U.E.	MÉXICO	MUNDO
2000	13.703	9.269	5.977	7.606	1.936	50.097
2001	14.033	9.278	6.736	7.883	2.067	52.303
2002	14.467	9.558	7.517	7.788	2.157	54.155
2003	14.696	9.898	7.843	7.512	2.290	54.282
2004	15.286	9.998	8.494	7.627	2.389	55.952
2005	15.869	10.200	9.200	7.736	2.498	59.092
2006	16.162	10.350	9.336	7.425	2.610	60.090
2007	16.225	11.291	10.305	8.320	2.683	68.187
2008	16.561	11.895	10.940	8.560	2.804	71.249
2009*	15.919	12.133	11.360	8.600	2.795	71.354

* previsto

Fonte: Adaptado de ABEF (2009).

A exportação da carne de frango brasileira teve uma trajetória de sucesso durante seus 30 anos. Dificuldades e desafios foram superados durante o período, que teve como principal aspecto positivo a dedicação de toda a cadeia produtiva avícola (OLIVO, 2006).

Considerando o prolongamento da crise, as projeções da ABEF para 2009 estimam embarques de aproximadamente 3,8 milhões de toneladas, com aumento de até 5% em comparação aos números de 2008 (ABEF, 2009).

O desafio da avicultura brasileira é manter-se em primeiro lugar, aumentando o volume de cortes especiais e produtos industrializados, agregando ainda mais valor ao produto brasileiro e promovendo uma maior geração de empregos no país (OLIVO, 2006).

2.2 Abate de aves

O processamento industrial básico da carne de frango é similar em muitas fábricas, seguindo as seguintes etapas: insensibilização, sangria, escaldagem, depenagem, separação de pés e cabeça, evisceração, lavagem, pré-resfriamento e resfriamento ou congelamento (CARCIOFI; LAURINDO, 2006).

Os caminhões carregados com frangos entram no abatedouro e logo se dirigem à **área de descanso**, que tem por finalidade reduzir o estresse das aves enquanto as mesmas aguardam para serem encaminhadas à próxima etapa. Este local é dotado de ventiladores e nebulizadores que visam o controle da temperatura e a conseqüente diminuição da mortalidade.

Seguindo a ordem de chegada, as aves passam para a plataforma de **recepção** onde, através de uma esteira, as gaiolas são retiradas do caminhão e encaminhadas para a **pendura**. Esta etapa consiste em segurar as aves pela canela e pendurá-las em ganchos ligados a uma linha de abate contínua (nórea) pelos pés para que possam ser transportadas para o interior do abatedouro.

Segue-se então para dentro do abatedouro onde as aves são submetidas à **insensibilização** por eletronarcose, a primeira operação de abate propriamente dito. Tal etapa é exigência legal em vários países, inclusive o Brasil, por razões humanitárias, de qualidade e segurança. 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.

A etapa seguinte é denominada **sangria**. Esta é realizada logo após a insensibilização com o animal ainda inconsciente. Um degolador automático efetua o corte no pescoço das aves e estas permanecem por 3 minutos no túnel de sangria. O sangue é colhido e encaminhado à fábrica de farinhas. Segundo Gomide (2006), tempos de sangria acima de 3 minutos podem fazer com que a força de aprisionamento das penas pelos folículos pilosos aumente, dificultando sua remoção, principalmente em condições estressantes para as aves que podem entrar em rigor em até 15 minutos.

Seguindo pela mesma nrea, as carcaas passam pela etapa de **escaldagem**, que consiste na imersão das mesmas em um tanque com gua aquecida a temperatura média de 58 a 62°C, com borbulhamento e renovao de gua contínua. As aves são submersas no tanque com o objetivo de facilitar a **depenagem** que  a retirada das penas por frico. Tambores rotatórios dotados de dedos de borracha giram em sentidos contrários promovendo a remoo das penas da ave. Este equipamento possui entrada contínua de gua aquecida para sua auto-lavagem. O operador mantm ateno constante sobre a pressão exercida pelos dedos de borracha nas carcaas, visando evitar a ruptura da pele do frango. Funcionários posicionados na saída das depenadeiras fazem a revisão retirando possíveis penas que permaneam na carcaa.

Após a depenagem, as carcaas são lavadas com jatos de gua com pressão com o objetivo de diminuir a carga microbiana superficial (**1ª lavagem**). São inspecionadas pelo Servio de Inspeo Federal (SIF) e passadas  rea limpa. Após a liberao, os ps são cortados e encaminhados para a linha de ps, onde são classificados e destinados para exportao.

As carcaas seguem por uma seqncia de operaes chamada de **eviscerao**. Inicia-se pela retirada da cabea, seguida da suco do conteúdo fecal, extrao da cloaca, corte abdominal, eventrao (exposio das vísceras), inspeo sanitária do SIF, separao das vísceras comestíveis e não comestíveis (fígado, corao e moela seguem para industrializao na linha de miúdos e as demais, para fábrica de farinhas), extrao de papo, esfago e traquéia e retirada do pescoo.

As carcaas são avaliadas quanto s contaminaes biliar, fecal e gástrica e submetidas a uma **2ª lavagem**. O **pré-resfriamento**  realizado em tanque de imersão de gua com gelo (*chiller*).

Ao saírem do *chiller*, as carcaas são rependuradas na nrea, onde permanecem por no mínimo 3 minutos antes de serem embaladas para que o excesso de gua absorvida no pré-resfriamento esorra (**gotejamento**). Uma balança aérea faz a **classificao por peso** das carcaas que seguem para a **embalagem**.

As carcaas embaladas são encaminhadas ao **congelamento** em túneis por ar forado saindo a temperatura menor que -18°C. Passam, então,  **estocagem** em *pallets* para a posterior **expedio**.

2.3 Aspectos operacionais relativos às etapas de escaldagem e depenagem de carcaças de frango

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

Esta etapa consiste no aquecimento úmido da carcaça visando o aumento da densidade das penas e da área de fricção, bem como uma maior abertura dos poros da epiderme, facilitando assim a etapa seguinte de depenagem. A escalda pode ser feita por imersão em tanques com água aquecida ou pela pulverização das aves com vapor em câmaras modulares. A escaldagem por imersão é o método mais comumente utilizado nas unidades de abate e consiste na imersão da ave num tanque de água quente agitada (GOMIDE et al., 2006).

O tanque deverá ser totalmente de aço inoxidável e apresentar sistema de controle de temperatura e renovação contínua de água, de maneira que em cada turno de trabalho de 8 horas seja renovado o correspondente ao seu volume total (BRASIL, 1998).

Uma das maneiras de manter o tanque de escaldagem aquecido é por injeção direta de vapor (BARKER et al., 2004). Tecnologias mais modernas se utilizam de uma vigorosa agitação da água dos tanques de imersão pela introdução de ar na água de escaldagem através de injetores localizados na base do tanque, um procedimento que causa o relaxamento da musculatura ao redor dos folículos de inserção das penas e aumenta a eficiência das depenadeiras (DELAZARI, 2001; BARKER et al., 2004).

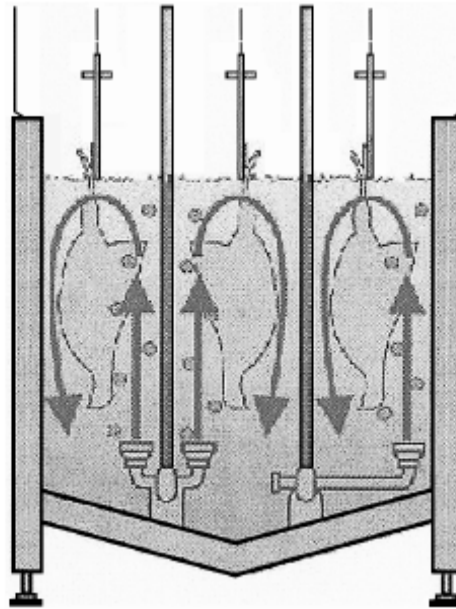


Figura 2.1 - Seção transversal de um tanque de escaldagem com injeção de ar

A ação de lavagem do tanque de escaldagem remove uma quantidade considerável de bactérias e a utilização de fluxo contracorrente maximiza as chances de remoção das contaminações (DELAZARI, 2001).

Na escaldagem a vapor, a carcaça é pulverizada com ar úmido (97 a 98% de umidade relativa) a uma velocidade de aproximadamente 10 m/s, sendo realizada em câmaras modulares de aço inoxidável montadas na linha de abate (GOMIDE et al., 2006).

A temperatura e o tempo de escaldagem influenciam diretamente a velocidade com que as penas serão removidas na etapa de depenagem. De forma geral, quanto maior a temperatura, maior a facilidade de remoção das penas. Entretanto, a temperatura de escaldagem também é dependente da idade e espécie da ave. Aves jovens, por exemplo, possuem pele mais macia e não devem ser escaldadas em água acima de 65°C. Temperaturas muito altas causam enfraquecimento da pele das aves, que pode se romper na etapa de depenagem. Além disso, se as aves forem submetidas a temperaturas muito elevadas ou por um tempo de permanência exagerado, podem ocorrer queimaduras no peito e nas coxas, causando uma coloração branca na carcaça e endurecendo a carne (GOMIDE et al., 2006).

Para se obter melhor aparência e cor das carcaças, é conveniente reduzir a temperatura ao mínimo necessário na depenagem, mas o suficiente para destruir alguns microrganismos indesejáveis, que estão normalmente presentes nas penas e pele (DELAZARI, 2001).

Para carcaças comercializadas congeladas, em geral trabalha-se com escalda próxima a 60°C, o que torna mais fácil a retirada das penas, aumentando o rendimento de trabalho. Contudo, sob esta condição, a pele pode sofrer dilacerações e despigmentação (COTTA, 2003).

O binômio temperatura x tempo pode ser ajustado de forma a se obter boa depenagem e, ao mesmo tempo, evitar os efeitos adversos da temperatura. Assim, quanto maior a temperatura de escaldagem, menor o tempo de exposição. Devido à menor taxa de transferência de calor, o tempo requerido na escaldagem a vapor é maior do que na imersão em tanques (GOMIDE et al., 2006). A Tabela 2.3 mostra valores de tempo e temperatura em função do tipo de sistema utilizado na escaldagem.

Tabela 2.3 - Tempos de escaldagem preconizados de acordo com a temperatura e o tipo de sistema utilizado

Escadagem	Temperatura (°C)	Tempo (segundos)	
		Tanques de imersão	Vapor úmido
Branda	52 a 55	30 a 150	200 a 240
Alta	58 a 60	30 a 90	140 a 180
Rigorosa	80 a 90	5 a 10	80 a 100

Fonte: Beraquet (1994); Roça (2002)

2.3.1.1 Escaldagem branda

A escaldagem branda é aconselhada por conferir uma pigmentação de pele mais amarelada e por evitar o rompimento desta na etapa de depenagem. Entretanto, é menos eficiente na redução da microbiota contaminante, ocorrendo apenas redução na carga de microrganismos psicrotróficos. Com o uso de temperaturas maiores (acima de 60°C) obtém-se redução na carga de enterobactérias e microrganismos aeróbios mesófilos. Salmonela, por exemplo, sobrevive a temperaturas próximas de 55°C, sendo necessárias temperaturas superiores a 60°C para redução efetiva em sua população (GOMIDE et al., 2006).

