

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ
ESCOLA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL**

TATIANE SCHIAVON DE SIQUEIRA

**PARÂMETROS DE ATORDOAMENTO ELÉTRICO SOBRE O BEM-ESTAR
ANIMAL E A QUALIDADE DA CARNE DE FRANGOS DE CORTE**
(Parameters of electrical on the welfare and the quality of broiler meat)

SÃO JOSÉ DOS PINHAIS

2014

TATIANE SCHIAVON DE SIQUEIRA

**PARÂMETROS DE ATORDOAMENTO ELÉTRICO SOBRE O BEM-ESTAR
ANIMAL E A QUALIDADE DA CARNE DE FRANGOS DE CORTE**
(Parameters of electrical on the welfare and the quality of broiler meat)

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, área de concentração Saúde, Tecnologia e Produção Animal, da Escola de Ciências Agrárias e Medicina Veterinária da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Renata Ernlund Freitas de Macedo.

Colaboradores: Prof. MSc. Paulo Tadeu Figueira, Prof^a. MSc. Rita Maria Mangrich Rocha

SÃO JOSÉ DOS PINHAIS

2014

TERMO DE APROVAÇÃO
(Responsabilidade da Secretaria do PPGCA)

(Entregue pela secretaria)

SUMÁRIO

	Página
DEDICATÓRIA.....	v
AGRADECIMENTOS	vi
FORMATO DA DISSERTAÇÃO	vii
RESUMO GERAL	viii
ABSTRACT.....	ix
LISTA DE ABREVIATURAS.....	x
LISTA DE TABELAS	xi
LISTA DE FIGURAS.....	xii
CAPÍTULO 1	1
1 INTRODUÇÃO	1
CAPÍTULO 2	3
2 REVISÃO DA LITERATURA	3
2.1 PRODUÇÃO DE FRANGOS DE CORTE.....	3
2.2 CONCEITOS DE BEM-ESTAR ANIMAL.....	4
2.3 ESTRESSE E BEM-ESTAR EM FRANGOS DE CORTE.....	6
2.4 MÉTODOS DE INSENSIBILIZAÇÃO DE FRANGOS DE CORTE	9
2.5 PARÂMETROS PARA AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DA INSENSIBILIZAÇÃO EM FRANGOS DE CORTE	12
2.6 PARÂMETROS DE QUALIDADE DA CARNE DE FRANGO	14
2.7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	16
CAPÍTULO 3	17
PARÂMETROS DO ATORDOAMENTO ELÉTRICO SOBRE O BEM-ESTAR ANIMAL E A QUALIDADE DA CARNE DE FRANGOS DE CORTE	17
Resumo	17
Abstract.....	18
3.1 INTRODUÇÃO	19
3.2 MATERIAIS E MÉTODOS.....	20
3.2.1 Material biológico	21
3.2.2 Avaliação de parâmetros visuais de eficiência de eletronarcose	22
3.2.3 Análise de parâmetros sanguíneos	23

3.2.4 Avaliação de traumas e lesões nas carcaças	24
3.2.5 Avaliação de parâmetros físico-químicos da qualidade da carne	24
3.2.5.1 Determinação do rendimento do peito	25
3.2.5.2 Determinação da perda de peso por descongelamento	25
3.2.5.3 Determinação de pH	25
3.2.5.4 Determinação instrumental da cor	26
3.2.5.5 Determinação da capacidade de retenção de água	26
3.2.5.6 Determinação da capacidade de absorção de água	26
3.2.5.7 Determinação da perda de peso por cozimento	27
3.2.5.8 Determinação da força de cisalhamento	27
3.2.5.9 Determinação de Carne PSE	27
3.2.6 Análise estatística	28
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
3.3.1 Avaliação de parâmetros visuais de eficiência e de lesões nas carcaças decorrentes da eletronarcose	28
3.3.2 Efeito da eletronarcose sobre parâmetros sanguíneos	32
3.3.3 Avaliações dos parâmetros físico-químicos de qualidade da carne	38
3.4 CONCLUSÃO	45
4.0 CAPÍTULO 4	46
REFERÊNCIAS	47
APÊNDICES E ANEXO	56

Dedico este trabalho a minha família e todos
que participaram comigo nesta jornada.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus por dar-me a vida e por estar perto de mim nos momentos mais difíceis, fazendo com que eu tivesse força e coragem para enfrentar as dificuldades e tomar decisões, além de colocar em meu caminho oportunidades que eu jamais imaginava que pudesse ocorrer.

Agradeço a minha família, principalmente meu pai Izaltino, minha mãe Cleuza e minha avó Alzira, pelo apoio, dedicação, paciência e carinho nessa longa jornada que passei até conseguir realizar esse sonho.

Aos meus amigos, que estiveram ao meu lado e com os quais sempre pude contar nos momentos mais difíceis.

Aos mestres, pela paciência, colaboração, dedicação e, principalmente pelos conselhos e ensinamentos passados, sendo para mim, exemplos a serem seguidos.

Aos professores Paulo Tadeu Figueira, Renata Ernlund Freitas de Macedo e Rita Maria Mangrich Rocha pelo tempo e apoio dedicado, para elaboração deste trabalho.

A Pontifícia Universidade Católica do Paraná, *Campus* São José dos Pinhais pela oportunidade de estudo e colaboração nessa jornada.

A empresa Kaefer Agroindustrial, pelo apoio na execução desse projeto, principalmente ao gerente geral João Batista Rangel, pela paciência nas minhas jornadas de estudo; aos colaboradores Bruno Zanchettin, Eduardo, Ana Paula Silva e Maurício de Almeida que me auxiliaram nas coletas realizadas no frigorífico.

Agradeço também a todas as pessoas que me auxiliaram nas análises do projeto Joice (Mercolab), Bruna, Geisa, Luciane, Manuela, Rafael. Além desses, aos funcionários do TECPAR (Ricardo) e a professora Alda da UFPR.

Enfim, agradeço a todas as pessoas, que de uma forma ou de outra fazem parte da minha vida.

FORMATO DA DISSERTAÇÃO

A presente dissertação é composta por capítulos. O capítulo 1 apresenta uma introdução geral e os objetivos de estudo desta dissertação. O capítulo 2 trata-se de revisão de literatura. O capítulo 3 será o artigo para posterior publicação em periódico científico. O capítulo 4 finaliza esta dissertação com conclusões gerais deste trabalho e com sugestões para estudos futuros. As referências de todos os capítulos se encontram em lista única ao final da dissertação.

RESUMO GERAL

A ascensão nas exportações brasileiras de carne de frango trouxe exigências relacionadas a vários aspectos da cadeia produtiva, principalmente ao bem-estar animal. O mercado consumidor tem preferido os fornecedores que garantam o bem-estar animal desde a criação até o abate dos animais. Este estudo teve como objetivo avaliar diferentes condições elétricas para o atordoamento de frangos e verificar sua influência no estresse dos animais, na qualidade da carne e comparar diferentes combinações de frequência e tipo de corrente elétrica para o atordoamento de frangos de corte. Foram avaliados 200 frangos da linhagem *Cobb*, lote misto, com idade aproximada de 48 dias e peso médio vivo entre 2,900 kg a 3,000 kg divididos em 4 tratamentos com variação na frequência e no tipo de corrente elétrica para a eletronarcose (Tratamento 1: 70 Volts/ frequência de 650Hz/ Pulso 50%/ Corrente Alternada; Tratamento 2: 70 Volts/ frequência de 650Hz/ Pulso 50%/ Corrente Contínua; Tratamento 3: 70 Volts/ frequência de 300Hz/ Pulso 50%/ Corrente Alternada; Tratamento 4: 70 Volts/ frequência de 300Hz/ Pulso 50%/ Corrente Contínua). A eficiência da eletronarcose e o estresse no atordoamento foram verificados pela avaliação visual de indicadores de adequada insensibilização, presença de traumas e lesões, determinação plasmática de glicose e lactato, determinação sérica de creatina quinase e íons (sódio, potássio) e perda de peso após a sangria. A qualidade da carne foi avaliada em filés de peito, pela determinação do rendimento de peito, pH, capacidade de retenção e absorção de água, perda de peso por descongelamento e cozimento e força de cisalhamento. A determinação de cor da carne foi realizada utilizando-se as coordenadas L^* , a^* , b^* , C^* e h . Os dados não paramétricos foram analisados pelo teste de Qui-quadrado ($P < 0,05$) e os dados paramétricos foram submetidos a delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2^2 e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). Para os sinais de eficiência de insensibilização, a frequência de 300 Hz combinada à corrente contínua mostrou os melhores resultados. A ocorrência de lesões foi menor na frequência de 300 Hz, porém em corrente alternada. O tipo de corrente ou a frequência elétrica utilizada não influenciaram os teores de lactato no sangue das aves ($P > 0,05$). Contudo, a frequência de 650 Hz, independentemente do tipo de corrente, promoveu menores teores sanguíneos de glicose (201,78 mg/dL) e creatina quinase (7.059,92 U/L). Os níveis séricos de potássio (4,56 mg/dL) e sódio (134,32 mg/dL) foram menores em 300 Hz, porém apresentaram valores semelhantes aos de homeostase em todos os tratamentos. Para os parâmetros de qualidade da carne não foi verificada interação entre o tipo de corrente elétrica e frequência ($P > 0,05$), com exceção da luminosidade, para a qual a combinação de corrente alternada e frequência de 650 Hz promoveu menores valores (58,17). Para a ocorrência de PSE nos filés de peito não houve diferença significativa entre o tipo de corrente elétrica ou frequência utilizados. Em conclusão, para os parâmetros de boa insensibilização, a frequência de 300 Hz combinada à corrente contínua mostrou-se mais eficiente para promover a perda de consciência na eletronarcose de frangos de corte. No que se refere às lesões e traumas na carcaça, a baixa frequência elétrica, 300 Hz, porém, associada à corrente alternada promove menor ocorrência. Para os parâmetros sanguíneos e para a qualidade da carne, a corrente elétrica mostra menor influência do que a frequência elétrica, sendo que a maior frequência, de 650 Hz, promove melhores resultados.

Palavras-chave: Eletronarcose. Lactato. Creatina quinase. Estresse pré-abate.

ABSTRACT

The rise in Brazilian exports of chicken meat brought demands related to various aspects of the production chain, especially to animal welfare. The consumer market has preferred suppliers to ensure the animal welfare from creation to the slaughter of animals. This study aimed to evaluate different electrical conditions for stunning chickens and check its influence on the stress of the animals, meat quality and compare different combinations of frequency and type of electrical current for stunning of broilers. We evaluated 200 chickens from Cobb, mixed batch, aged approximately 48 days and average live weight of 2.900 kg to 3.000 kg divided into 4 treatments with variation in the frequency and type of electrical current to the electro (Treatment 1: 70 Volts / frequency of 650Hz / Pulse 50% / Alternating Current; Treatment 2: 70 Volts / frequency of 650Hz / Pulse 50% / Direct Current; Treatment 3: 70 Volts / frequency of 300Hz / Pulse 50% / Alternating Current; Treatment 4: 70 volts / frequency of 300Hz / Pulse 50% / Direct Current). The efficiency of electro-stunning and stress were observed by visual evaluation of desensitization indicators, presence of traumas and injuries, determination of plasmatic glucose and lactate, serum creatine kinase and ions (sodium, potassium) and weight loss after bleeding. The meat quality was evaluated in breast fillets, by the determination of breast meat yield, pH, water holding capacity and water absorption, thawing loss, cooking loss and shear force. The determination of instrumental color was carried out using the coordinates L^* , a^* , b^* , C^* and h . Non-parametric data were analyzed by chi-square test ($P < 0.05$) and the parametric data were submitted to a completely randomized design in a factorial 22 and means compared by Tukey test ($P < 0.05$). For the efficiency of stunning, the frequency of 300 Hz combined with DC showed the best results. The occurrence of lesions was lower in the frequency of 300 Hz, but in alternating current. The type of current or electrical frequency used did not influence the lactate levels ($P > 0.05$). However, the frequency of 650 Hz, regardless of the type of current, promoted lower blood levels of glucose (201.78 mg / dL) and creatine kinase (7059.92 U / L). Serum potassium levels (4.56 mg / dL) and sodium (134.32 mg / dL) were lower at 300 Hz, but showed values in the range of homeostasis in all treatments. For meat quality parameters there was not interaction between the type of electrical power and frequency ($P > 0.05$), except for L^* to which the combination of alternating current and frequency of 650 Hz and promoted lower values. For the occurrence of PSE in breast fillets there was no significant difference between the type of electric current and frequency used. In conclusion, frequency of 300 Hz combined with DC promotes better unconsciousness in broiler eletronarcosis. The same frequency, but combined with AC, showed lower occurrence of injuries in broiler carcasses. For blood and meat quality parameters, the electrical frequency shows higher influence than the electrical current. For these parameters, the frequency of 650 Hz promotes better results.