De fato, várias unidades de processamento que utilizam tanques de escaldagem preferem aplicar temperaturas elevadas, para evitar aumento da carga de salmonela na água e conseqüente contaminação cruzada, mesmo com certa perda na qualidade da carcaça. No entanto, estudos recentes demonstraram que temperaturas de escaldagem menores que 56°C são efetivas na redução da adesão da salmonela e microrganismos contaminantes na pele das aves. Isso explica porque carcaças de frangos submetidos à escaldagem branda possuem maior vida-de-prateleira (BOLDER, 1998).

Embora o método de escaldagem branda tenha a desvantagem de conferir maior dificuldade na remoção das penas, sua aplicação fornece carcaças com características de qualidade muito mais desejáveis. É aconselhada para o abate de aves jovens, como frangos com idade inferior a 5 meses. Após a escaldagem branda, a temperatura da carcaça sai desta etapa em torno de 49 e 50°C, variando de acordo com o tamanho da ave (GOMIDE et al., 2006).

A escaldagem branda mantém a epiderme intacta, enquanto a alta e rigorosa tendem a remover a camada mais externa da epiderme, que é parcialmente removida durante a depenagem (BARKER et al, 2004).

2.3.1.2 Escaldagem alta

Quando a escaldagem alta é aplicada, obtém-se maior facilidade na remoção das penas devido a um ligeiro cozimento da parte externa da pele da ave, mas também há aumento na desidratação da pele, ocasionando menor vida útil da carcaça. A pele de frangos submetidos à escaldagem alta apresenta-se com aparência brilhante e torna-se pegajosa à medida que a carcaça seca. Este método é aconselhado apenas para aves mais velhas, como galinhas com mais de 10 meses de idade. Após a escaldagem alta, a temperatura da carcaça sai desta etapa em torno de 50 e 52°C, variando de acordo com o tamanho da ave (GOMIDE et al., 2006).

A escaldagem alta, portanto, facilita a depenagem e tende a desprender a camada externa da epiderme, que é parcialmente removida durante a depenagem, entretanto não resultará em descoloração excessiva das aves, desde que sejam mantidas em ambientes úmidos (BARKER et al., 2004; BARBUT, 2002).

2.3.1.3 Escaldagem rigorosa

Embora a escaldagem rigorosa possa ser usada por tempo muito curto em frangos e perus, a exposição prolongada dessas aves a temperaturas acima de 70°C causa rápida descoloração da pele, apresentado consistência massuda e maior sensibilidade ao rompimento. Ademais, a carcaça se apresenta com aparência de cozida e mais pálida, tornando-se amarronzada rapidamente (ou vermelho-brilhante quando congelada). Seu uso é apenas aconselhado para as aves aquáticas, como gansos e patos. Neste caso, o tempo de imersão comumente aplicado é de 30 a 60 segundos (GOMIDE et al., 2006).

2.3.2 Depenagem

De acordo com a legislação brasileira vigente, a depenagem deve ser mecanizada e realizada imediatamente após a etapa de escaldagem, com o objetivo de remover a maior quantidade possível de penas, sem lesionar o tecido cutâneo (BRASIL, 1998). Existem dois métodos atualmente empregados: a depenagem a seco ou a depenagem úmida.

2.3.2.1 Depenagem a seco

A depenagem a seco consiste em introduzir um estilete bem fino e pontiagudo no interior da boca da ave, visando a perfuração do cérebro e determinando o relaxamento dos músculos que mantêm a fixação das penas. O processo de depenagem, que pode ser manual ou mecânica, é realizado sem prévia etapa de escaldagem, sendo conduzido imediatamente após o sacrifício, enquanto a ave ainda mantém a temperatura corpórea, o que facilita o processo e não danifica a pele da carcaça. Foi um processo usado por muitos anos nos EUA, mas, devido á dificuldade de operacionalização, foi amplamente substituído pelo método de depenagem úmida. Atualmente, sua aplicação se restringe à obtenção de carne *kosher*² de aves, uma vez que não é permitido o uso da etapa de escaldagem. Para aplicação no Brasil é necessária sua prévia aprovação no DIPOA, uma vez que esse processo não é legislado (GOMIDE et al., 2006).

²*Kosher* são alimentos preparados de acordo com as leis judaicas de alimentação, isto é, um produto apto, apropriado ao consumo e que preenche todos os requisitos da dieta judaica.

2.3.2.2 Depenagem úmida

O processo de depenagem úmida é feito com emprego de máquinas apropriadas, denominadas depenadeiras, após a passagem das aves pela etapa de escaldagem. As depenadeiras são túneis de aço inoxidável, com tambores rotativos (que giram em sentidos contrários) em toda a sua extensão, providos de “dedos” de borracha flexíveis providos de estrias transversais que removem as penas por fricção. Os dedos das depenadeiras devem ser ajustados segundo o tamanho das aves, para evitar a quebra das asas e o rompimento da pele (principalmente quando a temperatura de escaldagem for muito alta), o que causaria a absorção de água durante o resfriamento. No início, os dedos dos tambores são firmes e curtos, para uma ação mais drástica. No final do túnel, esses dedos são longos e flexíveis (para o trabalho de limpeza final), permitindo uma ação mais suave (GOMIDE et al., 2006).

O tipo e o número de depenadeiras num sistema de depenagem depende do peso da ave e da temperatura de escaldagem. Maior capacidade é requerida para aves que sofreram escaldagem branda do que as que sofreram escaldagem alta ou severa. Dependendo da qualidade do produto final desejada, as aves poderão necessitar de finalização à mão por um ou mais operadores (BARKER et al., 2004). Isso se deve ao fato de o processo exigir atenção e experiência do operador de máquinas que deve estar constantemente regulando as depenadeiras. Entretanto, uma pequena variação na idade do frango e, conseqüentemente, em seu peso e tamanho, torna os ajustes mais difíceis.

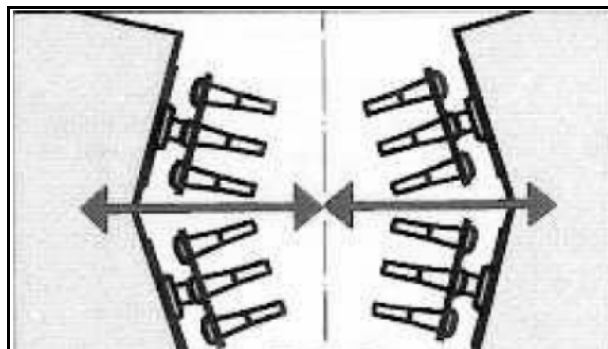


Figura 2.2 - Seção transversal da depenadeira com seus discos e dedos

Os dedos de borracha por si só são propensos à colonização por microrganismos e, dessa forma, a contaminação cruzada pode ocorrer nesta etapa. A lavagem da carcaça com jatos de água (na própria depenadeira e na etapa seguinte de lavagem) e a conseqüente remoção dos resíduos da depenagem são importantes na redução desses microrganismos contaminantes (GOMIDE et al., 2006).

As penas removidas são coletadas em canaleta própria (no piso) para esse fim e enviadas através de tubulações até a seção de subprodutos para fabricação de farinha de penas (BRASIL, 1998).

As etapas de escaldagem e depenagem deverão ser realizadas em instalações próprias e/ou comuns às duas atividades, completamente separadas através de paredes, das demais áreas operacionais (BRASIL, 1998). Isso se deve ao fato de microrganismos contaminantes estarem dispersos no ar durante a operação de depenagem.

A remoção das penas é mais eficiente quando as depenadeiras estão perto do tanque de escaldagem porque, assim, evita-se que a temperatura corporal da ave diminua (NORTHUCUTT, 2003).

2.4 Aspectos sanitários e de qualidade relativos às etapas de escaldagem e depenagem de carcaças de frango

2.4.1 Penas e folículos de penas

A relevância das bactérias em folículos de penas parece ser um conceito firmemente estabelecido (International Commission on Microbiological Specifications for Foods, 1980; National Advisory Committee on Microbiological Criteria for Foods, 1997) para bactérias patogênicas e esporuladas (CASON et al, 2004). Porém, alguns estudos mostram que esta contribuição para a carga microbiana total da carcaça é mínima.

Considerando o tamanho da carcaça, a topografia da pele e o tamanho relativo da bactéria, existem muitos outros locais em uma carcaça para a bactéria atacar ou permanecer aderida sem depender dos folículos de pena para tal (CASON et al, 2004).

A possível contribuição das penas na contaminação bacteriana das carcaças não é limitada aos folículos apenas. As penas por si só carregam uma grande população de bactérias na chegada à planta de processamento (KOTULA, 1995; GEORNARAS et al., 1997). O processo de depenagem claramente contribui para a contaminação bacteriana e a contaminação cruzada (MULDER et al., 1978; OOSTEROM et al., 1983; BERRANG et al., 2001; ALLEN et al., 2003), embora Buhr et al. (2000) tenha demonstrado que grupos de carcaças, ao chegarem para serem processadas, apresentam números significativamente diferentes de contaminação externa por bactérias e podem ser microbiologicamente indistinguíveis em amostras coletadas após escalda e depenagem.

Devido à necessidade de remover todas as penas, muitas plantas de processamento têm capacidade de depenagem em excesso. Allen et al. (2003) relatou que a maioria das penas são removidas nos primeiros 10 segundos nas máquinas de depenagem. O excesso de capacidade de depenagem promove segurança em relação a penas remanescentes caso algum problema surja, mas há a possibilidade de aumentar a contaminação cruzada e o dano na pele. Muitos estudos têm demonstrado que bactérias fecais saem do trato intestinal (OOSTEROM et al., 1983; BERRANG et al., 2001), possivelmente devido à pressão proveniente das depenadeiras; deste modo qualquer depenagem desnecessária pode aumentar a possibilidade de contaminação fecal.

Um estudo realizado por Cason et al. (2004) testou a contribuição de penas e de folículos de penas no número de bactérias aeróbias, *Escherichia coli* e *Campylobacter* em amostras de água onde carcaças foram enxaguadas imediatamente após as mesmas terem passado pela etapa de depenagem. Foram testados dois tempos de depenagem: 30 e 60 segundos. Algumas carcaças foram estocadas por uma semana a 2°C para que fosse contabilizado o número de bactérias esporuladas. A um nível de significância de 5%, o número de bactérias aeróbias, *E. coli* e *Campylobacter* não apresentou diferença significativa entre carcaças com e sem penas. Também não foram

encontradas diferenças nas contagens de carcaças que foram depenadas por 30 e 60 segundos. As contagens de bactérias esporuladas após uma semana de refrigeração também não apresentaram diferenças significativas para quaisquer combinações de tempo de depenagem-presença de penas.

O estudo do autor supra citado concluiu que apesar de a depenagem ser uma etapa do processamento de frangos identificada como uma oportunidade para a contaminação por bactérias do trato intestinal e à contaminação cruzada entre carcaças, a presença de penas e folículos de penas não apresenta diferença significativa na contaminação bacteriana de carcaças imediatamente após a depenagem ou para bactérias esporuladas após uma semana de refrigeração.

Pode-se concluir que os folículos de penas oferecem contribuição mínima à carga microbiana das carcaças, fazendo com que a presença ou ausência dos mesmos seja mais relevante do ponto de vista da qualidade do que do ponto de vista sanitário.

2.4.2 Epiderme

Segundo Barker et al. (2004) a escaldagem branda mantém a epiderme intacta permitindo que as carcaças sejam resfriadas por ar. As escaldagens alta e rigorosa tenderão a remover a maior parte ou toda a camada mais externa da epiderme, que será parcialmente perdida durante a depenagem. Tais carcaças usualmente deverão passar pelo resfriamento úmido e congeladas para garantir sua aparência. Se essas carcaças forem submetidas ao resfriamento por ar ao invés do resfriamento por imersão, as mesmas emergiriam do processo com uma cor inaceitável.

A presença ou não da camada mais externa da epiderme nas carcaças é um fator que influencia diretamente na aparência do produto e está diretamente relacionado à qualidade. Esta camada mais amarelada já foi sinônimo de sabor, vinculada ao frango “caipira”. Atualmente, o frango sem a camada mais externa da epiderme tem tido melhor aceitação.

2.4.3 Pele do peito rasgada

O rasgo da pele de carcaças durante o processo de depenagem no abatedouro tornou-se um dos maiores problemas econômicos durante o processo. Frangos com rasgos retardam o processo na indústria de processamento e são vendidos a preços mais baixos, e o retalhamento do músculo freqüentemente aparece após a ruptura da pele, o que acentua o problema (SCHLEIFER, 1988).

Muitos fatores que influenciam na resistência da pele foram descobertos. Entre eles estão os fatores genéticos (KAFRI et al., 1984), sexo, idade e alimentação (KAFRI et al., 1985; WEINBERG et al., 1986; PITCOVSKI et al., 1994).

Uma depenagem de boa qualidade com baixo percentual de rasgos na pele pode ser obtida aumentando a temperatura de escaldagem de 56 para 65°C. Em contrapartida, tal temperatura pode causar dano à estrutura da pele (THOMAS et al., 1987).

Em abatedouros *kosher*, altas temperaturas de escaldagem não são permitidas (LEVINGER, 1974). Como consequência, a remoção das penas se torna mais difícil, resultando em aumento dos rasgos na pele e nos retalhamentos de músculo (PITCOVSKI et al., 1997).

Um estudo conduzido por Berrang (2002) sugere que, embora não seja uma prática comercial, é possível diminuir o nível de *Campylobacter* na parte externa das carcaças de frango mediante remoção da pele antes da evisceração.

A partir disso, pode-se considerar o rasgo da pele do peito decorrente das etapas de escaldagem e depenagem um problema de qualidade e não sanitário.

Quando os produtos não se enquadram nos padrões de qualidade exigidos pelos clientes, os mesmos são desclassificados e comercializados a um preço bem inferior. Isso representa queda no aproveitamento da empresa e a consequente diminuição dos lucros.

2.5 Legislação Brasileira sobre escaldagem e depenagem

Com relação à indústria processadora de carne de aves especificamente, a portaria que regulamenta e descreve as normas a serem aplicadas é a 210/1998, Regulamento técnico da inspeção tecnológica e higiênico-sanitária de carne de aves, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA.

As condições de operação da escaldagem e depenagem constam no ANEXO II, Item 4.3, referindo-se a aspectos relativos a instalações, equipamentos e processo.

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).

Conforme a legislação, as aves poderão ser escaldadas através dos seguintes processos: pulverização de água quente e vapor; imersão em tanque com água aquecida através de vapor; outro processo aprovado previamente pelo DIPOA, Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal, da Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária, do Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Este órgão do Ministério é responsável pela fiscalização dos produtos de origem animal (BRASIL, 1998).

Para a escaldagem executada em tanque, o mesmo deverá apresentar sistema de controle de temperatura e renovação contínua de água, de maneira que em cada turno de trabalho (8 horas) 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).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Lugar de execução

A parte experimental deste trabalho foi realizada nos meses de setembro e outubro de 2009, em um abatedouro de aves de grande porte, na cidade de Lajeado, em uma das três linhas de produção.

3.2 Matéria-prima

Foram utilizados lotes de aves fêmeas da linhagem Cobb, com 28 a 33 dias de idade e peso médio entre 1,354kg e 1,647kg, provenientes de diferentes granjas. No APÊNDICE A, encontram-se os dados referentes aos pesos médios dos lotes de aves empregados nos experimentos.

3.3 Procedimento experimental

A Figura 3.1 mostra o Fluxograma de operações para o abate de aves no frigorífico onde foram realizados os experimentos. As operações unitárias onde os testes que compõem a parte experimental deste trabalho foram realizados são **escaldagem** e **depenagem**. A escaldagem consiste na imersão das carcaças em um tanque com água quente e na depenagem, etapa subsequente, é onde as penas são removidas. Essa linha de produção opera na capacidade máxima de 150 frangos/minuto (que corresponde a 100% e é denominada comumente na empresa com o nome de “velocidade da linha”). A temperatura da água do tanque de

escaldagem normalmente utilizada é de 61,5°C e a temperatura da água de lavagem da depenadeira é de 60°C.

Nessas operações, foram estudados os efeitos da **temperatura da água do tanque de escaldagem (Te)**, **temperatura da água de lavagem da depenadeira (Td)**, **velocidade da linha de produção (v)** e **idade média do frango (Im)** sobre a retirada das penas na asa e na sambiquira, retirada de epiderme no dorso e presença de lesões no peito.

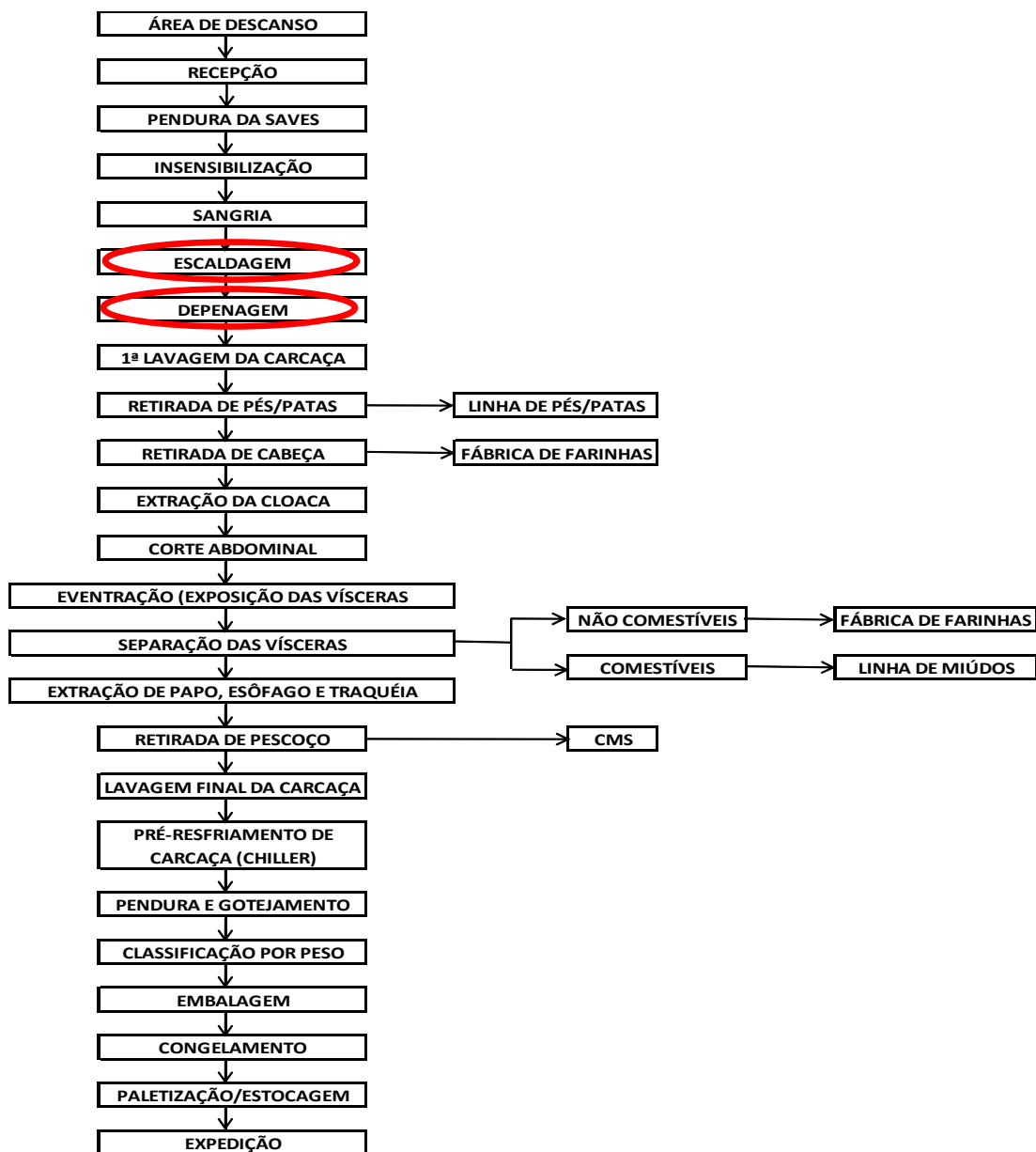


Figura 3.1 - Fluxograma do processo de abate de frangos

3.4 Equipamentos

O tanque de escaldagem é constituído de aço inoxidável, com renovação contínua de água e injeção direta de vapor, com temperatura e nível de água controlados. O tempo que os frangos permaneceram no tanque foi de 73 segundos, com a planta operando na máxima capacidade de produção dessa linha (150 frangos/minuto).

As depenadeiras dividem-se em três sessões: a primeira consiste de rolos concêntricos que retiram as penas da sambiquira, a segunda retira a maior parte das penas e a terceira faz o acabamento. Com exceção da primeira, cada depenadeira é composta por 64 tambores, com 10 dedos de borracha cada. O tempo que os frangos permanecem nesta etapa é de 28 segundos, com a planta operando na máxima capacidade de produção dessa linha. A cada novo lote que entra na linha de abate, as depenadeiras são ajustadas de acordo com o peso médio dos frangos. O conjunto de depenadeiras é submetido a periódicas manutenções preventivas e suas respectivas peças são substituídas quando desgastadas.

3.5 Métodos

3.5.1 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 a Tabela 3.1.

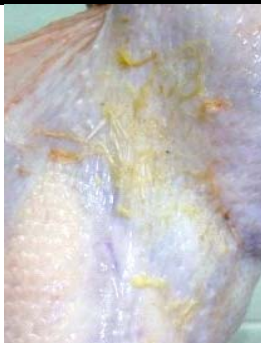



Tabela 3.1 - Descrição da escala de notas para penas na asa e penas na sambiquira

Resposta	Nota	Descrição
	0	Grande quantidade de penas na asa (mais de 4 folículos)
Pena na Asa	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
	0	Grande quantidade de penas na sambiquira (mais de 4 folículos)
Pena na Sambiquira	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

3.5.2 Remoção de epiderme

Em provas preliminares foi verificada a dificuldade de remover a epiderme da região dorsal. Por essa razão, nesta região, foi avaliada visualmente a presença de epiderme e a ela atribuída uma nota de 0 a 5. Devido à subjetividade do critério adotado para a atribuição das notas, um padrão foi adotado baseando-se nas fotografias mostradas na Tabela 3.2.