Keywords: Electronarcosis. Lactate. Creatine kinase. Pre-slaughter stress.

LISTA DE ABREVIATURAS

Hz	Hertz
V	Volts
CK	Creatina Quinase
Kg	Quilograma
g	Grama
°C	Grau Célsius
cm	Centímetro
mA	Miliampères
mm	Milímetro
ml	Mililitro
µL	Microlitro
rpm	Rotação por minuto
CC	Corrente Contínua Pulsante
CA	Corrente Alternada
pH	Potencial hidrogênioônico
CE	Comunidade Européia
IN	Instrução Normativa
DFD	Dark, Firm, Dry
PSE	Pale, Soft, Exudativa
SIF	Serviço de Inspeção Federal
FAWC	Farm Animal Welfare Council
MAPA	Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento
Secex	Secretaria de Comércio Exterior
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
UBA	União Brasileira de Avicultura
UF	Unidade da Federação
OIE	World Organisation for Animal Health
ASTM	American Society for Testing and Material
CAS	Corrente Alternada Senoidal

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Exportações de carne de frango <i>in natura</i> por UF nos primeiros trimestres de 2013 e 2014.	4
Tabela 2. Efeito do tipo de corrente elétrica e frequência sobre os valores plasmáticos de glicose, lactato e valores séricos de sódio (Na), potássio (K), creatina quinase (CK) e na perda de peso (%) durante a sangria em frangos de corte submetidos à eletronarcode.	33
Tabela 3. Efeito do tipo de corrente elétrica e frequência sobre os valores de rendimento de peito (RP), pH, perda de peso por descongelamento (PPD), perda de peso por cozimento (PPC), capacidade de retenção de água (CRA), capacidade de absorção de água (CAA) e força de cisalhamento (FC).	39
Tabela 4. Efeito do tipo de corrente elétrica e frequência sobre os valores de L*, a*, b*, C* e h.	42

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ranking anual e evolução de abate de frango por UF.	3
Figura 2. Tipos de onda elétrica.	11
Figura 3. Variação da cor e luminosidade (L^*) da carne de frango de acordo com seu pH final.	15
Figura 4. Ocorrência (%) de sinais de eficiência da eletronarcode nas diferentes condições de frequência (650 Hz e 300 Hz) e tipo de corrente elétrica. Corrente Alternada (CA) e Corrente Contínua (CC). RO = reflexo ocular, BA = bater de asas, RR = respiração rítmica.	29
Figura 5. Ocorrência (%) e localização das lesões ocasionadas pela insensibilização de acordo com a frequência (650 Hz e 300 Hz) e o tipo de corrente elétrica utilizados. CA = Corrente alternada, CC = Corrente contínua.	30
Figura 6. Variação nos teores séricos de lactato (mg/dL) em frangos de corte submetidos a insensibilização por eletronarcode em correntes alternada (CA) e contínua (CC) com frequências de corrente elétrica de 300 Hz e 650 Hz.	34
Figura 7. Variação nos teores séricos de sódio (mg/dL) em frangos de corte submetidos a insensibilização por eletronarcode em correntes alternada (CA) e contínua (CC) com frequências de corrente elétrica de 300 Hz e 650 Hz.	36
Figura 8. Variação nos valores de L^* em frangos de corte submetidos a insensibilização por eletronarcode em correntes alternada (CA) e contínua (CC) com frequências de corrente elétrica de 300 Hz e 650 Hz.	42
Figura 9. Percentual de filés de peito de frango com características de carne PSE nas frequências de 300 e 650 Hz e nas correntes alternada (Ca) e contínua (CC).	44

CAPITULO 1

1 INTRODUÇÃO

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2014), no 1º trimestre de 2014 foram abatidas um bilhão e trezentas e noventa e três cabeças de frangos, estabelecendo um novo patamar recorde na série histórica.

O Estado do Paraná registrou aumento de 8,2% no volume de abate de frangos no 1º trimestre de 2014 em relação ao mesmo trimestre do ano anterior. Além disso, o Paraná permanece na primeira posição na produção de frangos de corte no *ranking* brasileiro, liderando as exportações de frangos para o mercado externo no 1º trimestre de 2014, sendo seguido de Santa Catarina e Rio Grande do Sul (IBGE, 2014).

A ascensão nas exportações brasileiras de carne de frango trouxe exigências relacionadas a vários aspectos da produção de frangos. Nesse âmbito, as empresas devem contemplar cinco pontos principais no processo de produção de frango: a qualidade e a inocuidade do produto, o volume de produção, a rastreabilidade e o bem-estar animal (UBA, 2008).

Além dos aspectos éticos, a adoção do bem-estar na produção de animais destinados à alimentação humana é obrigatória para a manutenção ou a entrada das empresas produtoras de frango em vários países, e está regulamentada tanto internamente, pela Instrução Normativa nº 3 do Mini stério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), que estabelece, padroniza e moderniza os métodos humanitários de insensibilização dos animais de açougue para o abate, quanto em países importadores da carne de frango brasileira como os da União Europeia, pela Diretiva 98/58/CE, relativa à proteção dos animais nas explorações pecuárias e do Regulamento (CE) N° 1099/2009, relativo à proteção dos animais no momento da occisão. Nesse sentido, as empresas exportadoras devem cumprir as exigências relacionadas ao bem-estar animal, e dessa forma, evitar a aplicação de barreiras comerciais para a exportação da carne e derivados de frango (EU, 1998; BRASIL, 2000; EU, 2009).

O bem-estar animal também tem influência na qualidade da carne. Durante as etapas de produção de frangos, diversos fatores podem interferir nas características físico-químicas e sensoriais da carne, além de afetar o rendimento das carcaças. As

35 práticas de manejo na criação dos frangos tais como apanha, transporte ao
36 frigorífico, pendura e atordoamento são de extrema importância para a qualidade da
37 carne (Ludtke et al., 2010).

38 O atordoamento dos frangos é uma das etapas do pré-abate onde o bem-
39 estar animal é prioridade tanto para proporcionar a adequada insensibilização
40 quanto para garantir a qualidade da carne. Nessa fase, ocorre a despolarização dos
41 neurônios levando a ave a um estado de inconsciência, que deve perdurar até o
42 momento final da sangria, sem causar sofrimento ao animal. No Brasil, o método de
43 insensibilização mais utilizado é a eletronarcorese que consiste em cubas de imersão
44 com água eletrificada, onde as aves ficam suspensas de ponta-cabeça nos ganchos
45 da linha de pendura.

46 Diante da importância do bem-estar animal nas etapas de pré-abate de
47 frangos de corte, este trabalho buscou avaliar diferentes condições para o
48 atordoamento elétrico de frangos de corte e verificar sua influência no estresse dos
49 animais e na qualidade da carne.

50 **CAPÍTULO 2**

51

52 **2 REVISÃO DE LITERATURA**

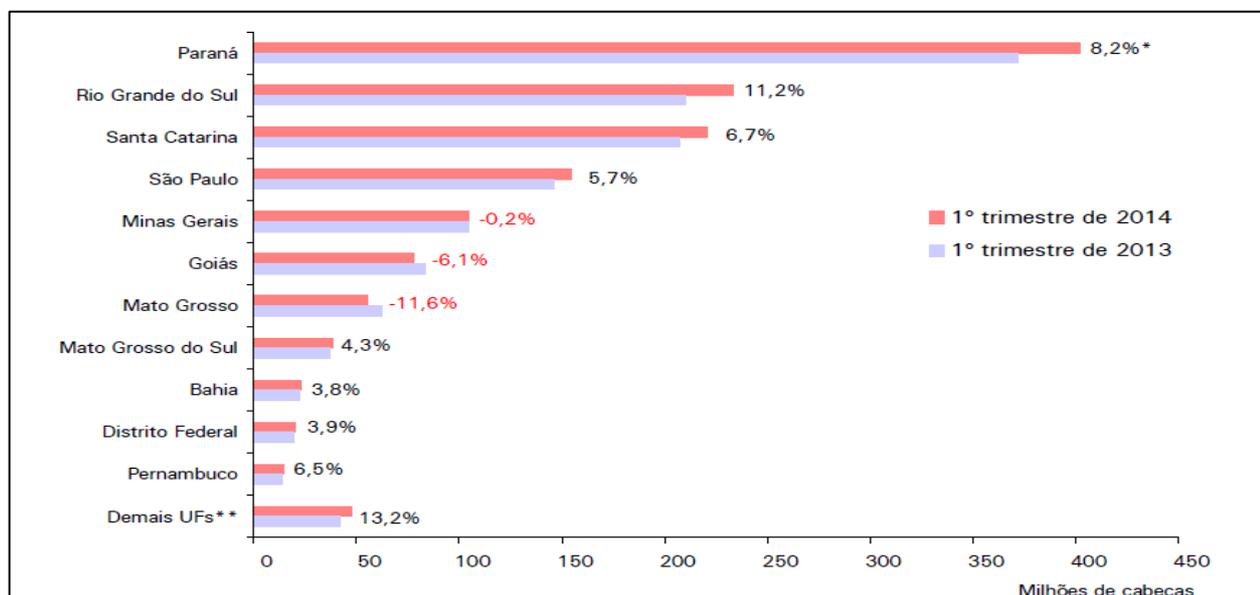
53

54 **2.1 PRODUÇÃO DE FRANGOS DE CORTE**

55

56 O Estado do Paraná permanece como principal estado no *ranking* brasileiro
57 registrando um aumento de 8,2%, no primeiro trimestre de 2014, no volume de abate
58 (Figura 1). Já o Sudeste foi a segunda região brasileira em importância no volume
59 abatido e teve sua participação reduzida de 20,3% para 19,9%.

60



61 Figura 1: Ranking anual e evolução de abate de frangos por UF nos primeiros trimestres de 2013 e
62 2014.

63 Fonte: IBGE (2014).

64

65 Segundo dados da Secretaria de Comércio Exterior (Secex), a exportação da
66 carne de frango no 1º trimestre de 2014 apresentou uma queda no volume
67 embarcado e no faturamento em relação ao trimestre anterior. Entre os países
68 importadores da carne de frango brasileira estão Arábia Saudita (20,0%), Japão
69 (14,2%), Hong-Kong (7,5%), China (7,5%), Emirados Árabes (7,4%) e Venezuela
70 (4,6%). No entanto, somente os Emirados Árabes negociou maior volume de carne
71 de frango com os frigoríficos brasileiros em comparação com o trimestre anterior. O
72 Paraná foi o estado brasileiro que liderou as exportações de frangos no 1º trimestre

73 de 2014, sendo seguido de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, completando a lista
 74 dos três primeiros do *ranking* dos estados exportadores, conforme a Tabela 1. Os
 75 três estados juntos somaram 71,7% das exportações brasileiras. Em comparação
 76 com o 1º trimestre de 2013, o Paraná registrou variação positiva de 13,0% e teve a
 77 maior variação positiva de volume exportado em números absolutos.