Tabela 3.2 - Descrição da escala de notas para epiderme na região dorsal com fotos

Resposta	Nota	Descrição	Foto
E p i d e r m e	0	muita epiderme	
	1	razoável quantidade de epiderme	
	2	pouca epiderme	
	5	sem epiderme	

3.5.3 Danos provocados na superfície da pele

Para pele do peito rasgada, foi atribuída nota 0 quando verificou-se a presença de rasgos e nota 5 quando nenhum rasgo foi observado (Tabela 3.3).

Tabela 3.3 - Descrição da escala de notas para peito rasgado

Resposta	Nota	Descrição
Peito	0	Presença de rasgo no peito
Rasgado	5	Ausência de rasgo no peito

As fotos representativas das escalas adotadas para penas e peito rasgado constam no APÊNDICE B.

3.6 Planejamento Experimental

Os fatores estudados foram: **temperatura da água do tanque de escaldagem (Te)**, **temperatura da água de lavagem da depenadeira (Td)**, **velocidade da linha de produção (v)** e **idade média do frango (Im)**. Os níveis de cada um desses fatores são mostrados na Tabela 3.4.

Tabela 3.4 – Níveis estudados das variáveis: temperatura de escaldagem, temperatura da depenadeira, velocidade e idade média

Variáveis	Níveis				
	-1	-1	0	1	1
Tescadagem (°C)	58	58	60	62	62
Tdepenadeira (°C)	50	50	55	60	60
Velocidade (%)	80	80	90	100	100
Idade média (dias)	28,5	28,5	30,5	32,5	32,5

Foi empregado um Small Composite Design (MYERS et al., 2009) com desenho fatorial fracionário 2^{4-1} com 8 pontos axiais e 6 repetições no ponto central de acordo com o planejamento mostrado na Tabela 4.5, totalizando 17 tratamentos e 22 experimentos, com $\alpha=0,05$. Os experimentos foram realizados de forma aleatorizada. Um total de 600 frangos foi avaliado por experimento.

Tabela 3.5 - Estrutura do planejamento experimental com as variáveis codificadas e sem codificar

Exper.	Variáveis codificadas				Variáveis sem codificar				
	Im	Td	Te	v	I (dias)*	Im (dias)**	Td (°C)	Te (°C)	v (%)
1	1	1	1	-1	32-33	32,5	60	62	80%
2	1	1	-1	-1	32-33	32,5	60	58	80%
3	1	-1	1	1	32-33	32,5	50	62	100%
4	-1	1	-1	1	28-29	28,5	60	58	100%
5	1	-1	-1	1	32-33	32,5	50	58	100%
6	-1	-1	1	-1	28-29	28,5	50	62	80%
7	-1	1	1	1	28-29	28,5	60	62	100%
8	-1	-1	-1	-1	28-29	28,5	50	58	80%
9	-1	0	0	0	28-29	28,5	55	60	90%
10	1	0	0	0	32-33	32,5	55	60	90%
11	0	-1	0	0	30-31	30,5	50	60	90%
12	0	1	0	0	30-31	30,5	60	60	90%
13	0	0	-1	0	30-31	30,5	55	58	90%
14	0	0	1	0	30-31	30,5	55	62	90%
15	0	0	0	-1	30-31	30,5	55	60	80%
16	0	0	0	1	30-31	30,5	55	60	100%
17	0	0	0	0	30-31	30,5	55	60	90%
18	0	0	0	0	30-31	30,5	55	60	90%
19	0	0	0	0	30-31	30,5	55	60	90%
20	0	0	0	0	30-31	30,5	55	60	90%
21	0	0	0	0	30-31	30,5	55	60	90%
22	0	0	0	0	30-31	30,5	55	60	90%

* os dois valores de idade mostrados para cada experimento significam que os frangos podem ter uma ou outra idade em cada nível

** para facilitar a análise estatística, foi calculada a média das idades. Por exemplo, uma idade média de 28,5 dias representa o nível -1 em que os frangos têm 28 ou 29 dias

3.7 Avaliação Estatística

A cada frango, uma nota para cada resposta foi atribuída. Para cada resposta, a quantidade de frangos que recebeu cada nota foi multiplicada pelo valor numérico da respectiva nota e esses valores foram somados (soma ponderada). Esses valores foram divididos pelo número de frangos (600 frangos), gerando as médias que foram utilizadas na análise estatística. Os resultados encontram-se no APÊNDICE A.

Estes resultados foram analisados utilizando-se a ANOVA do planejamento experimental proposto e a metodologia de superfície de resposta, empregando o pacote *Statistica 7*. Pelo modelo, \hat{Y} proposto é:

$$\hat{Y} = \beta_0 + \beta_1 * Im + \beta_2 * Im^2 + \beta_3 * Td + \beta_4 * Td^2 + \beta_5 * Te + \beta_6 * Te^2 + \beta_7 * v + \beta_8 * v^2 + \beta_9 * Im * Td + \beta_{10} * Im * Te + \beta_{11} * Im * v + \beta_{12} * Td * Te + \beta_{13} * Td * v + \beta_{14} * Te * v$$

onde \hat{Y} = respostas (pena na asa, pena na sambiquira, epiderme ou peito rasgado)

$$\beta_{i=0}^{14} = \text{parâmetros do modelo}$$

Definida uma condição de operação, ao serem substituídos os valores das variáveis nas equações quadráticas de cada resposta, chega-se a valores entre 0 e 5. Este valor está relacionado ao mesmo critério utilizado para a avaliação dos frangos. Em virtude disso, a escolha das faixas de trabalho das variáveis do processo deve ter como objetivo a obtenção da resposta de valor 5, que representa a condição de maior eficiência do processo.

A otimização do processo foi realizada através do método de sobreposição das curvas de nível (FLOROS et al., 1988), pelo programa Photoshop CS3.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As aves destinadas ao abate foram originadas de diversas granjas, apresentando diferença no peso e no volume, observando-se que, até dentro de um mesmo lote, existia grande variabilidade com relação à massa e as dimensões das carcaças. A Tabela 4.1 compara as médias e desvios de peso entre os lotes de frangos de mesma idade analisados nos ensaios.

Tabela 4.1 - Médias e desvios dos pesos entre lotes de frangos analisados

Idade (dias)	28-29	30-31	32-33	28-33
Nº de lotes	5	12	5	22
Média de peso (kg)	1,365	1,460	1,506	1,444
Desvio de peso (kg)	0,005	0,069	0,095	0,082

4.1 Penas na Asa

Os efeitos de cada fator são apresentados na Tabela 4.2 e mostram que as variáveis significativas foram: idade, seu termo quadrático, temperatura de escaldagem e as interações entre idade e temperatura de escaldagem e entre idade e velocidade da linha.

O grau de desenvolvimento da pele e das penas está diretamente relacionado com a idade do frango. Frangos mais jovens possuem a pele mais macia e penas menos desenvolvidas. As maiores temperaturas da água estimulam o aumento da porosidade da pele promovendo o afrouxamento das penas e sua conseqüente remoção. A velocidade da linha está relacionada ao tempo de permanência dos frangos no tanque de escaldagem e na depenagem. Quanto menor a velocidade da linha, maior o tempo de permanência e maior é a quantidade de penas retiradas, pois maior é o tempo de contato das carcaças com a água quente e com os dedos das depenadeiras.

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.

Tabela 4.2 – Tabela de efeitos para pena na asa como variável dependente

Fatores	Efeito	p
Média	4,86	0,00
(1) Idade média (L)*	-0,34	0,02
Idade média (Q)*	-0,29	0,03
(2) T depenadeira (L)	-0,01	0,96
T depenadeira (Q)	-0,02	0,86
(3) T escaldagem (L)*	0,12	0,05
T escaldagem (Q)	0,21	0,08
(4) Velocidade (L)	-0,15	0,25
Velocidade (Q)	-0,14	0,21
1L X 2L	0,12	0,38
1L X 3L*	0,14	0,05
1L X 4L*	-0,30	0,05
2L X 3L	-0,09	0,17
2L X 4L	0,00	0,97
3L X 4L	0,09	0,15

* fatores significativos ($p < 0,05$)

O sinal negativo do efeito para idade média significa que maior é a retirada de penas quando os frangos são mais jovens. Para a temperatura de escaldagem, quanto mais elevada, maior é a quantidade de penas retiradas da asa. A interação idade média e velocidade indica que a maior retirada de penas se dá para menores velocidades da linha de produção e em frangos mais jovens. Nos resultados, ficou evidente a contribuição não significativa da variável temperatura da depenadeira.

Na Tabela 4.3, são mostrados os parâmetros da equação quadrática, sendo significativos os coeficientes que correspondem aos fatores idade média, seu termo quadrático, temperatura de escaldagem e as interações entre idade e temperatura de escaldagem e a idade com a velocidade da linha.

Tabela 4.3 - Coeficientes da equação do modelo proposto para pena na asa

Fatores	Coeficientes	p
Média	4,86	0,00
(1) Idade média (L)*	-0,17	0,02
Idade média (Q)*	-0,14	0,03
(2) T depenadeira (L)	0,00	0,96
T depenadeira (Q)	-0,01	0,86
(3) T escaldagem (L)*	0,06	0,05
T escaldagem (Q)	0,10	0,08
(4) Velocidade (L)	-0,07	0,25
Velocidade (Q)	-0,07	0,21
1L X 2L	0,06	0,38
1L X 3L*	0,07	0,05
1L X 4L*	-0,15	0,05
2L X 3L	-0,04	0,17
2L X 4L	0,00	0,97
3L X 4L	0,05	0,15

* fatores significativos ($p < 0,05$)

$$R^2 = 0,95$$

A Tabela 4.4 mostra a relevância estatística dos fatores experimentais no valor das respostas através da ANOVA da regressão.

Tabela 4.4 – ANOVA para o ajuste do modelo para pena na asa

Fonte de variação	SQ	GL	MS	F calculado
Regressão	0,854	14	0,061	9,06
Resíduos	0,047	7	0,007	
Falta de ajuste	0,011	2		
Erro Puro	0,036	5		
Total	0,901	21		

$$R^2 = 0,95$$

$$F \text{ tabelado}_{0,95; 7,14} = 3,53$$

$$F \text{ calculado} > 2,56 \text{ } F \text{ tabelado}$$

A equação obtida é estatisticamente significativa e os dados experimentais são representados pelo modelo proposto, pois o valor de F calculado é maior que o valor de F tabelado. No entanto, o modelo proposto não é preditivo, pois, segundo Barros et al.

(1996), para que a regressão seja estatisticamente significativa e preditiva, o valor de F calculado deve ser no mínimo 4 a 5 vezes superior ao valor do F tabelado.