78

79 Tabela 1: Exportações de carne de frango *in natura* por UF nos primeiros trimestre
 80 de 2013 e 2014

Unidades da Federação	1º trimestre de 2013 (Kg)	1º trimestre de 2014	Variação anual (%)
Paraná	236 378 872	267 182 282	13
Santa Catarina	173 480 988	184 274 393	6,2
Rio Grande do Sul	154 562 156	140 875 175	-8,9
São Paulo	52 722 045	56 438 967	7,1
Minas Gerais	44 400 720	43 331 242	-2,4
Goiás	53 952 849	43 138 540	-20,0
Mato Grosso do Sul	27 137 883	37 500 059	38,2
Mato Grosso	55 239 415	32 773 137	-40,7
Distrito Federal	20 212 964	19 338 159	-4,3
Bahia	1 113 344	797 484	-28,4
Pernambuco	374 200	275 013	-26,5
Espírito Santo	135 000	212 070	57,1
Rondônia	297 360	175 062	-41,1

81 Fonte: IBGE (2014).

82 2.2 CONCEITOS DE BEM-ESTAR ANIMAL

83

84 A cadeia de produção de frangos de corte busca constantemente reduzir
 85 custos e aumentar a qualidade e o valor dos produtos. Para isso, é necessário
 86 conhecer e atender as demandas do consumidor. A promoção do bem-estar animal
 87 vem ganhando cada vez mais importância como uma exigência dos consumidores,
 88 principalmente nos países mais desenvolvidos (Kepczynski et al., 2010).

89 Os primeiros princípios sobre bem-estar animal começaram a ser estudados
90 por um comitê formado por pesquisadores e profissionais relacionados à área
91 agropecuária em 1965 no Reino Unido, denominado de Comitê Brambell. Este
92 comitê embasava-se em estudo sobre conceitos e definições sobre o bem-estar
93 animal, já que a população questionava os maus tratos dados aos animais criados
94 em sistema intensivo denunciados no livro *Animal Machines* da jornalista inglesa
95 Ruth Harisson em 1964 (Ludtke et al., 2010).

96 O termo bem-estar animal designa, de maneira geral, os numerosos
97 elementos que contribuem para a qualidade de vida do mesmo, incluindo os que
98 constituem as "cinco liberdades" definidas pela FAWC (*Farm Animal Welfare*
99 *Council*) (UBA, 2008), baseados nos seguintes princípios:

- 100 • Livres de sede e fome;
- 101 • Livres de desconforto;
- 102 • Livres da dor, doenças e injúria;
- 103 • Liberdade para expressar seus comportamentos normais;
- 104 • Livres de medo e de distresse (UBA, 2008).

105 Logo, para atender todos esses princípios, boas práticas de manejo devem
106 ser iniciadas desde o alojamento dos animais na granja até o momento do abate a
107 fim de se evitar o sofrimento e o estresse dos animais (BRASIL, 2009).

108 Na granja, uma das etapas mais críticas é a apanha das aves, sendo que
109 essa deve ser realizada por uma equipe treinada a fim de serem evitados maus
110 tratos e brutalidade com os animais. O método de apanha mais recomendado é pelo
111 dorso, com no máximo duas aves por vez, já que o risco de traumas é menor,
112 contribuindo para melhor qualidade do produto final (Schilling et al., 2008; UBA,
113 2008; Naas, 2011).

114 Ainda durante o processo de apanha, as aves que apresentam problemas
115 sanitários, fraturas ou lesões que comprometam o seu bem-estar não devem ser
116 transportadas, preconizam-se, nestes casos, o sacrifício pelo deslocamento cervical,
117 sendo realizado por um funcionário treinado para este abate emergencial (Ludtke et
118 al., 2010). Segundo o Artigo 232 do Capítulo III do RIISPOA (Regulamento da
119 Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal) animais caquéticos
120 devem ser rejeitados independentemente das causas (BRASIL, 1952).

121 O transporte deve ser realizado por motorista treinado quanto aos
122 procedimentos de bem-estar animal, e os veículos devem estar em boas condições

123 de higiene e manutenção e possuir proteção superior (como grades e sombrites)
124 (UBA, 2008). Ao chegar no frigorífico, os caminhões devem se dirigir para o galpão
125 de espera, provido de ventiladores, aspersores e termo-higrômetros e permanecer
126 neste por no mínimo 30 minutos e no máximo 3 horas. Após esse período, os
127 caminhões devem se dirigir até a plataforma de recepção onde é realizada a
128 descarga das aves. Nesta etapa deve-se evitar o bater de caixas para que não
129 ocorram agitação e lesões nas aves (UBA, 2008).

130 A etapa de pendura deve consistir em uma equipe treinada e conscientizada
131 para o correto modo de pendura das aves pelas pernas e apoio no dorso a fim de
132 evitar o debatimento dessas aves e lesões na carcaça. Deve existir um parapeito
133 que ofereça apoio e segurança para as aves evitando lesões até a cuba de
134 insensibilização. A luminosidade do setor de pendura deve ser de 15 lux, para
135 acalmar as aves e evitar o batimento das asas, reduzindo assim o estresse e
136 possíveis lesões (UBA, 2008).

137 Ludtke et al. (2010) relatam que baixa intensidade de iluminação tem efeito
138 calmante e reduzem a frequência de batimento de asas das aves. Segundo
139 Carvalho et al. (2014), o uso da luz azul ambiental no momento da pendura das aves
140 mostrou ser efetivo na diminuição do estresse *ante-mortem* e diminuiu em 15% a
141 incidência de filés de peito de frango do tipo PSE (*pale, soft, exudative* – pálida,
142 mole e exsudativa). O mesmos autores relatam ainda que a presença de luz branca
143 aumentou a ocorrência de filés PSE. Assim, visando o bem-estar e a facilidade de
144 manejo desses animais, alguns frigoríficos vêm utilizando a luz azul no momento da
145 pendura das aves. Assim, pode-se afirmar que a ausência de uma fonte de luz
146 equilibrada e tênue na pendura pode ser considerada como um fator de importância
147 para a qualidade final da carne de frangos de corte.

148

149 2.3 ESTRESSE E BEM-ESTAR EM FRANGOS DE CORTE

150

151 Segundo a Instrução Normativa nº 3 do MAPA, os procedimentos de bem-
152 estar animal consistem em um conjunto de diretrizes técnicas e científicas que
153 garantam o bem-estar dos animais desde a recepção até a operação de sangria. A
154 imersão de aves em cubas eletrificadas deve ser realizada com tensão suficiente
155 para produzir uma intensidade de corrente eficaz para garantir a insensibilização das

156 aves; assim medidas apropriadas devem ser tomadas a fim de assegurar a
157 passagem satisfatória da corrente elétrica pelo corpo do animal que é obtida pelo
158 umedecimento das patas das aves e dos ganchos de suspensão. A operação de
159 sangria deve ser realizada logo após a insensibilização do animal, de modo a
160 provocar um rápido, profuso e mais completo possível escoamento do sangue, antes
161 que o animal recupere a sensibilidade (BRASIL, 2000).

162 A maioria dos experimentos mostra que o estresse pré-abate pode ser
163 medido na carcaça dos animais *post-mortem*, os pesquisadores que vem utilizando
164 da mensuração em carcaça de animais, verificam bioquimicamente a influência do
165 estresse provocado nas etapas envolvidas antes do abate e posteriormente o bem-
166 estar animal e qualidade do produto final, utilizando a metodologia de classificação
167 de carnes PSE (Soares et al., 2003).

168 O nível de estresse dos animais é indicativo do bem-estar animal nas etapas
169 que antecedem o abate e pode ser avaliado pelos parâmetros sanguíneos como a
170 medida dos valores de creatina quinase (CK), minerais, glicose, cortisol e ácido
171 láctico, assim como a avaliação do hemograma com determinação de hematócrito,
172 hemoglobina, hemácias, leucócitos, heterófilos, proteína plasmática total, eosinófilos,
173 monócitos e linfócitos (Thrall, 2006; Reece, 2008).

174 O sistema sanguíneo é sensível às mudanças de temperatura e se constitui
175 em um importante indicador das respostas fisiológicas da ave a agentes estressores.
176 Alterações quantitativas e morfológicas nas células sanguíneas podem ser
177 associadas ao estresse calórico, sendo este um dos fatores que podem ocasionar
178 variações nos valores do hematócrito, número de leucócitos circulantes, conteúdo de
179 eritrócitos e teor de hemoglobina no eritrócito (Borges et al., 2003).

180 O estresse calórico proporciona um aumento na concentração de glicose em
181 resposta direta à maior secreção de adrenalina, noradrenalina e glicocorticóides
182 para a manutenção térmica.

183 Assim como a adrenalina, o cortisol também é considerado um marcador de
184 estresse. O cortisol é um glicocorticóide produzido pelo córtex adrenal que tem como
185 função estimular a quebra de proteínas, gorduras e metabolizar a glicose no fígado
186 para obtenção de energia. Sua secreção é controlada pelo hormônio
187 adrenocorticotrópico (ACTH) através de um sistema de *feedback* negativo, no qual
188 os glicocorticóides inibem a liberação do hormônio corticotropina pelo hipotálamo,

189 que por sua vez resulta em uma menor secreção de ACTH pela pituitária (Thrall,
190 2006).

191 Segundo Furlan et al. (2005), respostas adaptativas hormonais frente ao
192 estresse desencadeiam ativação do eixo hipotálamo-pituitária-adrenal que estimula
193 a síntese e liberação de glicocorticóides (cortisol) pelo cortex da adrenal que em
194 conjunto com as catecolaminas da medula da adrenal produzem lipólise,
195 glicogenólise e catabolismo de proteínas. Logo, catecolaminas e corticosteróides
196 mobilizam a produção e distribuição de substratos energéticos durante o estresse,
197 assim como induzem alterações em várias funções do organismo dando suporte
198 necessário para restabelecer o equilíbrio (homeostase). Em curto prazo as
199 alterações nas concentrações de cortisol devem ser medidas e o intervalo de coleta
200 consiste de amostras antes e depois de agentes críticos estressantes (Hart, 2012).

201 Na tentativa de manter a homeostase, o estresse é positivo e tem valor
202 adaptativo. O estresse crônico, entretanto, leva a outra reação, conhecida como
203 “desistência aprendida”. O animal “aprende” que sua reação ao meio desfavorável
204 não resulta em adaptação e, portanto, deixaria de reagir. Essa condição tem
205 inúmeras consequências para o organismo animal, como maior fragilidade do
206 sistema imunológico aumentando a susceptibilidade a doenças, redução da
207 produtividade em alguns casos e ocorrência de comportamentos anômalos (Ludtke
208 et. al, 2006).

209 Em situações de estresse intenso pode ocorrer uma exaustão muscular
210 levando a formação de grandes quantidades de ácido láctico, resultante da
211 degradação intensa do glicogênio muscular, o qual poderá ser liberado na corrente
212 circulatória. Assim, ocorre a liberação de catecolaminas como resultado do medo ou
213 excitação podendo causar uma rápida glicogenólise (Ludtke et al., 2006).

214 A transformação metabólica de glicogênio em ácido láctico ocorre muito
215 rapidamente alcançando pH final ainda antes do resfriamento da carcaça, a carne se
216 torna pálida. Isto ocorre devido à degradação e desnaturação proteica muito mais
217 intensa que o normal e que, posteriormente, causará a redução na capacidade de
218 retenção de água da carne. A capacidade de retenção de água é um dos índices
219 mais importantes para averiguar a qualidade de cozimento de produtos cárneos,
220 uma vez que têm relação direta com a maciez (Vieira, 2014).

221 De maneira geral, os sistemas de avaliação de qualidade de carcaça ou carne
222 mais comuns são baseados em atributos estéticos, ou seja, visuais. Entre estes, os

223 mais importantes são a conformação, presença de hemorragias e/ou machucaduras,
224 rompimento da pele, ossos quebrados, e falta de partes. Entretanto, também são
225 bastante importantes as características consideradas após o preparo da carne,
226 como textura e capacidade de retenção de água (Vieira, 2014).

227 Alterações fisiológicas provenientes do estresse têm um forte impacto
228 econômico no rendimento de carcaça, na qualidade da carne e no interesse do
229 mercado consumidor em adquirir produtos cárneos de animais cujo bem-estar em
230 toda cadeia produtiva foi garantido. Assim, é necessária a adoção das boas práticas
231 de manejo pré-abate que garantam a manutenção deste segmento de mercado
232 diferenciado (Kato et al., 2013).

233

234 2.4 MÉTODOS DE INSENSIBILIZAÇÃO DE FRANGOS DE CORTE

235

236 O abate de animais de açougue só é permitido por métodos humanitários,
237 utilizando-se de prévia insensibilização baseada em princípios científicos, seguidos
238 de imediata sangria (BRASIL, 1952). Segundo Gomide et al. (2006) a
239 insensibilização consiste na completa e instantânea inconsciência do animal,
240 fazendo com que ele possa ser abatido sem sofrer dor e angústia, reduzindo a
241 resposta ao estresse no momento do abate.

242 O método de insensibilização elétrico mais utilizado no Brasil é a
243 eletronarcose em cuba de imersão, no qual as aves, após penduradas pelas pernas,
244 têm suas cabeças imersas em cuba com água eletrificada. Assim, a corrente elétrica
245 passa da cuba para as aves, dissipando-se para os ganchos de pendura e fazendo
246 com que as aves tenham perda imediata da consciência e irresponsividade aos
247 estímulos externos (Vieira, 2009a; Ludtke et al., 2010).

248 O atordoamento elétrico é amplamente utilizado antes do abate de bovinos,
249 ovinos, caprinos, perus, frangos, suínos, e avestruzes. Zivotofsky et al. (2012)
250 demonstraram que, quando realizado com êxito, os efeitos do atordoamento elétrico
251 minimizam o tempo necessário para a perda permanente da função cerebral. Uma
252 explicação para a eficácia do atordoamento elétrico é que ele induz a um estado
253 epilético e convulsão. Com base em relatórios eletrofisiológicos humanos, durante
254 essas crises, o indivíduo não experimenta dor ou qualquer outra sensação
255 (Zivotofsky et al., 2012).

256 De acordo com as normas da OIE, para se alcançar o nível correto de
257 atordoamento elétrico é necessária a exposição à corrente pelo tempo de 1 a 3
258 segundos, de acordo com cada equipamento utilizado. Segundo Zivotofsky et al.
259 (2012) atualmente aplica-se a corrente elétrica pelo tempo de 2 a 4 segundos,
260 passando pela cabeça da ave. A frequência elétrica utilizada em aves é variável,
261 entre 50-1500 Hz.

262 Depois da passagem das aves pela cuba de insensibilização, deve ocorrer a
263 avaliação dos parâmetros de bem-estar animal e, posteriormente a sangria manual
264 ou automática das aves; essa sangria deve ser feita ventralmente ao pescoço da
265 ave seccionando as duas veias jugulares e as duas artérias carótidas, a fim de
266 propiciar um adequado fluxo de sangue. O tempo de sangria deve ser de no mínimo
267 3 e no máximo 5 minutos, para garantir o máximo de expulsão do sangue (BRASIL,
268 1998; AWO, 2004).

269 O sistema elétrico, além de ser de baixo custo, quando utilizado de maneira
270 correta e com parâmetros elétricos adequados produz redução no sofrimento dos
271 animais e carne de melhor qualidade. No entanto, a sangria deve ser efetuada
272 imediatamente após a saída da cuba de insensibilização (Ludtke et al., 2010).

273 A profundidade e a duração da inconsciência dependem da intensidade de
274 corrente elétrica e da frequência utilizadas durante a imersão. Ao utilizar uma tensão
275 constante (medida em Volts), a intensidade de corrente elétrica conduzida ao
276 cérebro é inversamente proporcional à resistência elétrica (R) no percurso; conforme
277 a Lei de Ohm, onde V (Volts) = R (Ohms) x I (Ampères).

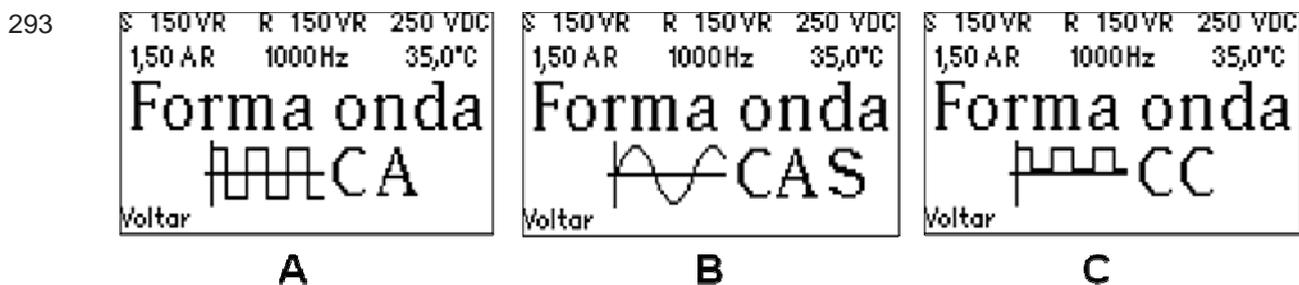
278 A corrente elétrica pode apresentar dois diferentes formatos de onda, que são
279 a corrente contínua pulsante (CC) ou a corrente alternada (CA). Na primeira, a
280 corrente passa em uma única direção, sendo gerada a partir de uma bateria que liga
281 e desliga. Já na CA ocorre mudança na direção do fluxo dos elétrons, sendo gerada
282 diretamente a partir da rede elétrica (Figura 2) (Ludtke et al., 2010).

283 Segundo Ludtke et al. (2010) a frequência, medida em hertz (Hz), indica
284 quantas vezes a onda se repete em um segundo. Para insensibilização por
285 eletronarcose utiliza-se corrente elétrica com frequência entre 400 a 1500Hz em CC
286 ou CA.

287 À medida que se aumenta a frequência, a intensidade da corrente (medida
288 em Ampères) também deve ser aumentada, pois quanto maior a frequência, menor
289 será o comprimento de onda, levando a menor tempo de inconsciência e de

290 insensibilidade à dor, causando sofrimento às aves. Assim, não se recomenda a
291 utilização de frequências acima de 800 Hz (Ludtke et al., 2010).

292



294 Figura 2: Tipos de onda elétrica sendo A = corrente alternada (CA), B = corrente alternada senoidal
295 (CAS), C = corrente contínua (CC)

296 Fonte: Manual Fluxo, 2009.

297

298 Durante a eletronarcese, a corrente elétrica caminha por vias de menor
299 resistência nas aves, como a pele, músculo esquelético (principalmente do peito) e
300 cardíaco, levando a contrações com vários níveis de intensidade, notadas por
301 espasmos e tremores. Como a tensão e a intensidade da corrente elétrica são
302 diretamente proporcionais, quanto maior a tensão, maior será o efeito sobre a
303 carcaça do animal, especialmente na contração muscular proporcionada, podendo
304 resultar em defeitos visuais como fraturas, hematomas, ingurgitamento de vasos
305 entre outros (Gregory, 2008; Vieira, 2009a). Por isso, tensões elétricas muito altas
306 não são indicadas para a eletronarcese.

307 Outros fatores também devem ser considerados para garantir a perda de
308 imediata de consciência, como o contato das pernas das aves com o gancho. Nesse
309 sentido, o animal nunca deverá ser pendurado por somente uma das pernas, pois
310 resultará em insensibilização inadequada. Os ganchos também devem estar
311 molhados para reduzir a resistência e facilitar o fluxo da corrente elétrica.

312 Para alguns autores, o atordoamento elétrico de frangos é considerado um
313 método pouco humanitário, pois comumente as aves estão penduradas em nórias e
314 de cabeça para baixo. Por isso, essa prática tem sido amplamente criticada, e há até
315 mesmo sugestões para que a pendura de aves vivas seja banida. Esse tipo de
316 insensibilização faz com que, em alguns momentos, a carne fique manchada de
317 sangue, podendo ocorrer fratura de ossos devido às contrações musculares. Assim,

318 na tentativa de minimizar esses problemas as altas frequências elétricas, até no
319 máximo 800 Hz, são muitas vezes utilizadas (Zivotofsky et al., 2012).

320 Alguns estudos sugerem a exposição à atmosfera controlada para substituir o
321 sistema elétrico, seja para atordoar ou matar frangos. De acordo com esses
322 trabalhos, a utilização de ar contendo elevados níveis de dióxido de carbono além de
323 causar a anestesia em aves, minimiza o sofrimento dos animais no momento do
324 abate mostrando bons resultados. No entanto, o dióxido de carbono é ácido e irrita
325 as membranas mucosas durante a inalação, causando uma rápida parada da
326 respiração antes da perda de consciência. Além disso, a insensibilização gasosa
327 gera um desconforto ou mesmo o sofrimento das aves, já que a variação de
328 resposta individual dos frangos expostos ao gás dificulta a padronização dos
329 parâmetros do processo (Pinto et al., 2012).

330 O tempo necessário para atordoar ou matar as aves pelo método de
331 exposição ao gás apresentou ampla variação, de 28 a 97 segundos para atordoar e
332 de 42 a 158 segundos para matar as aves. Sendo assim, na prática, a adoção do
333 método de insensibilização gasosa apresenta dificuldades de difícil solução. Além de
334 não ser um método que suprima o desconforto ou mesmo o sofrimento das aves, a
335 variação de resposta individual dos frangos expostos ao gás dificulta a padronização
336 dos parâmetros do processo. Dentro de uma mesma caixa de transporte submetida
337 à atmosfera modificada, poderia ocorrer a morte de frangos no começo do
338 procedimento, e outros que não ficariam perfeitamente insensibilizados após a
339 retirada da caixa do ambiente com CO₂ (Pinto et al., 2012).

340 Considerando que a maioria dos estabelecimentos de abate de frangos de
341 corte no Brasil utiliza equipamentos elétricos, sendo inviável comercialmente a sua
342 substituição a curto e médio prazos, uma das formas de reduzir o sofrimento dos
343 animais no pré-abate é estudar condições para a eletronarcolese eficiente das aves.

344

345 2.5 PARÂMETROS PARA AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DA INSENSIBILIZAÇÃO 346 EM FRANGOS DE CORTE

347

348 A eficiência do atordoamento elétrico de frangos também pode ser verificada
349 mediante avaliação visual de sinais indicativos de adequada insensibilização (AWO,

350 2004). Os parâmetros visuais avaliados nos frangos logo após a saída da cuba de
351 insensibilização e previamente à sangria são:

- 352 • Ausência de respiração rítmica (máximo de três movimentos dos músculos
353 abdominais),
- 354 • Ausência de reflexo ocular (pisar espontâneo),
- 355 • Ausência de vocalização,
- 356 • Ausência de bater de asas coordenado,
- 357 • Presença de pescoço arqueado,
- 358 • Presença de pernas estendidas e asas junto ao corpo.

359 Após a insensibilização, as aves apresentam duas fases bem distintas
360 denominadas de tônica e clônica; na fase tônica o animal apresenta pescoço
361 arqueado, asas junto ao corpo, tremor involuntário no corpo e nas asas, olhos
362 abertos e pernas estendidas. Na fase clônica, após a sangria, os sinais observados
363 são movimentos descoordenados das asas e das pernas.

364 Além dos parâmetros de boa insensibilização, alterações de íons também
365 podem ocorrer em situações de estresse; assim, minerais como o sódio são
366 essenciais para as aves e exercem funções importantes no metabolismo que
367 interferem diretamente no desempenho. O sódio está envolvido na regulação da
368 pressão osmótica, no equilíbrio ácido-base, na transmissão de impulsos nervosos,
369 no processo de absorção de nutrientes como carboidratos, aminoácidos, minerais e
370 vitaminas e no consumo de água, tornando-o indispensável para o crescimento das
371 aves (Freitas et al., 2013).

372 O potássio está envolvido em vários processos metabólicos, incluindo a
373 condução nervosa, excitação, contração muscular, síntese de proteínas teciduais,
374 manutenção da homeostase intracelular, reações enzimáticas, balanço osmótico e
375 equilíbrio ácido-base. Logo, mudanças na homeostase do potássio podem afetar as
376 funções celulares (Vila, 2013).

377 Segundo Moraes (2004), a creatina quinase (CK) está ligada à demanda de
378 energia em situações de esforço físico agindo nos músculos cardíacos, esqueléticos
379 e no cérebro sendo que no músculo esquelético ela produz adenosina trifosfato
380 (ATP) para a contração muscular através da fosforilação da adenosina difosfato
381 (ADP). As variações dos níveis de CK são descritas em aves e perus devido ao
382 estresse físico.