Desconsiderando as variáveis pouco significativas, uma nova análise de regressão foi realizada, cuja ANOVA se encontra na Tabela 4.5, resultando:

$$\begin{aligned}
 \text{Pena na asa} = & 4,86 - 0,17 * \text{Im} - 0,14 * \text{Im}^2 + 0,06 * \text{Te} + 0,1 * \text{Te}^2 - 0,07 * \nu - 0,07 * \nu^2 \\
 & + 0,06 * \text{Im} * \text{Td} + 0,07 * \text{Im} * \text{Te} - 0,15 * \text{Im} * \nu - 0,04 * \text{Td} * \text{Te} + 0,05 * \text{Te} * \nu \\
 R^2 = & 0,95
 \end{aligned}$$

Tabela 4.5 - ANOVA para o ajuste do novo modelo para pena na asa

Fonte de variação	SQ	GL	MS	F calculado
Regressão	0,854	11	0,078	16,38
Resíduos	0,047	10	0,005	
Falta de ajuste	0,011	5		
Erro Puro	0,036	5		
Total	0,901	21		

$$R^2 = 0,95$$

$$F_{\text{tabelado}}_{0,95; 10,11} = 2,94$$

$$F_{\text{calculado}} > 5,56 \quad F_{\text{tabelado}}$$

A nova equação é estatisticamente significativa e os dados experimentais são representados pelo novo modelo proposto, pois o valor de F calculado é maior que o valor de F tabelado. O modelo proposto é também preditivo pois $F_{\text{calculado}} > 5,56 \quad F_{\text{tabelado}}$.

O fato de considerar, no novo modelo, apenas os efeitos que mais afetam na resposta não afetou o valor de R^2 que permanece igual a 0,95.

A Figura 4.1.a representa a superfície de resposta da equação quadrática que demonstra o comportamento da remoção de penas na asa em função da idade média (em dias) e da temperatura de escaldagem (em °C). As linhas de contorno são mostradas na Figura 4.1.b.

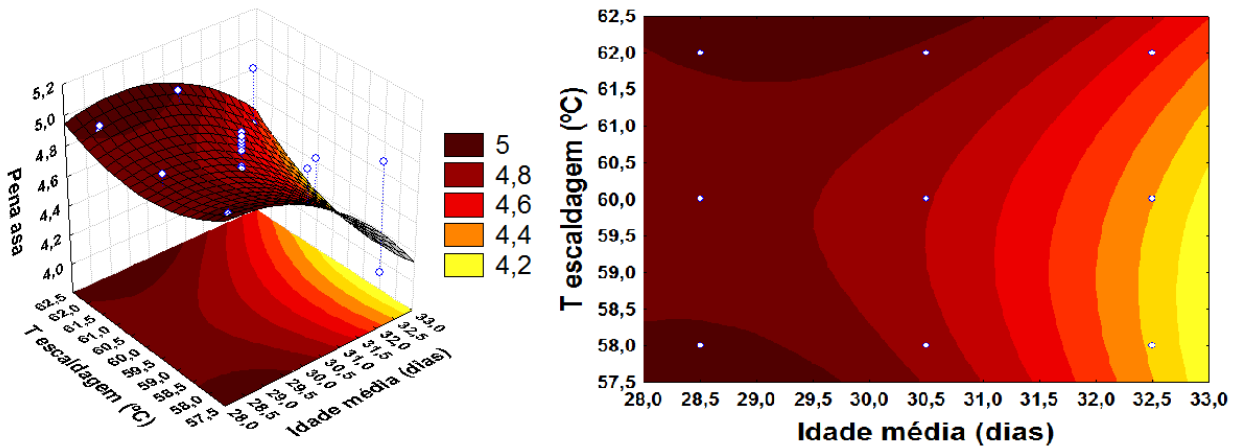


Figura 4.1 - Resultados para a análise da variável Pena na Asa;
 (a) Superfície de Resposta; (b) Curvas de Nível ($T_d = 60^\circ\text{C}$ e $v = 100\%$)

Nas curvas de nível, as regiões mais escuras das superfícies representam os pontos de maior retirada de penas enquanto as mais claras representam os pontos onde a retirada de penas da asa foi menor. Para elaborar as linhas de contorno, a velocidade da linha foi mantida constante em seu valor máximo (150 frangos/minuto), sendo esta a condição onde a remoção de penas é mais difícil. A temperatura da água da depenadeira foi mantida constante a 60°C , temperatura de trabalho usualmente utilizada na empresa. Observou-se que, na faixa de idade acima de 31, à medida que a idade aumenta, o uso de maiores temperaturas é requerido para que a remoção de penas da asa seja maior. Para a faixa de idades menores que 31 dias, tem-se uma região de sela, com um ponto de mínimo entre as temperaturas $58,5$ e $61,5^\circ\text{C}$. Nesta mesma faixa de idade, percebe-se que a região de maior retirada de penas está na faixa de temperaturas em torno de 62°C .

4.2 Penas na Sambiquira

Os efeitos de cada fator são apresentados na Tabela 4.6 e mostram que as variáveis significativas foram somente os efeitos principais: idade média e temperatura de escaldagem.

O grau de desenvolvimento da pele e das penas está diretamente relacionado com a idade do frango. Frangos mais jovens possuem a pele mais macia e penas menos desenvolvidas. O efeito da temperatura sugere que, com o seu incremento, ocorre um maior amaciamento da pele em contato com a água quente e, o conseqüente aumento da porosidade da pele, promovendo o afrouxamento das penas e sua conseqüente remoção.

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.

Tabela 4.6 - Tabela de efeitos para pena na sambiquira como variável dependente

Fatores	Efeito	p
Média	4,01	0,00
(1) Idade média (L)*	-0,51	0,01
Idade média (Q)	-0,16	0,63
(2) T depenadeira (L)	-0,53	0,17
T depenadeira (Q)	-0,46	0,18
(3) T escaldagem (L)*	0,51	0,01
T escaldagem (Q)	-0,14	0,67
Velocidade (Q)	0,50	0,15
1L X 2L	0,11	0,56
1L X 3L	0,18	0,35
1L X 4L	-0,70	0,11

* fatores significativos ($p < 0,05$)

O sinal negativo do efeito para idade média indica que a depenagem se torna mais eficaz à medida que os frangos são mais jovens. Quanto à variável temperatura da água de escaldagem, quanto maior o seu valor, mais penas serão retiradas da sambiquira. No entanto, ao contrário do que acontecia na retirada de penas na asa, a depenagem na área da sambiquira ocorre na primeira sessão da depenadeira, composta por rolos concêntricos de pequeno comprimento.

Na Tabela 4.7, são mostrados os parâmetros da equação quadrática, sendo significativos os coeficientes que correspondem aos efeitos principais da idade média e da temperatura de escaldagem.

Tabela 4.7 - Coeficientes da equação do modelo proposto para pena na sambiquira

Fatores	Coeficientes	p
Média	4,01	0,00
(1) Idade média (L)*	-0,26	0,01
Idade média (Q)	-0,08	0,63
(2) T depenadeira (L)	-0,27	0,17
T depenadeira (Q)	-0,23	0,18
(3) T escaldagem (L)*	0,26	0,01
T escaldagem (Q)	-0,07	0,67
Velocidade (Q)	0,25	0,15
1L X 2L	0,05	0,56
1L X 3L	0,09	0,35
1L X 4L	-0,35	0,11

* fatores significativos ($p < 0,05$)

$$R^2 = 0,73$$

A Tabela 4.8 mostra a relevância estatística dos fatores experimentais no valor das respostas através da ANOVA da regressão.

Tabela 4.8 – ANOVA para o ajuste do modelo para pena na sambiquira

Fonte de variação	SQ	GL	MS	F calculado
Regressão	1,908	10	0,191	2,93
Resíduos	0,717	11	0,065	
Falta de ajuste	0,080	6		
Erro Puro	0,637	5		
Total	2,625	21		

$$R^2 = 0,73$$

F tabelado 0,95; 11,10 = 2,85 F calculado > 1,03 F tabelado

A equação obtida é estatisticamente significativa e os dados experimentais são representados pelo modelo proposto, pois o valor de F calculado é maior que o valor de F tabelado. No entanto, o modelo proposto não é preditivo, pois, segundo Barros et al. (1996), para que a regressão seja estatisticamente significativa e preditiva, o valor de F calculado deve ser no mínimo 4 a 5 vezes superior ao valor do F tabelado.

A Figura 4.2.a representa a superfície de resposta da equação quadrática que demonstra o comportamento da remoção de penas na sambiquira em função da idade média (em dias) e da temperatura de escaldagem (em °C). As linhas de contorno são mostradas na Figura 4.2.b.

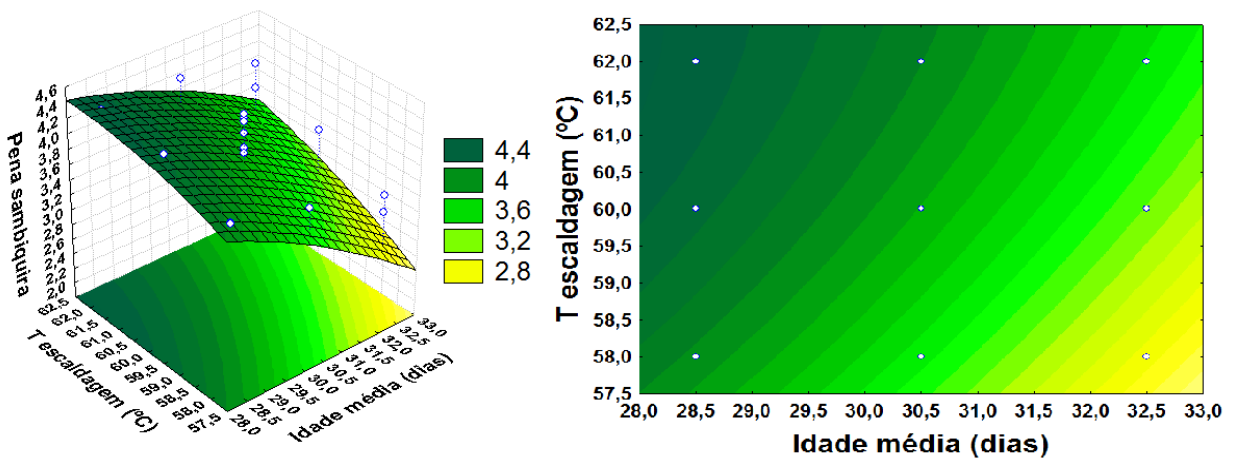


Figura 4.2 - Resultados para a análise da variável Pena na Sambiquira;
(a) Superfície de Resposta; (b) Curvas de Nível ($T_d = 60^{\circ}\text{C}$ e $v = 100\%$)

Nas curvas de nível, as regiões mais escuras das superfícies representam os pontos de maior retirada de penas da sambiquira enquanto as mais claras representam os pontos onde a retirada de penas da sambiquira foi menor. Para a elaboração das curvas de nível, a velocidade da linha foi mantida constante em seu valor máximo (150 frangos/minuto), sendo esta a condição onde a remoção de penas é mais difícil. A temperatura da água da depenadeira foi mantida constante a 60°C , temperatura de trabalho usualmente utilizada na empresa. A partir dessas curvas, observou-se que a maior remoção de penas ocorreu em temperaturas acima de $60,5^{\circ}\text{C}$ e frangos com pouco mais de 28,5 dias de idade média.