383

384 2.6 PARÂMETROS DE QUALIDADE DA CARNE DE FRANGO

385

386 A influência do bem-estar animal durante a insensibilização de frangos sobre
387 a qualidade da carne é avaliada pela determinação de parâmetros como pH,
388 umidade, capacidade de retenção de água, textura e sabor, além de defeitos visuais
389 como os arranhões, contusões, hematomas, hemorragias de asas (ingurgitamento
390 vascular) e fraturas (Vieira et al., 2009b; Grandin, 2010).

391 Segundo Venturini et al. (2007) após o abate a carne continua em processo
392 bioquímico, no qual o glicogênio muscular é transformado em ácido lático pela ação
393 de diferentes enzimas (glicólise), diminuindo o pH da carne de frango devido à essa
394 formação ácida. É nesta etapa que o músculo do peito deve apresentar pH final
395 entre 5,7 a 5,9, e o músculo da coxa entre 6,4 a 6,7.

396 Após 24 horas, se o pH da coxa estiver superior a 6,2, a carne de frango irá
397 se encontrar com grande retenção de água, o que implica em curto tempo de
398 conservação e o estabelecimento da coloração escura, caracterizando a carne DFD
399 (*dark, firm, dry* – escura, dura e seca) característico de estresse crônico. Caso o pH
400 do peito se encontre abaixo de 5,8 em menos de 4 horas, ocorrerá carne PSE
401 caracterizada pela má retenção de água além do aspecto pálido e mole, típico de
402 estresse agudo (McNeal et al., 2003; Venturini et al., 2007).

403 Outras formas de estresse no abatedouro, como o descarregamento de
404 maneira inadequada, ou um período de descanso muito curto no pré-abate, podem
405 aumentar a proporção de carne PSE (Ludtke et al., 2006).

406 A umidade da carne está relacionada à capacidade de retenção de água
407 (CRA) durante os processos de aquecimento, cortes, trituração e prensagem. Essa
408 CRA pelo tecido muscular tem um efeito direto durante o armazenamento já que
409 quanto maior a perda de umidade menor será o tempo de durabilidade do produto.
410 Além disso, essa retenção de água serve como uma determinação da qualidade da
411 carne, visto que ela está relacionada também com o aspecto da carne antes do
412 cozimento, comportamento durante a cocção e palatabilidade do produto, podendo
413 ser avaliada através da perda de peso por cozimento, perda por descongelamento e
414 força de cisalhamento (Takahashi et al., 2009; Mendes, 2011; BRASIL, 1999).

415 Outro parâmetro importante para visualizar a qualidade da carne é a
416 coloração, já que está relacionada com as fibras musculares e com os pigmentos de
417 mioglobina e hemoglobina presentes no sangue. Estas duas substâncias são

418 proteínas associadas ao ferro e têm a possibilidade de reagir com oxigênio,
419 alterando a cor da carne. Normalmente a coloração da carne de frango varia entre
420 tonalidade cinza a vermelho pálido (Figura 3) (Venturini et al., 2007; Gregory, 2008;
421 Oda et.al., 2003).

422 Segundo Komiyama et al. (2008), a cor é um dos principais atributos de
423 qualidade que leva o consumidor a decidir pela aquisição de determinado produto.
424 Na carne, a cor é uma importante propriedade que está relacionada a outras
425 propriedades funcionais, como o pH, a CRA, a capacidade emulsificante e a textura.
426 O conjunto dessas propriedades funcionais irá afetar o comportamento e
427 determinarão as características de manuseio, maciez, suculência, sabor, aspecto,
428 rendimento e custos dos produtos cárneos. Por esta razão e por ser um método
429 rápido e não destrutivo, as indústrias processadoras de carnes de aves tendem a
430 usar o parâmetro cor como indicativo da qualidade de sua matéria prima.

431 Uma ampla variedade de coloração de filés de peito de frango, dos extremos
432 de muito pálido a muito escuro, tem sido encontrada nas indústrias de carne em
433 vários países (Barbut, 1997; Fletcher, 1999a; Fletcher et al., 2000). A falta de
434 uniformidade na cor da carne de frango tem sido considerada como um aspecto
435 negativo da sua qualidade (Figura 3).

436 Em alimentos, a análise da cor é determinada por escalas de cores
437 (HunterLab, CIELAB entre outras). Este sistema compõe-se de três variáveis: L*
438 (luminosidade), a* (teor de vermelho), b* (teor de amarelo). O valor L* é o principal
439 parâmetro determinante da análise da cor em filés de aves (Komiyama et al., 2008).



440 Figura 3: Variação da cor e luminosidade (L*) da carne de frango de acordo com seu pH final.

441 Fonte: Oda et al., (2003).

442 2.7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

443

444 A busca pelo bem-estar animal tem crescido no mundo e no Brasil. O
445 mercado consumidor tem preferido os fornecedores que assegurem o bem-estar
446 animal desde a criação até o abate.

447 Dessa forma, as empresas que se adaptam a estas normas e diretrizes
448 alcançam esses novos mercados que exigem cada vez mais a segurança alimentar
449 associada ao bem-estar animal.

450 Assim, mais estudos referentes à influência do bem-estar animal associado a
451 qualidade de carne e parâmetros sanguíneos devem ser realizados a fim de
452 aprimorar as técnicas de manejo, desde o campo até o frigorífico e,
453 conseqüentemente, fazer com que esses métodos agreguem mais valor aos
454 produtos, aumentando a rentabilidade de produtores e empresas.

455

456
457
458
459
460
461
462
463
464
465
466
467
468
469
470
471
472
473
474
475
476
477
478
479
480
481
482
483
484
485
486
487
488
489
490
491
492
493
494
495
496
497
498
499
500
501

CAPÍTULO 3

PARÂMETROS DE ATORDOAMENTO ELÉTRICO SOBRE O BEM-ESTAR ANIMAL E A QUALIDADE DA CARNE DE FRANGOS DE CORTE

(Parameters of electrical on the welfare and the quality of broiler meat)

RESUMO

Este estudo teve como objetivo avaliar diferentes condições elétricas para o atordoamento de frangos e verificar sua influência sobre o estresse dos animais e na qualidade da carne. Foram avaliados 200 frangos da linhagem *Cobb*, de lote misto (machos e fêmeas), com idade aproximada de 48 dias e peso médio vivo entre 2,900 kg a 3,000 kg divididos em 4 tratamentos com variação na frequência e no tipo de corrente elétrica para a eletronarcose (Tratamento 1: 70 Volts/ frequência de 650Hz/ Pulso 50%/ Corrente Alternada; Tratamento 2: 70 Volts/ frequência de 650Hz/ Pulso 50%/ Corrente Contínua; Tratamento 3: 70 Volts/ frequência de 300Hz/ Pulso 50%/ Corrente Alternada; Tratamento 4: 70 Volts/ frequência de 300Hz/ Pulso 50%/ Corrente Contínua). A eficiência da eletronarcose e a ocorrência de estresse no atordoamento foram verificadas pela avaliação visual de indicadores de adequada insensibilização, presença de traumas e lesões, determinação plasmática de glicose e lactato, determinação sérica de creatina quinase e íons (sódio, potássio) e perda de peso após a sangria. A qualidade da carne foi avaliada em filés de peito pela determinação do rendimento, pH, capacidade de retenção e absorção de água, perda de peso pelo descongelamento, perda de peso pelo cozimento e força de cisalhamento. A determinação de cor da carne foi realizada utilizando-se as coordenadas L^* , a^* , b^* , C^* e h . Os dados não paramétricos foram analisados pelo teste de Qui-quadrado ($P < 0,05$) e os dados paramétricos foram submetidos a delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2^2 e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). Para os sinais de eficiência de insensibilização, a frequência de 300 Hz combinada à corrente contínua mostrou os melhores resultados. A ocorrência de lesões foi menor na frequência de 300 Hz, porém em corrente alternada. O tipo de corrente ou a frequência elétrica utilizada não influenciaram os teores de lactato no sangue das aves ($P > 0,05$). Contudo, a frequência de 650 Hz, independentemente do tipo de corrente, promoveu menores teores sanguíneos de glicose (201,78 mg/dL) e creatina quinase (7.059,92 U/L). Os níveis séricos de potássio (4,56 mg/dL) e sódio (134,32 mg/dL) foram menores na menor frequência elétrica, porém apresentaram valores semelhantes aos de homeostase em todos os tratamentos. Para os parâmetros de qualidade da carne não foi verificada interação entre o tipo de corrente elétrica e frequência ($P > 0,05$), com exceção da luminosidade, para a qual a combinação de corrente alternada e frequência de 650 Hz promoveu menores valores (58,17). Para a ocorrência de PSE nos filés de peito não houve diferença significativa entre o tipo de corrente elétrica ou frequência utilizados. Em conclusão, para o atendimento dos parâmetros de boa insensibilização, a frequência de 300 Hz combinada à corrente contínua mostra-se mais eficiente para promover a perda de consciência na eletronarcose de frangos de corte. No que se refere às lesões e traumas na carcaça, a baixa frequência elétrica,

502 300 Hz, porém, associada à corrente alternada promove menor ocorrência. Para os
503 parâmetros sanguíneos e para a qualidade da carne, a corrente elétrica mostra
504 menor influência do que a frequência elétrica, sendo que a maior frequência, de 650
505 Hz, promove melhores resultados.

506
507 **Palavras-chave:** Eletronarcese. Lactato. Creatina quinase. Estresse pré-abate.
508

509 **ABSTRACT**

510

511 This study aimed to evaluate different electrical conditions for stunning chickens and
512 verify its influence on animal stress and meat quality, as well as compare different
513 combinations of frequency and type of electrical current for broiler stunning. We
514 evaluated 200 broilers (*Cobb*), from mixed lot (males and females), aged
515 approximately 48 days and average live weight of 2.900 kg to 3.000 kg, divided into 4
516 treatments with variation in the frequency and the type of electrical current:
517 (Treatment 1: 70 volts/ frequency of 650Hz/ Pulse 50%/ Alternating Current (AC);
518 Treatment 2: 70 Volts/ frequency of 650Hz/ Pulse 50%/ Direct Current (DC);
519 Treatment 3: 70 Volts/ frequency of 300Hz/ Pulse 50%/ AC; Treatment 4: 70 Volts/
520 frequency 300Hz/ Pulse 50%/ DC). The efficiency of the electrical stunning and the
521 occurrence of stress were checked by visual evaluation of indicators of
522 desensitization, presence of traumas and injuries, determining plasma glucose and
523 lactate, determination of serum creatine kinase and ions (sodium and potassium) and
524 weight loss after bleeding. Meat quality was evaluated in breast fillets, by the
525 determination of breast yield, pH, water holding capacity, water absorption capacity,
526 thawing loss, cooking loss and shear force. The determination of the meat color was
527 carried out using the coordinates L*, a*, b*, C* and hue. Non-parametric data were
528 analyzed by chi-square test (P <0.05) and parametric data were submitted to a
529 completely randomized design in a factorial 2² and means compared by Tukey's test
530 (P <0.05). For deadening efficiency signals, the frequency of 300 Hz combined with
531 DC showed the best results. The occurrence of lesions was lower in the frequency of
532 300 Hz, but in alternating current. The type of current or electrical frequency used did
533 not affect lactate blood level (P> 0.05). However, regardless the type of current, the
534 frequency of 650 Hz promoted lower blood levels of glucose (201.78 mg/ dL) and
535 creatine kinase (7059.92 U/ L). Serum potassium levels (4.56 mg/ dL) and sodium
536 (134.32 mg/ dL) were lower in the lowest electric frequency, but showed values
537 similar to homeostasis in all treatments. For meat quality parameters there was no
538 interaction between the type of electrical current and the frequency (P> 0.05), except
539 for L* to which the combination of alternating current and frequency of 650 Hz
540 promoted lower values. For the occurrence of PSE in breast fillets there was no
541 significant difference between the type of electric current or the frequency used. In
542 conclusion, frequency of 300 Hz combined with DC promotes better
543 unconsciousness in broiler eletronarcosis. The same frequency, but combined with
544 AC, showed lower occurrence of injuries in broiler carcasses. For blood and meat
545 quality parameters, the electrical frequency shows higher influence than the electrical
546 current. For these parameters, the frequency of 650 Hz promotes better results.

547

548 **Keywords:** Electronarcosis. Lactate. Creatine kinase Pre-slaughter stress.

549

550 3.1 INTRODUÇÃO

551

552 No Brasil, a avicultura emprega mais de 3,6 milhões de pessoas e responde
553 por mais de 1,5% do Produto Interno Bruto (PIB) nacional, sendo as regiões Sul e
554 Sudeste onde a atividade é mais evidenciada (UBA, 2014).

555 Entre os principais países produtores de carne de frango, segundo a UBA
556 (2014) estão Estados Unidos (16.958 mil toneladas), China (13.500 mil ton.), Brasil
557 (12.308 mil ton.), União Européia (9.750 mil ton.) e Índia (3.420 mil ton.). O Brasil
558 está em primeiro lugar no *ranking* dos países que mais exportam carne de frango
559 com 3.918 mil toneladas.

560 A crescente demanda nas exportações de frango fez com que as empresas
561 buscassem atender as demandas relacionadas ao volume de produção e à
562 qualidade dos produtos. Por outro lado, o mercado consumidor está cada vez mais
563 exigente principalmente quanto à segurança desses alimentos e ao bem-estar
564 animal (UBA, 2008).

565 O método de insensibilização mais utilizado em aves é a eletronarcole, sendo
566 esta aprovada pelas legislações mundiais e nacionais de bem-estar animal. O
567 processo consiste na instantânea inconsciência do animal pela passagem de
568 corrente elétrica pelo cérebro, causando uma despolarização dos neurônios,
569 fazendo com que o animal possa ser abatido sem sofrer dor e angústia, reduzindo
570 assim a resposta ao estresse no momento do abate (Bridi et al., 2012).

571 Em resposta ao estresse psicológico sofrido, o organismo das aves aumenta
572 os níveis plasmáticos de hormônios esteróides, promovendo a depleção do
573 glicogênio para obtenção de um suporte extra de energia, a fim de reduzir a
574 condição de estresse. Dessa forma, ocorre um aumento dos níveis sanguíneos da
575 enzima CK, envolvida nos processos metabólicos de obtenção de energia. O lactato
576 é um dos produtos finais da glicólise anaeróbia, e níveis mais elevados que os
577 fisiologicamente normais indicam estresse físico (Bitencourt, 2011).

578 A produção aumentada de mineralocorticoides em animais sob estresse pode
579 acarretar no aumento da reabsorção tubular de Na^+ e aumento concomitante nas
580 concentrações plasmáticas deste íon. O aumento sérico das concentrações de K^+
581 após a uma situação de estresse ocorre pela transferência de K^+ do líquido
582 intracelular (LIC) para o líquido extracelular (LEC) (Ferreira et al., 2009).

583 Concomitantemente aos parâmetros sanguíneos, a qualidade da carne de
584 frango está diretamente relacionada ao manejo adequado dos animais desde o
585 momento de seu alojamento até o momento do abate. Contusões, fraturas,
586 hematomas e carne PSE (*pale, soft, exsudative*) são alguns dos indicativos de
587 manejo inadequado, gerando dor, injúria, sofrimento e estresse (Pinheiro et al.,
588 2009).

589 A diminuição do pH *post-mortem* é um processo que envolve vários fatores,
590 como o genótipo, os diferentes métodos de atordoamento e o estresse pré-abate
591 (Specht et al., 2009). O bem-estar das aves também pode ser avaliado através das
592 mudanças fisiológicas e comportamentais provocadas pelo estresse; assim, em
593 animais estressados antes do abate o pH final da carne pode ser atingido antes de
594 completar uma hora *post mortem* devido à alta velocidade da glicólise. Este
595 fenômeno pode levar à ocorrência de carne PSE. Carnes caracterizadas como PSE
596 apresentam coloração mais clara, ocasionada pela desnaturação protéica e pela
597 baixa CRA que faz com que os pigmentos de mioglobina, sejam carregados junto com
598 a água para fora das células; esse acúmulo de água nos espaços extracelulares
599 resulta em menor absorção e maior refração da luz (Kato et al., 2013).

600 Alterações metabólicas associadas à alta temperatura corporal aumentam a
601 produção de ácido láctico e a rigidez muscular. Essas reações logo após o abate,
602 causam uma desnaturação e perda da solubilidade das proteínas musculares,
603 levando a um aumento na perda de peso por descongelamento e cozimento,
604 diminuição da capacidade de retenção e absorção de água, aumento da força de
605 cisalhamento, alteração de pH e coloração (Specht et al., 2009).

606 Diante disso, o presente trabalho teve como objetivo avaliar diferentes
607 condições elétricas para o atordoamento de frangos e verificar sua influência no
608 estresse dos animais através dos parâmetros sanguíneos e de análises de
609 qualidade da carne.

610

611 3.2 MATERIAL E MÉTODOS

612

613 Os aspectos éticos e de bio-segurança deste trabalho foram executados em
614 consonância com a Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde/Comissão
615 Nacional de Ética em Pesquisa e com a aprovação do Comitê de Ética no Uso de
616 Animais (CEUA) da PUCPR, pelo parecer com número de protocolo 709.

617 **3.2.1 Material biológico**

618

619 Foram avaliados 200 frangos da linhagem Cobb, de lote misto (machos e
620 fêmeas), com idade aproximada de 48 dias e peso médio vivo entre 2,900 kg a
621 3,000 kg. Todos os animais eram procedentes de granjas comerciais localizadas na
622 região oeste do Estado do Paraná, com capacidade entre 24.000 a 30.000 aves,
623 criadas em galpões *dark house* e com o mesmo sistema de manejo e alimentação.

624 O tempo médio de transporte dos animais dos galpões de criação à planta
625 industrial foi de aproximadamente duas horas. O tempo de permanência das aves no
626 galpão de espera (descanso de aves) foi de no máximo duas horas, sendo a
627 temperatura ambiente de 25 a 30 °C; os galpões eram dotados de ventiladores e
628 nebulizadores, sendo os primeiros ligados em temperatura ambiental acima de 17 °C
629 e os nebulizadores, em temperatura acima de 21,1 °C. Antes de irem para um dos
630 boxes do galpão, os caminhões com cargas vivas passam por um chuveiro, que tem
631 por finalidade reduzir a temperatura presente na carga decorrente do transporte.

632 O abate foi realizado em abatedouro de frangos de corte, com Serviço de
633 Inspeção Federal (SIF), localizado na cidade de Cascavel, na região oeste do
634 Estado do Paraná.

635 As condições de frequência e corrente elétrica empregadas para a
636 insensibilização de frangos de corte não apresentam valores pré-estabelecidos em
637 literatura, podendo variar de baixas frequências, de 200 a 400 Hz, como recomenda
638 o Regulamento (CE) N° 1099/2009 da União Europeia a altas frequências, com
639 máximo de 800 Hz, conforme descrito por Ludtke et al. (2010). Dessa forma, neste
640 trabalho foram definidos dois valores para frequência e dois tipos de corrente,
641 mantendo fixo o valor de tensão em 70 Volts, conforme as condições descritas a
642 seguir:

- 643 • Tratamento 1: 70 Volts/ frequência de 650Hz/ Pulso 50%/ CA;
- 644 • Tratamento 2: 70 Volts/ frequência de 650Hz/ Pulso 50%/ CC;
- 645 • Tratamento 3: 70 Volts/ frequência de 300Hz/ Pulso 50%/ CA;
- 646 • Tratamento 4: 70 Volts/ frequência de 300Hz/ Pulso 50%/ CC.

647 Cada tratamento foi composto por 50 aves, identificadas com lacre plástico
648 em uma das pernas, pesadas logo após a chegada ao frigorífico e avaliadas
649 visualmente quanto à ocorrência de lesões e traumas na etapa de recepção, antes
650 da insensibilização, conforme roteiro de avaliação descrito no Apêndice 1. As aves

651 foram penduradas em nórias e insensibilizadas em cuba elétrica industrial HF 6000
652 (Fluxo®, Chapecó, Brasil), com capacidade para 18 aves, pelo tempo aproximado de
653 5 segundos.

654 Após a eletronarcose, procedeu-se a avaliação imediata dos parâmetros
655 visuais de sua eficiência. Posteriormente, as aves foram sangradas manualmente,
656 em um intervalo máximo de tempo de 10 segundos entre a eletronarcose e a
657 sangria, mediante degola por corte ventral de dois centímetros na região do
658 pescoço. Realizou-se avaliação de traumas e lesões decorrentes da insensibilização
659 antes das etapas de escaldagem e depenagem, conforme Apêndice 3.

660 A perda de peso das aves pela sangria foi avaliada por gravimetria e expressa
661 pela diferença do peso medido logo após a chegada ao frigorífico e peso após a
662 sangria, em porcentagem.

663 Do total de aves que passaram pelo processo de eletronarcose, 20 aves de
664 cada tratamento foram selecionadas aleatoriamente para a avaliação de parâmetros
665 sanguíneos e de parâmetros físico-químicos de qualidade da carne, os quais foram
666 analisados nos Laboratórios de Patologia Clínica Veterinária da Unidade Hospitalar
667 para Animais de Companhia e no Laboratório de Tecnologia de Produtos
668 Agropecuários, respectivamente, situados no *campus* São José dos Pinhais da
669 PUCPR.

670 Foram utilizadas 20 carcaças de cada tratamento para as avaliações de
671 eficiência de eletronarcose, fisiológica e de qualidade da carne segundo os métodos
672 descritos a seguir. O experimento foi realizado em duas repetições.

673

674 **3.2.2 Avaliação de parâmetros visuais de eficiência de eletronarcose**

675

676 Os parâmetros visuais indicativos de adequada insensibilização de frangos
677 por eletronarcose foram avaliados imediatamente após a saída das aves da cuba de
678 insensibilização. Os indicadores de adequada insensibilização avaliados nos frangos
679 de corte foram (Ludtke et al., 2010):

- 680 • ausência de respiração rítmica (máximo de três movimentos abdominais);
- 681 • ausência de reflexo ocular (pisar espontâneo);
- 682 • ausência de vocalização;
- 683 • ausência de bater de asas coordenado;
- 684 • presença de pescoço arqueado;

685 • Presença de pernas estendidas e asas junto ao corpo (AWO, 2004).

686 Esses parâmetros foram avaliados imediatamente após a saída das aves da
687 cuba de insensibilização e realizado o preenchimento de ficha própria de avaliação
688 apresentada na ficha como Apêndice 2.

689

690 **3.2.3 Análise de parâmetros sanguíneos**

691

692 Durante a etapa de sangria, foram coletadas duas alíquotas de sangue das
693 aves, armazenadas em tubos de coleta (1,5 mL), sendo que na primeira foi utilizado
694 anticoagulante antiglicolítico fluoretado (16 µL/ mL) (Glistab - Labtest, Lagoa Santa,
695 MG, Brasil) para extração do plasma e posterior determinação de glicose e lactato.
696 O sangue foi imediatamente centrifugado a 5.000 rpm, durante 10 minutos, a 10 °C
697 para extração do plasma. Um volume de 100 µL de plasma foi depositado em novos
698 tubos de coleta e armazenado a -18 °C até o procedimento da análise.

699 O restante do sangue foi armazenado em temperatura ambiente durante 60
700 minutos para que coagulasse. Posteriormente, foi centrifugado a 5.000 rpm, durante
701 10 minutos a 10 °C para a extração do soro, o qual foi separado em tubos de coleta
702 no volume de 100 µL e armazenado a -80 °C para posterior determinação de CK e
703 íons (sódio, potássio e cálcio).

704 As quantificações plasmáticas de glicose oxidase e de lactato foram
705 realizadas pelo método colorimétrico enzimático, com kit comercial de glicose
706 (Glicose Liquiform, Labtest, Lagoa Santa, MG, Brasil) e de lactato (Lactato Liquiform,
707 Labtest, Lagoa Santa, MG, Brasil), respectivamente, e leitura em espectrofotômetro
708 (Biospectro SP-22, Curitiba, PR, Brasil).