4.3 Epiderme

Os efeitos de cada fator são apresentados na Tabela 4.9 e mostram que as variáveis significativas foram: idade, seu termo quadrático e o termo quadrático da variável temperatura de escaldagem. A idade está relacionada à maturidade da estrutura da pele e ao seu grau de renovação. Frangos mais velhos têm a pele mais desenvolvida e o processo de renovação da epiderme é mais evidente. Assim, para a variável idade média, a remoção da epiderme foi maior nos frangos de maior idade, para as condições experimentais estudadas.

Hoffmann (1969) afirma que a última camada da epiderme está em constante renovação. Além disso, segundo Barker et al. (2004), a epiderme é também removida parcialmente durante a depenagem. O fato de o frango mais velho ser mais pesado e maior pode fazer com que os dedos das depenadeiras atuem mais intensamente sobre a carcaça e retirem mais a epiderme, principalmente se for considerado que a região do dorso avaliada é de difícil acesso aos dedos.

Com relação à variável temperatura da água de escaldagem, Barker et al. (2004) afirma que as escaldagens alta e rigorosa (uso de altas temperaturas da água de escaldagem) tenderão a remover a maior parte ou toda a camada mais externa da epiderme, que será também removida parcialmente durante a depenagem, enquanto a branda (baixas temperaturas de escaldagem) mantém a epiderme intacta. Ou seja, a maior retirada de epiderme se dá para maiores temperaturas de escaldagem.

Tabela 4.9 - Tabela de efeitos para epiderme como variável dependente

Fatores	Efeito	p
Média	4,48	0,00
(1) Idade média (L)*	0,81	0,02
Idade média (Q)*	-0,59	0,04
(2) T depenadeira (L)	-0,45	0,16
T escaldagem (Q)*	0,62	0,03
Velocidade (Q)	-0,44	0,11
1L X 2L	0,21	0,19
1L X 4L	-0,58	0,11
2L X 4L	0,59	0,11
3L X 4L	-0,16	0,32

* fatores significativos ($p < 0,05$)

O sinal positivo do efeito principal para idade média indica que a maior retirada de epiderme ocorre para frangos mais velhos.

Na Tabela 4.10, são mostrados os parâmetros da equação quadrática, sendo significativos os coeficientes que correspondem à idade do frango, seu termo quadrático e ao termo quadrático da temperatura de escaldagem.

Tabela 4.10 - Coeficientes da equação do modelo proposto para epiderme

Fatores	Coeficientes	p
Média	4,48	0,00
(1) Idade média (L)*	0,41	0,02
Idade média (Q)*	-0,29	0,04
(2) T depenadeira (L)	-0,23	0,16
T escaldagem (Q)*	0,31	0,03
Velocidade (Q)	-0,22	0,11
1L X 2L	0,10	0,19
1L X 4L	-0,29	0,11
2L X 4L	0,29	0,11
3L X 4L	-0,08	0,32

* fatores significativos ($p < 0,05$)

$$R^2 = 0,70$$

A Tabela 4.11 mostra a relevância estatística dos fatores experimentais no valor das respostas através da ANOVA da regressão.

Tabela 4.11 – ANOVA para o ajuste do modelo para epiderme

Fonte de variação	SQ	GL	MS	F calculado
Regressão	1,311	9	0,146	3,17
Resíduos	0,552	12	0,046	
Falta de ajuste	0,097	7		
Erro Puro	0,455	5		
Total	1,863	21		

$$R^2 = 0,70$$

$$F \text{ tabelado}_{0,95; 12,9} = 2,79 \quad F \text{ calculado} > 1,13 \text{ } F \text{ tabelado}$$

A equação obtida é estatisticamente significativa e os dados experimentais são representados pelo modelo proposto, pois o valor de F calculado é maior que o valor de F tabelado. No entanto, o modelo proposto não é preditivo, pois, segundo Barros et al. (1996), para que a regressão seja estatisticamente significativa e preditiva, o valor de F calculado deve ser no mínimo 4 a 5 vezes superior ao valor do F tabelado.

A Figura 4.3.a representa a superfície de resposta da equação quadrática que demonstra o comportamento de retirada da epiderme em função da idade média (em dias) e da temperatura de escaldagem (em °C). As linhas de contorno são mostradas na Figura 4.3.b.

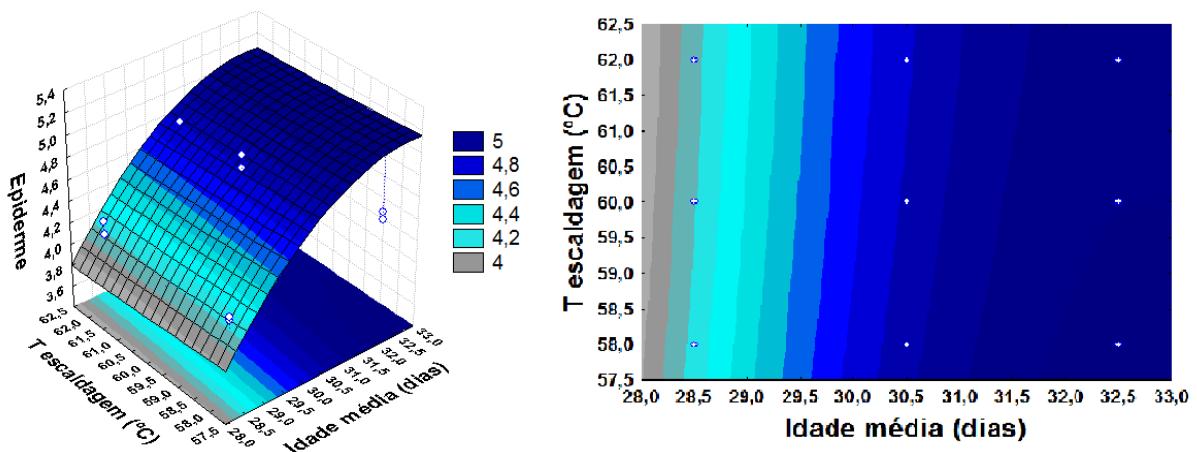


Figura 4.3 - Resultados para a análise da variável Epiderme;
 (a) Superfície de Resposta; (b) Curvas de Nível ($T_d = 60^\circ\text{C}$ e $v = 100\%$)

As regiões mais escuras das superfícies representam os pontos onde a retirada da epiderme foi mais eficiente observando-se que, quanto maior a idade média, maior a retirada da epiderme. Para elaborar as linhas de contorno, a velocidade da linha foi mantida constante em seu valor máximo (150 frangos/minuto), sendo esta a condição onde a remoção de penas é mais difícil. A temperatura da água da depenadeira foi mantida constante a 60°C, temperatura de trabalho usualmente utilizada na empresa.

4.4 Pele do peito rasgada

Os efeitos de cada fator são apresentados na Tabela 4.12 e mostram que as variáveis significativas foram: velocidade e a interação temperatura da água da depenadeira com a velocidade. A velocidade está relacionada ao tempo que a carcaça permanece no tanque de escaldagem e nas depenadeiras. Maiores velocidades diminuem o tempo que a carcaça fica imersa na água quente bem como o tempo que os dedos das depenadeiras atuam sobre a mesma. Conseqüentemente, menos peitos se rasgarão. A temperatura da água da depenadeira provoca o rasgamento dos peitos à medida que é aumentada.

Gomide et al. (2006) mencionam que temperaturas muito altas e altos tempos de exposição causam enfraquecimento da pele das aves, que pode se romper na etapa de depenagem.

Segundo Northucutt (2003), quando os dedos de borracha estão desgastados ou mal colocados na máquina podem provocar danos à carcaça. Além disso, a eficiência na remoção das penas pode ser comprometida se os dedos estiverem desgastados.

Tabela 4.12 - Tabela de efeitos para pele do peito rasgada como variável dependente

Fatores	Efeito	p
Média	4,85	0,00
(3) T escaldagem (L)	-0,10	0,07
(4) Velocidade (L)*	0,12	0,03
1L X 3L	0,04	0,49
2L X 3L	0,04	0,45
2L X 4L*	-0,16	0,01
3L X 4L	0,07	0,24

* fatores significativos ($p < 0,05$)

O sinal positivo do efeito principal para velocidade indica que a menor incidência de rasgos no peito ocorre para maiores velocidades da linha de produção.

Na Tabela 4.13, são mostrados os parâmetros da equação quadrática, sendo significativos os coeficientes que correspondem à velocidade e à interação temperatura da água da depenadeira com a velocidade.

Tabela 4.13 - Coeficientes da equação do modelo proposto para pele do peito rasgada

Fatores	Coeficientes	p
Média	4,85	0,00
(3) T escaldagem (L)	-0,05	0,07
(4) Velocidade (L)*	0,06	0,03
1L X 3L	0,02	0,49
2L X 3L	0,02	0,45
2L X 4L*	-0,08	0,01
3L X 4L	0,03	0,24

* fatores significativos ($p < 0,05$)

$$R^2 = 0,57$$

A Tabela 4.14 mostra a relevância estatística dos fatores experimentais no valor das respostas através da ANOVA da regressão.

Tabela 4.14 – ANOVA para o ajuste do modelo para pele do peito rasgada

Fonte de variação	SQ	GL	MS	F calculado
Regressão	0,125	6	0,021	3,30
Resíduos	0,095	15	0,006	
Falta de ajuste	0,034	10		
Erro Puro	0,061	5		
Total	0,220	21		

$$R^2 = 0,57$$

$$F \text{ tabelado}_{0,95; 15,6} = 2,79 \quad F \text{ calculado} > 1,18 \quad F \text{ tabelado}$$

A equação obtida é estatisticamente significativa, pois o valor de F calculado é maior que o valor de F tabelado. No entanto, o modelo proposto não é preditivo, pois, segundo Barros et al. (1996), para que a regressão seja estatisticamente significativa e preditiva, o valor de F calculado deve ser no mínimo 4 a 5 vezes superior ao valor do F tabelado.

No entanto, os dados experimentais não são representados pelo modelo proposto devido ao baixo valor de R^2 . Logo, uma superfície de resposta que represente o comportamento da resposta em função das variáveis significativas não pôde ser obtida.

Seria recomendável a realização de novos testes de forma a diminuir a variabilidade dos lotes das aves. Além disso, baseado na observação crítica do processo e nos resultados estatísticos obtidos, chega-se à conclusão de que se faz necessário um melhor controle de outras variáveis que estejam influenciando na resposta (tais como o grau de ajuste das depenadeiras e o nível de desgaste dos dedos) ou até mesmo a inclusão destas no modelo.

4.5 Otimização gráfica para a retirada de penas

No processo de escaldagem e depenagem, tem-se como objetivo principal a máxima remoção de penas como um todo. No presente trabalho, a eficiência da remoção de penas foi estudada separadamente, nas áreas da carcaça onde a permanência de penas é mais freqüente: sambiquira e asa.