709 A glicose oxidase catalisa a oxidação da Glicose formando peróxido de
710 hidrogênio que reage com 4-aminoantipirina e fenol, sob ação catalisadora da
711 peroxidase, através de uma reação oxidativa de acoplamento, formando uma
712 antipirilquinonimina vermelha cuja intensidade de cor é proporcional à concentração
713 da glicose na amostra.

714 Na presença de oxigênio, a lactato oxidase catalisa a oxidação do ácido
715 láctico, promovendo a formação de piruvato e peróxido de hidrogênio. Em seguida
716 ocorre uma reação de acoplamento entre o peróxido de hidrogênio, 4-
717 aminoantipirina e TOOS, catalisada pela peroxidase, produzindo uma quinoneimina.

718 A intensidade da cor do produto da reação é diretamente proporcional à
719 concentração de lactato na amostra.

720 O teor de CK foi determinado pelo método cinético utilizando kit comercial CK NAC
721 UV (Bioclin®, Belo Horizonte, MG, Brasil) com leitura em espectrofotômetro
722 (Biospectro SP-22, Curitiba, PR, Brasil). O princípio do teste consiste na velocidade
723 de redução do NADP (fosfato de dinucleotídeo de adenina e nicotinamida) + a
724 NADPH (fosfato de dinucleotídeo de adenina e nicotinamida oxidase) sendo propor-
725 cional a atividade do CK na amostra.

726 Os íons séricos de sódio, potássio e cálcio foram quantificados por meio de
727 eletrodo seletivo de íons (Iselab, Drake, São José do Rio Preto, SP, Brasil).

3.2.4 Avaliação de traumas e lesões nas carcaças

728

729 Para distinguir as lesões e hematomas originados na etapa de
730 insensibilização daqueles causados em outras etapas do pré-abate, as aves foram
731 avaliadas quanto à presença de traumas na plataforma de recepção, antes do abate,
732 de acordo com a ficha apresentada no Apêndice 1. Dessa forma, foram
733 consideradas na avaliação apenas as lesões decorrentes da etapa de
734 insensibilização.

735 A avaliação das lesões e traumas nas carcaças provocados pela
736 insensibilização foi realizada após a sangria com todas as aves de cada tratamento.
737 Foram avaliados visualmente o tipo de lesão (fratura, hematoma, edema,
738 ingurgitamento vascular), a localização e o tamanho de acordo com ficha no
739 Apêndice 3 e no Anexo 1).

740

3.2.5 Análise de parâmetros físico-químicos de qualidade da carne

742

743 Os parâmetros de qualidade da carne foram avaliados no corte do filé de peito
744 de 20 carcaças de cada tratamento. As carcaças foram pré-resfriadas em *chiller* até
745 atingir temperatura de 4 °C e posteriormente pesadas. Na sequência, os cortes de
746 peito das carcaças foram removidos e desossados manualmente na sala de cortes
747 climatizada a 12 °C, tendo seus pesos registrados.

748 Os peitos foram acondicionados em sacos plásticos de polietileno juntamente
749 com os respectivos lacres e encaminhados para congelamento imediato em túnel de
750 congelamento a -30 °C, sendo posteriormente mantidos a -18 °C até o momento da
751 análise.

752 As determinações físico-químicas de qualidade da carne foram realizadas
753 após o descongelamento dos peitos, sob refrigeração (4 °C), por um período de 24
754 horas.

755

756 **3.2.5.1 Determinação do rendimento do peito**

757

758 O rendimento dos peitos em relação ao peso total das carcaças foi
759 determinado por gravimetria em balança digital analítica (Libratek Equipamentos e
760 Peças Ltda, Chapecó, Brasil) e os resultados expressos em porcentagem. O
761 rendimento foi calculado utilizando a fórmula:

762 $\text{Rendimento peito (\%)} = (\text{Pmp} - \text{Pc}) / \text{Pc} \times 100$, onde Pmp (peso meio peito),
763 Pc (peso carcaça).

764

765 **3.2.5.2 Determinação da perda de peso por descongelamento**

766

767 Para o descongelamento, os filés de peito foram colocados em geladeira a
768 uma temperatura de 4°C por 24 horas.

769 A perda de peso por descongelamento foi determinada por gravimetria em
770 balança digital analítica (Marte, Niterói, Brasil) e calculada utilizando a seguinte
771 fórmula:

772 $\text{Perda por descongelamento (\%)} = [(P1 - P2) / P1] \times 100$, onde P1 = peso da
773 amostra antes do descongelamento; P2 = peso da amostra após o
774 descongelamento.

775

776 **3.2.5.3 Determinação de pH**

777

778 Foi determinado em pHmetro digital com eletrodo de penetração (QUIMIS,
779 São Paulo, SP, Brasil) em três pontos de leitura na superfície dorsal dos filés de
780 peito (AOAC, 2000).

781

782 **3.2.5.4 Determinação instrumental de cor**

783

784 A determinação de cor foi realizada na superfície das amostras de peito,
785 utilizando o método especificado pela American Society for Testing and Material
786 International (2001), com o auxílio de um colorímetro portátil (Minolta CR 410,
787 Tóquio, Japão) e leitura dos valores das coordenadas L*, a* e b* do sistema CIELab,
788 sendo registrados a média de 5 determinações. Os parâmetros de medida utilizados
789 foram iluminante D65, diâmetro de abertura da célula de medida de 50 a 53 mm e
790 ângulo de observação de 2°.

791 As coordenadas de cor, luminosidade (L*), índice de vermelho (a*), índice de
792 amarelo (b*), saturação (C*) e ângulo de tonalidade/ descoloração (h) da carne
793 foram comparados de acordo com o tipo de corrente e frequência elétrica.

794 **3.2.5.5 Determinação da capacidade de retenção de água**

795

796 A CRA foi determinada segundo metodologia descrita por Hamm (1960). A
797 determinação foi baseada na medição da perda de água liberada quando aplicada
798 uma pressão sobre o tecido muscular. Amostras de 2 gramas de peito foram
799 submetidas à pressão de 10 kg por 5 minutos em temperatura ambiente.
800 Posteriormente, as amostras foram novamente pesadas em balança analítica
801 (Gehaka, AG 200, SP, Brasil). Por diferença de peso, calculou-se a quantidade de
802 água retida no papel filtro, sendo o resultado expresso em porcentagem (Peres et
803 al., 2011).

804

805 **3.2.5.6 Determinação da capacidade de absorção de água**

806

807 Foi determinada de acordo com Takahashi et al. (2009). Primeiramente foram
808 pesados 30 g de peito, aos quais foram adicionados 90 mL de água destilada e
809 triturados por 90 segundos em *mixer* (Walita, Brasil). Foram pesados 35 g da pasta
810 obtida, que foram submetidos à centrifugação (Eppendorf Centrifuge 5810 R,
811 Hamburg, Germany) a 8000 rpm por 15 minutos entre 21 a 25 °C. O sobrenadante
812 foi coletado e pesado, e a capacidade de absorção de água calculada da seguinte
813 forma: $CAA \% = \{[(PP - PC) - PS]/PC\} * 100^{-1}$, onde: PP = peso da pasta, PC = peso
814 da carne na pasta, PS = peso do sobrenadante.

815 **3.2.5.7 Determinação da perda de peso por cozimento**

816

817 A perda de peso durante o cozimento foi efetuada de acordo com a
818 metodologia proposta por Froning e Uijtteenboogaart (1988) em amostras de peito
819 com peso aproximado de 120 g. As amostras foram pesadas em balança analítica
820 (Gehaka, AG 200, SP, Brasil), embaladas em saco plástico resistente ao calor e
821 cozidas por imersão em água até atingir temperatura interna de 82 °C. Após o
822 cozimento, as amostras foram removidas do saco plástico, esfriadas à temperatura
823 ambiente e secas com papel absorvente para nova pesagem. A perda de peso no
824 cozimento foi expressa em porcentagem para a relação entre o peso da peça antes
825 e após a cocção (Komiya et al., 2008).

826

827 **3.2.5.8 Determinação da força de cisalhamento**

828

829 A força de cisalhamento foi determinada nas amostras de peito cozidas,
830 conforme descrito anteriormente e cortadas em formato cilíndrico de 1 cm de
831 diâmetro. As amostras foram cisalhadas em texturômetro (TA-XTplus, Stable Micro
832 Systems, Surrey, UK) equipado com lâmina *Warner Bratzler* (Froning;
833 Uijtteenboogaart, 1988), com velocidade de descida da lâmina de 2 mm/ segundo e
834 distância da base de 30 mm. A força de cisalhamento foi tomada
835 perpendicularmente à orientação das fibras musculares, utilizando-se cinco
836 replicatas para cada unidade amostral e os resultados expressos em kg (Linares et
837 al., 2008).

838

839 **3.2.5.9 Determinação de carne PSE**

840

841 Os valores de pH e luminosidade (L*) foram relacionados para verificar a
842 ocorrência da alteração PSE no peito das aves. Foram considerados indicativos da
843 ocorrência de carne PSE, os peitos com valores de pH inferiores a 5,7, associados a
844 valores de L* iguais ou superiores a 49 (Barbut, 1997; Fletcher, 1999b; Fletcher,
845 2002).

846

847 **3.2.6 Análise estatística**

848

849 Os resultados obtidos na avaliação de parâmetros visuais de eficiência de
850 eletronarcose, na avaliação de traumas e lesões nas carcaças e na ocorrência de
851 carne PSE foram expressos em frequência relativa e analisados pelo teste de qui-
852 quadrado χ^2 ($P < 0,05$).

853 Para a análise dos parâmetros sanguíneos e de qualidade da carne utilizou
854 delineamento estatístico inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2^2 , com
855 duas frequências e duas correntes para eletronarcose. Os dados foram analisados
856 utilizando os Modelos Lineares Generalizados com o programa Statgraphics
857 Anturion XV version 15.2.05, considerando os efeitos fixos corrente (C) e frequência
858 (F) e a respectiva interação entre eles, segundo o modelo matemático
859 $Y_{ijk} = \mu + I_i + A_j + I_i * A_j + e_{ijk}$. Onde:

860 Y_{ijk} = valor observado;

861 μ = média;

862 I_i = efeito da frequência elétrica ($i = 1, 2$);

863 A_j = efeito da corrente elétrica ($j = 1, 2$);

864 $I_i * A_j$ = efeito da interação frequência e corrente;

865 e_{ijk} = erro aleatório associado a cada observação.

866 Nos casos em que a interação entre frequência e corrente não foi significativa
867 ($P > 0,05$), retirou-se a interação do modelo, que passou a incluir apenas os efeitos
868 principais de frequência e corrente. As médias obtidas foram comparadas pelo teste
869 de Tukey com nível de significância de 5%.

870

871 **3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

872

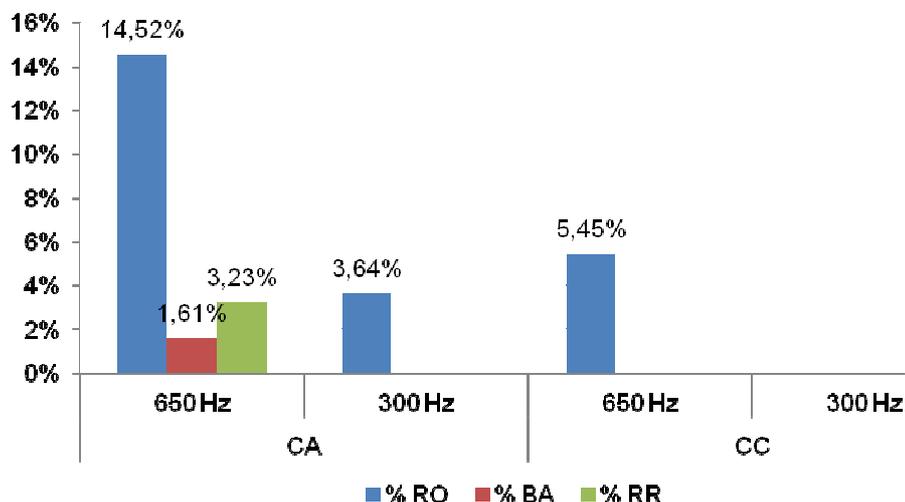
873 **3.3.1 Avaliação de parâmetros visuais de eficiência e de lesões nas carcaças** 874 **decorrentes da eletronarcose**

875

876 Na avaliação da eficiência da eletronarcose (Figura 4), verificou-se diferença
877 significativa para a presença de reflexo ocular somente entre as frequências de
878 300Hz e 650 Hz em corrente alternada. As aves atordoadas na frequência de 650
879 Hz em corrente alternada apresentaram maior ocorrência de reflexo ocular ($P < 0,05$)
880 em relação às aves atordoadas em frequência de 300Hz no mesmo tipo de corrente,

881 contudo, não apresentaram diferença para a ocorrência desse sinal em corrente
882 contínua. Para uma mesma frequência elétrica nas diferentes correntes não houve
883 diferença significativa para a ocorrência de reflexo ocular ($P>0,05$).