Segundo Gomide et al. (2006), quando uma escaldagem alta é aplicada, obtém-se maior facilidade na remoção das penas devido a um ligeiro cozimento da parte externa da pele da ave.

A Figura 4.4 representa a sobreposição das curvas de nível das variáveis pena na asa e pena na sambiquira em função da idade média (em dias) e da temperatura de escaldagem (em °C).

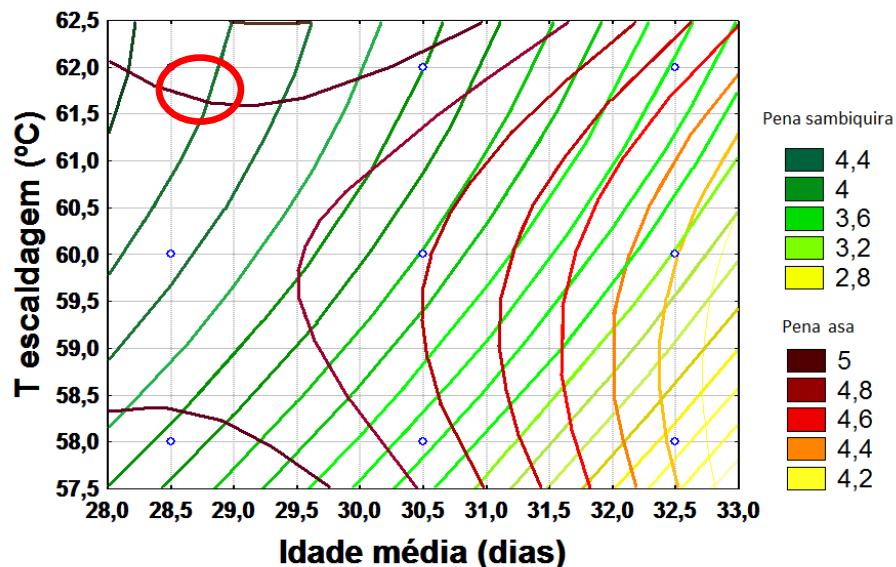


Figura 4.4 - Sobreposição das Curvas de contorno para Pena na asa e Pena na sambiquira ($T_d = 60^\circ\text{C}$ e $v = 100\%$)

A partir da sobreposição das curvas, é possível perceber a coincidência das regiões onde a retirada de penas é maximizada. O ponto comum onde a retirada de

penas é maior se dá entre 28,5 e 29 dias de idade média e temperaturas de escaldagem entre 61,5 e 62°C.

A temperatura de escaldagem usualmente utilizada no abatedouro onde os testes foram realizados se dá em torno de 61,5°C, independente da idade do lote de frangos que está sendo abatido. Esta temperatura é eficiente no que se refere à remoção de penas como um todo se o frango tiver até 31 dias aproximadamente. Para frangos com 31 a 33 dias, sugere-se o emprego de temperaturas de escaldagem na faixa de 62°C.

Aspectos operacionais tais como freqüência de manutenção dos equipamentos e ajuste da depenadeira, que dependem do peso e do tamanho da carcaça os quais apresentam grande variabilidade, foram alterados ao longo do processo e dificultaram a avaliação dos resultados. Sendo assim, não foi possível a definição de modelos que predigam a quantidade de penas, epiderme e peito rasgado presente nas carcaças, em função das variáveis estudadas, sendo possível somente a solução gráfica.

5 CONCLUSÃO

- Os efeitos significativos para penas na asa foram idade, seu termo quadrático, temperatura de escaldagem e as interações entre idade e temperatura de escaldagem e entre idade e velocidade da linha;
- Para penas na sambiquira, os efeitos significativos foram a idade e a temperatura de escaldagem;
- As variáveis significativas para a resposta epiderme foram a idade, seu termo quadrático e o termo quadrático da temperatura de escaldagem;
- Para a pele do peito rasgada, os efeitos significativos foram a velocidade e a interação da temperatura da depenadeira com a velocidade;
- O método de sobreposição gráfica, indicou que as melhores condições de trabalho foram idades de frango na faixa entre 28,5 e 29 dias e temperaturas da água de escaldagem entre 61,5 e 62°C.

REFERÊNCIAS

ABEF. **Relatório Anual 2008/2009**. Disponível em: <<http://www.abef.com.br>>. Acesso em: 5 out. 2009.

ALLEN, V. M.; TINKER, D. B.; HINTON, M. H.; WATHES, C. M. **Dispersal of microorganisms in commercial defeathering systems**. Br. Poult. Sci. v.44. p.53–59. 2003.

BARBUT, S. Primary Processing of Poultry. In: **Poultry Products Processing: an industry guide**. Boca Raton: CRC Press, 2002. 1 CD-ROM.

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

BARROS NETO, B.; SCARMINIO, I.S.; BRUNS, R.E. **Planejamento e Otimização de experimentos**. Campinas: Editora da Unicamp. 1996.

BERAQUET, N.J. Abate e evisceração. In: **Abate e processamento de frangos**. Coleção FACTA. Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, Campinas – SP, p. 19-24. 1994.

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

_____. **Microbiological consequences of skin removal prior to evisceration of broiler carcasses**. Poultry Sci. v.81. p.134-138. 2002.

BOLDER, N.M. The microbiology of the slaughter and processing of poultry. In: **The microbiology of meat and poultry**. UK: Blakie academic and professional, 1998. 1 CD-ROM.

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 da 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: 20 out. 2009.

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 Sci. v.79. p.436–441. 2000.

CARCIOFI, B.A.M.; LAURINDO, J.B. Water uptake by poultry carcasses during cooling by water immersion. **Chemical Engineering and Processing**, Lousanne, Sz, 2006.

CASON, J.A.; HINTON, A.; BUHR, R.J. **Impact of Feathers and Feather Follicles on Broiler Carcass Bacteria**. Poultry Science, Georgia, US, v.83.n.1, p.1452-1455. 2004.

COTTA, T. **Frangos de corte: Criação, abate e comercialização**. VIÇOSA: APRENDA FÁCIL, 2003. 238 p.

DELAZARI, I. Abate e processamento de carne de aves para garantia de qualidade. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA, 2001, V.1, Campinas. **Anais...** Campinas: FACTA, p.191-203, 2001.

FLOROS, J.D.; CHINNAN, M.S. Computer Graphycs – **Assisted optimization for product and process development**. Food Technology, v. 42, n. 2, p.72-78. 1988.

GEORNARAS, I.; JESUS, A.E.; ZYL, E.; HOLY, A. **Bacterial populations of different sample types from carcasses in the dirty area of a South African poultry abattoir**. J. Food Prot. v.60. p.551–554. 1997.

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

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

KAFRI, I.; CHERRY, J.A.; JONES, D.E.; SIEGEL, P.B. **Skin breaking strength in chickens: Comparison among genetic combinations**. Poultry Sci. v.63. p.1279-1280. 1984.

_____. **Breaking strength and composition of the skin of broiler chicks: Response to dietary calorie-protein ratios**. Poultry Sci. v.64. p.2143–2149. 1985.

KALIL, S.J.; MAUGERI, F.; RODRIGUES, M.I. Response surface analysis and simulation as a tool for bioprocess design and optimization. In: **Process Biochemistry**, v.35. p. 539-550. 2000.

KHURI, A.I.; CHORNELL J.A. **Responde Surfaces. Design and analyses**. New York: Marcel Dekker Incorporated. 1987.

KOTULA, K. L.; PANDYA, Y. **Bacterial contamination of broiler chickens before scalding**. J. Food Prot., v.58. p.1326–1329. 1995.

LEVINGER, I. M.; SORKER, I. **The use of a chemical agent to facilitate plucking in the kosher processing plants**. Ref. Vet. 31. p.36–39. 1974.

MONTGOMERY, D. **Design and analysis of experiments**. 5.ed. Arizona State University, 1997. 684p.

MYERS, R.H. (Coord); MONTGOMERY, D.C.; ANDERSON-COOK, C.D. **Response Surface Methodology: Process and Product Optimization using Designed Experiments**. 3rd.ed. New Jersey: Wiley, 2009. 704p. (Biotecnologia, v.5).

MULDER, R. W. A. W.; DORRESTEIJN, L. W. J.; VAN DER BROEK, J. **Cross-contamination during the scalding and plucking of broilers**. Br. Poult. Sci. v.19. p.61–70. 1978.

NORTHUCUTT, J.K. Resolvendo problemas en el procesamiento de aves. **Carnetec**, Chicago, v.10, n.1, p.28-34, fev. 2003.

NUNES, F. **Atordoamento é Qualidade e Rendimento**. 2006

Disponível em:

<http://www.engormix.com/atordoamento_e_qualidade_e_p_artigos_23_AVG.htm>.

Acesso em: 20 out. 2009.

OLIVO, RUBISON. **O mundo do frango: cadeia produtiva de carne de frango**. Criciúma, SC, 2006.

OOSTEROM, J.; NOTERMANS, S.; KARMAN, H.; ENGELS, G. B. **Origin and prevalence of *Campylobacter jejuni* in poultry processing**. J. Food Prot. v.46. p.339–344. 1983.

PITCOVSKI, J.; PINCHASOV, Y.; MERON, M.; MALKA, I. **The influence of sex, climate, and body weight on skin tears and muscle damage during plucking of broiler chickens**. Poultry Sci. v.73. p.733–738. 1994.

_____. **Identification of a Starting Point of Breast Skin Tears during Chicken Plucking**. Poultry Science, Israel, v.76, p.405-409. 1997.

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

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.

SCHLEIFER, J. **Costly skin tear problem has several major causes**. Poult. Dig. December. p.580–586. 1988.

TEÓFILO, R.; FERREIRA, M. Quimiometria II: Planilhas eletrônicas para cálculos de Planejamentos Experimentais, um tutorial. **Anais eletrônicos...** Campinas: Unicamp,

2006. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/qn/v29n2/28454.pdf> >. Acesso em: 09 nov. 2009.

THOMAS, C. J.; MCMEEKIN, T. A.; MCCALL, D. **Soft scald-induced damage of chicken skin**. Br. Poult. Sci. v.28. p.659–662. 1987.





WEINBERG, Z.G.; ANGEL, S.; NAVROT, C. **The effect of sex, age, and feed on tensile strength of broiler skin**. Poultry Sci. v.65 p.903–906. 1986.



APÊNDICE A – Dados e resultados obtidos em cada experimento

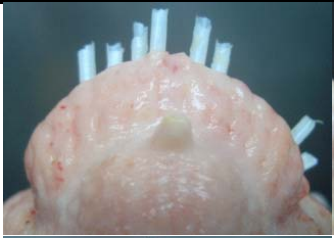


EXPERIMENTO	VARIÁVEIS		DADOS		RESPOSTAS	Nº DE FRANGOS COM A NOTA				SOMA PONDERADA	NOTA MÉDIA POR FRANGO
						0	1	2	5		
1	Idade média	1	DATA DO TESTE	16/set	Pena Sambiquira	21	58	66	455	2465	4,11
	Temp depenadeira	1	IDADE (dias)	33	Epiderme	0	8	53	539	2809	4,68
	Temp escaldagem	1	PESO (kg)	1,561	Pena na Asa	0	4	14	582	2942	4,90
	Velocidade	-1	LINHAGEM/SEXO	Cobb/Fêmea	Peito Rasgado	20			580	2900	4,83
2	Idade média	1	DATA DO TESTE	09/set	Pena Sambiquira	76	72	99	353	2035	3,39
	Temp depenadeira	1	IDADE (dias)	33	Epiderme	0	17	87	496	2671	4,45
	Temp escaldagem	-1	PESO (kg)	1,647	Pena na Asa	2	7	28	563	2878	4,80
	Velocidade	-1	LINHAGEM/SEXO	Cobb/Fêmea	Peito Rasgado	10			590	2950	4,92
3	Idade média	1	DATA DO TESTE	08/set	Pena Sambiquira	74	55	47	424	2269	3,78
	Temp depenadeira	-1	IDADE (dias)	32	Epiderme	9	56	96	439	2443	4,07
	Temp escaldagem	1	PESO (kg)	1,448	Pena na Asa	5	17	64	514	2715	4,53
	Velocidade	1	LINHAGEM/SEXO	Cobb/Fêmea	Peito Rasgado	6			594	2970	4,95
4	Idade média	-1	DATA DO TESTE	03/set	Pena Sambiquira	61	35	59	445	2378	3,96
	Temp depenadeira	1	IDADE (dias)	29	Epiderme	4	51	95	450	2491	4,15
	Temp escaldagem	-1	PESO (kg)	1,361	Pena na Asa	2	1	12	585	2950	4,92
	Velocidade	1	LINHAGEM/SEXO	Cobb/Fêmea	Peito Rasgado	18			582	2910	4,85
5	Idade média	1	DATA DO TESTE	08/set	Pena Sambiquira	187	25	21	367	1902	3,17
	Temp depenadeira	-1	IDADE (dias)	32	Epiderme	12	32	61	495	2629	4,38
	Temp escaldagem	-1	PESO (kg)	1,426	Pena na Asa	53	36	53	458	2432	4,05
	Velocidade	1	LINHAGEM/SEXO	Cobb/Fêmea	Peito Rasgado	2			598	2990	4,98
6	Idade média	-1	DATA DO TESTE	08/out	Pena Sambiquira	15	37	83	465	2528	4,21
	Temp depenadeira	-1	IDADE (dias)	29	Epiderme	7	44	83	466	2540	4,23
	Temp escaldagem	1	PESO (kg)	1,371	Pena na Asa	0	6	10	584	2946	4,91
	Velocidade	-1	LINHAGEM/SEXO	Cobb/Fêmea	Peito Rasgado	52			548	2740	4,57
7	Idade média	-1	DATA DO TESTE	03/set	Pena Sambiquira	22	25	66	487	2592	4,32
	Temp depenadeira	1	IDADE (dias)	29	Epiderme	8	52	95	445	2467	4,11
	Temp escaldagem	1	PESO (kg)	1,361	Pena na Asa	1	0	10	589	2965	4,94
	Velocidade	1	LINHAGEM/SEXO	Cobb/Fêmea	Peito Rasgado	21			579	2895	4,83
8	Idade média	-1	DATA DO TESTE	08/out	Pena Sambiquira	27	55	91	427	2372	3,95
	Temp depenadeira	-1	IDADE (dias)	29	Epiderme	5	58	77	460	2512	4,19
	Temp escaldagem	-1	PESO (kg)	1,361	Pena na Asa	1	6	11	582	2938	4,90
	Velocidade	-1	LINHAGEM/SEXO	Cobb/Fêmea	Peito Rasgado	22			578	2890	4,82
9	Idade média	-1	DATA DO TESTE	07/out	Pena Sambiquira	22	31	67	480	2565	4,28
	Temp depenadeira	0	IDADE (dias)	29	Epiderme	29	91	78	402	2257	3,76
	Temp escaldagem	0	PESO (kg)	1,371	Pena na Asa	3	2	14	581	2935	4,89
	Velocidade	0	LINHAGEM/SEXO	Cobb/Fêmea	Peito Rasgado	18			582	2910	4,85
10	Idade média	1	DATA DO TESTE	14/set	Pena Sambiquira	54	66	78	402	2232	3,72
	Temp depenadeira	0	IDADE (dias)	32	Epiderme	3	16	59	522	2744	4,57
	Temp escaldagem	0	PESO (kg)	1,446	Pena na Asa	1	34	43	522	2730	4,55
	Velocidade	0	LINHAGEM/SEXO	Cobb/Fêmea	Peito Rasgado	14			586	2930	4,88
11	Idade média	0	DATA DO TESTE	17/set	Pena Sambiquira	13	60	76	451	2467	4,11
	Temp depenadeira	-1	IDADE (dias)	31	Epiderme	0	19	57	524	2753	4,59
	Temp escaldagem	0	PESO (kg)	1,451	Pena na Asa	0	7	19	574	2915	4,86
	Velocidade	0	LINHAGEM/SEXO	Cobb/Fêmea	Peito Rasgado	14			586	2930	4,88

EXPERIMENTO	VARIÁVEIS		DADOS		RESPOSTAS	Nº DE FRANGOS COM A NOTA				SOMA PONDERADA	NOTA MÉDIA POR FRANGO
						0	1	2	5		
12	Idade média	0	DATA DO TESTE	28/set	Pena Sambiquira	59	76	84	381	2149	3,58
	Temp depenadeira	1	IDADE (dias)	31	Epiderme	4	44	107	445	2483	4,14
	Temp escaldagem	0	PESO (kg)	1,569	Pena na Asa	0	11	15	574	2911	4,85
	Velocidade	0	LINHAGEM/SEXO	Cobb/Fêmea	Peito Rasgado	10			590	2950	4,92
13	Idade média	0	DATA DO TESTE	01/out	Pena Sambiquira	46	62	102	390	2216	3,69
	Temp depenadeira	0	IDADE (dias)	30	Epiderme	2	16	32	550	2830	4,72
	Temp escaldagem	-1	PESO (kg)	1,419	Pena na Asa	1	1	2	596	2985	4,98
	Velocidade	0	LINHAGEM/SEXO	Cobb/Fêmea	Peito Rasgado	10			590	2950	4,92
14	Idade média	0	DATA DO TESTE	18/set	Pena Sambiquira	14	29	74	483	2592	4,32
	Temp depenadeira	0	IDADE (dias)	31	Epiderme	0	4	29	567	2897	4,83
	Temp escaldagem	1	PESO (kg)	1,575	Pena na Asa	0	1	6	593	2978	4,96
	Velocidade	0	LINHAGEM/SEXO	Cobb/Fêmea	Peito Rasgado	23			577	2885	4,81
15	Idade média	0	DATA DO TESTE	11/set	Pena Sambiquira	17	32	69	482	2580	4,30
	Temp depenadeira	0	IDADE (dias)	30	Epiderme	4	54	90	452	2494	4,16
	Temp escaldagem	0	PESO (kg)	1,433	Pena na Asa	4	6	12	578	2920	4,87
	Velocidade	-1	LINHAGEM/SEXO	Cobb/Fêmea	Peito Rasgado	17			583	2915	4,86
16	Idade média	0	DATA DO TESTE	03/set	Pena Sambiquira	20	21	68	491	2612	4,35
	Temp depenadeira	0	IDADE (dias)	30	Epiderme	1	36	85	478	2596	4,33
	Temp escaldagem	0	PESO (kg)	1,354	Pena na Asa	5	11	33	551	2832	4,72
	Velocidade	1	LINHAGEM/SEXO	Cobb/Fêmea	Peito Rasgado	3			597	2985	4,98
17	Idade média	0	DATA DO TESTE	25/set	Pena Sambiquira	34	62	78	426	2348	3,91
	Temp depenadeira	0	IDADE (dias)	30	Epiderme	3	28	81	488	2630	4,38
	Temp escaldagem	0	PESO (kg)	1,376	Pena na Asa	1	9	22	568	2893	4,82
	Velocidade	0	LINHAGEM/SEXO	Cobb/Fêmea	Peito Rasgado	21			579	2895	4,83
18	Idade média	0	DATA DO TESTE	24/set	Pena Sambiquira	29	50	101	420	2352	3,92
	Temp depenadeira	0	IDADE (dias)	30	Epiderme	1	16	63	520	2742	4,57
	Temp escaldagem	0	PESO (kg)	1,476	Pena na Asa	3	10	4	583	2933	4,89
	Velocidade	0	LINHAGEM/SEXO	Cobb/Fêmea	Peito Rasgado	29			571	2855	4,76
19	Idade média	0	DATA DO TESTE	15/set	Pena Sambiquira	80	82	87	351	2011	3,35
	Temp depenadeira	0	IDADE (dias)	31	Epiderme	2	7	31	560	2869	4,78
	Temp escaldagem	0	PESO (kg)	1,526	Pena na Asa	0	3	21	576	2925	4,88
	Velocidade	0	LINHAGEM/SEXO	Cobb/Fêmea	Peito Rasgado	23			577	2885	4,81
20	Idade média	0	DATA DO TESTE	10/set	Pena Sambiquira	19	20	70	491	2615	4,36
	Temp depenadeira	0	IDADE (dias)	30	Epiderme	0	2	17	581	2941	4,90
	Temp escaldagem	0	PESO (kg)	1,437	Pena na Asa	0	4	6	590	2966	4,94
	Velocidade	0	LINHAGEM/SEXO	Cobb/Fêmea	Peito Rasgado	12			588	2940	4,90
21	Idade média	0	DATA DO TESTE	29/set	Pena Sambiquira	37	75	68	420	2311	3,85
	Temp depenadeira	0	IDADE (dias)	31	Epiderme	5	65	95	435	2430	4,05
	Temp escaldagem	0	PESO (kg)	1,428	Pena na Asa	2	7	9	582	2935	4,89
	Velocidade	0	LINHAGEM/SEXO	Cobb/Fêmea	Peito Rasgado	48			552	2760	4,60
22	Idade média	0	DATA DO TESTE	02/out	Pena Sambiquira	11	34	83	472	2560	4,27
	Temp depenadeira	0	IDADE (dias)	31	Epiderme	2	23	59	516	2721	4,54
	Temp escaldagem	0	PESO (kg)	1,480	Pena na Asa	3	1	11	585	2948	4,91
	Velocidade	0	LINHAGEM/SEXO	Cobb/Fêmea	Peito Rasgado	13			587	2935	4,89

APÊNDICE B - Descrição da escala de notas para penas na asa, pele do peito rasgada e penas na sambiquira com fotos

Resposta	Nota	Descrição	Foto
P e n a s n a a s a	0	muitas penas	
	1	razoável quantidade de penas	
	2	poucas penas	
	5	sem penas	

Resposta	Nota	Descrição	Foto
P e i t o r a s g a d o	0	presença de rasgos no peito	
	5	ausência de rasgos no peito	

Resposta	Nota	Descrição	Foto
P e n a s n a s a m b i q u i r a	0	muitas penas	
	1	razoável quantidade de penas	
	2	poucas penas	
	5	sem penas	