884



885 Figura 4: Ocorrência (%) de sinais de eficiência da eletronarcose nas diferentes condições de
886 frequência (650 Hz e 300 Hz) e tipo de corrente elétrica. Corrente Alternada (CA) e Corrente Contínua
887 (CC). RO = reflexo ocular, BA = bater de asas, RR = respiração rítmica.

888

889 Apesar da presença de reflexo ocular ter sido observada, esse sinal não pode
890 ser considerado isoladamente como indicativo de má insensibilização, devendo ser
891 considerado somente quando há ocorrência de outro sinal concomitantemente
892 (Ludtke et al., 2010).

893 Na combinação frequência de 650 Hz e corrente alternada, os sinais bater de
894 asas coordenado e respiração rítmica também foram constatados, não sendo
895 verificados nos demais tratamentos. Para a corrente contínua e frequência de
896 300Hz, nenhuma das aves mostrou sinal de consciência após a insensibilização.

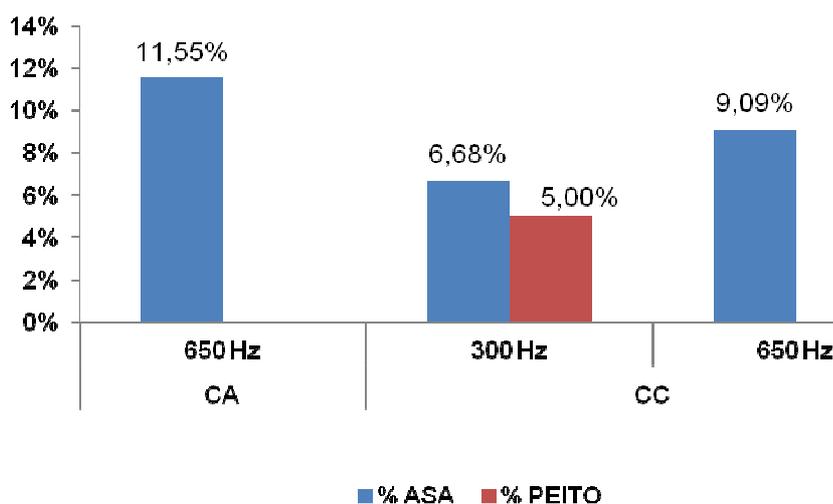
897 Barbon (2012) ao avaliar a eficiência da insensibilização elétrica de frangos
898 de corte nas condições de 75 a 80 V e frequência de 500 Hz, constatou a ocorrência
899 de 0,08%, 3,86% e 0,25% de bater de asas, reflexo ocular e respiração rítmica,
900 respectivamente. Assim como no presente trabalho, a presença de reflexo ocular foi
901 observada com maior frequência entre os sinais de má insensibilização.

902 Segundo Ludtke et al. (2010), como indicativo de adequada insensibilização
903 em frangos de corte, considera-se admissível para o abate de 300 frangos, que 1%
904 das aves não percam a consciência imediatamente após a saída da cuba de
905 insensibilização. O tratamento que combinou CA e frequência de 650 Hz, 19,36%

906 das aves mostraram algum sinal de consciência como reflexo ocular, bater de asas
907 coordenado ou respiração rítmica, após a insensibilização. Contudo, nenhuma ave
908 desse tratamento apresentou a ocorrência de mais de um sinal de má
909 insensibilização concomitantemente.

910 Dessa forma, considerando as condições de eletronarcore utilizadas, a
911 frequência elétrica mostrou maior influência sobre a ocorrência de sinais de má
912 insensibilização do que o tipo de corrente elétrica, sendo a frequência de 650Hz a
913 que apresentou a maior ocorrência de sinais de má insensibilização nos frangos de
914 corte. Esse resultado pode ser resultante do fato de que à medida que se aumenta a
915 frequência e não se aumenta a potência da corrente elétrica, há menor período de
916 inconsciência das aves, deixando-as mais suscetíveis à dor e ao sofrimento (Ludtke
917 et al., 2010).

918 Com relação às lesões decorrentes da insensibilização observou-se que a
919 asa foi o principal local de traumas nos animais (Figura 5).



920 Figura 5: Ocorrência (%) e localização das lesões ocasionadas pela insensibilização de acordo com a
921 frequência (650 Hz e 300 Hz) e o tipo de corrente elétrica utilizados. CA = Corrente alternada, CC =
922 Corrente contínua.

923
924 Houve diferença significativa ($P < 0,05$) para a ocorrência de lesões em asa
925 somente entre as frequências de 650Hz e 300Hz em corrente alternada, verificando-
926 se maior ocorrência de lesões em alta frequência (650 Hz). Contudo, não houve
927 diferença ($P > 0,05$) para a ocorrência de lesões em asa nas diferentes correntes para
928 as frequências de 650Hz ou 300Hz.

929 O uso de corrente contínua e na frequência de 300 Hz acarretou lesões no
930 peito, caracterizadas por fratura de fúrcula. Por sua vez, nessa mesma frequência
931 em corrente alternada, não foi detectada a ocorrência de lesões nas carcaças
932 avaliadas. No entanto, a tensão utilizada neste estudo (70 V) pode ter contribuído
933 para o aparecimento de algumas lesões, principalmente os hematomas em ponta de
934 asa, visto que maiores tensões apresentam maior risco de acarretar rompimento de
935 vasos sanguíneos de menor calibre e de ocasionar lesões nas carcaças.

936 O principal tipo de lesão encontrada nas asas foram os hematomas, com
937 tamanho entre 1,29 a 3,81 cm de diâmetro, sendo os principais locais a ponta da asa
938 (3,57%), o meio (2,04%) e a coxinha da asa (0,51%). Desse total, 2,04%
939 corresponderam a hematomas maiores ou iguais a 3,18 cm.

940 Nesse experimento, o percentual de hematomas na ponta da asa foi
941 aproximadamente quatro vezes menor que o encontrado por Barbon (2012),
942 utilizando voltagem entre 75 a 80 V e frequência de 500 Hz para a eletronarcode de
943 frangos de corte, no qual o percentual de hematomas em ponta de asa após a
944 etapa de depenagem mecânica foi de 14,22%.

945 De acordo com Ludtke et al. (2010), considera-se hematoma e/ou contusão a
946 ocorrência de extravasamento de sangue na musculatura com diâmetro superior a 3
947 cm. Segundo os mesmos autores, como indicativo de bem estar animal, a cada 300
948 frangos abatidos, admite-se o percentual máximo de 1% de hematomas, menores
949 que 3 cm de diâmetro.

950 Segundo o Regulamento (CE) N° 1099/2009, o atordoamento de frangos em
951 tanque de imersão, a fim de garantir a perda da sensibilidade à dor e a
952 inconsciência, deve ser realizado com variação de frequência e intensidade da
953 corrente elétrica. Sendo assim, em uma corrente de 100 mA deve-se utilizar uma
954 frequência menor que 200 Hz, para 150 mA utilizar de 200 a 400 Hz e para 200 mA
955 de 400 a 1500 Hz. A intensidade da corrente utilizada no presente trabalho foi de 80
956 a 100 mA por ave. Essa variação de intensidade de corrente é gerada
957 automaticamente pelo equipamento de insensibilização e ocorre devido à resistência
958 à passagem da corrente elétrica exercida pelo corpo de cada frango na cuba, com
959 capacidade para 18 frangos, podendo variar de 1000 a 2600 Ohms.

960 Segundo Ludtke et al. (2010), à medida que a frequência elétrica aumenta, a
961 intensidade da corrente elétrica também deve ser aumentada, pois quanto maior o
962 valor de frequência menor será o tempo de inconsciência da ave. Não é

963 recomendada a utilização de frequência acima de 800 Hz para a eletronarcose de
964 frangos de corte, visto que nesse caso, o retorno à consciência é muito rápido, não
965 garantindo a manutenção do estado de inconsciência e insensibilidade à dor até a
966 morte do animal, causando sofrimento.

967 Dessa forma, levando-se em consideração os sinais de eficiência de
968 insensibilização e a ocorrência de lesões, verificou-se que a frequência mostrou
969 maior influência do que o tipo de corrente elétrica, e que a baixa frequência (300 Hz)
970 apresentou melhores resultados para a perda da consciência e menor ocorrência de
971 lesões para a eletronarcose de frangos de corte em comparação à alta frequência
972 elétrica.

973 **3.3.2 Efeito da eletronarcose sobre parâmetros sanguíneos**

974

975 Para os parâmetros sanguíneos avaliados verificou-se interação entre o tipo
976 de corrente elétrica e a frequência da corrente somente para os valores plasmáticos
977 de lactato e valores séricos de sódio ($P < 0,05$). Para os demais parâmetros, a
978 interação entre os fatores não foi significativa e por isso, os efeitos principais de
979 frequência e tipo de corrente elétrica foram analisados separadamente (Tabela 2).

980

981 Tabela 2. Efeito do tipo de corrente elétrica e frequência sobre os valores
 982 plasmáticos de glicose, lactato e valores séricos de sódio (Na), potássio (K), creatina
 983 quinase (CK) e na perda de peso (%) durante a sangria em frangos de corte
 984 submetidos à eletronarcole. Média ± Erro padrão.

Parâmetros	Condições de eletronarcole			
	Tipo de corrente elétrica		Frequência (Hz)	
	CC	CA	300	650
Glicose (mg/dL)	245,07±10,58 ^a	210,97±10,89 ^b	254,26±10,21 ^A	201,78±11,24 ^B
Lactato (mg/dL)	32,12±1,61 ^a	29,33±1,63 ^a	29,07±1,54 ^A	32,39±1,70 ^A
Na (mg/dL)	138,99±1,30 ^a	138,13±1,29 ^a	134,32±1,26 ^B	142,80±1,33 ^A
K (mg/dL)	5,36±0,20 ^a	4,90±0,21 ^a	4,56±0,20 ^B	5,70±0,22 ^A
CK (U/L)	7.849,10±0,03 ^b	10.413,81±0,03 ^a	11.577,90±0,03 ^A	7.059,92±0,03 ^B
Perda de peso na sangria (%)	2,85±0,11 ^a	2,80±0,14 ^a	2,70±0,11 ^A	2,95±0,14 ^A

985 Letras minúsculas diferentes na mesma linha indicam diferença significativa (P<0,05). Letras
 986 maiúsculas diferentes na mesma linha indicam diferença significativa (P<0,05). CC = corrente
 987 contínua; CA = corrente alternada.

988
 989 Para os teores plasmáticos de glicose, verificou-se que o uso de CC e
 990 frequência de 300 Hz promoveu maiores valores em comparação à CA e frequência
 991 de 650 Hz (P<0,05).

992 Bitencourt (2011), ao comparar a insensibilização de frangos em atmosfera
 993 controlada com a eletronarcole, não constatou diferença significativa (P>0,05) para
 994 a glicose plasmática entre os tratamentos realizados, sendo os valores médios de
 995 ambos os tratamentos semelhantes às médias das aves antes da insensibilização
 996 (pré-abate 243 mg/dL, CO₂ 249,5 mg/dL., CO₂ e argônio 239,8 mg/dL, eletronarcole
 997 225,5 mg/dL).

998 González et al. (2001) citam que a concentração média de glicose em aves
 999 saudas, com 47 dias de idade, linhagem *Cobb* e criadas na região sul do Brasil é de
 1000 248±13 mg/dL.

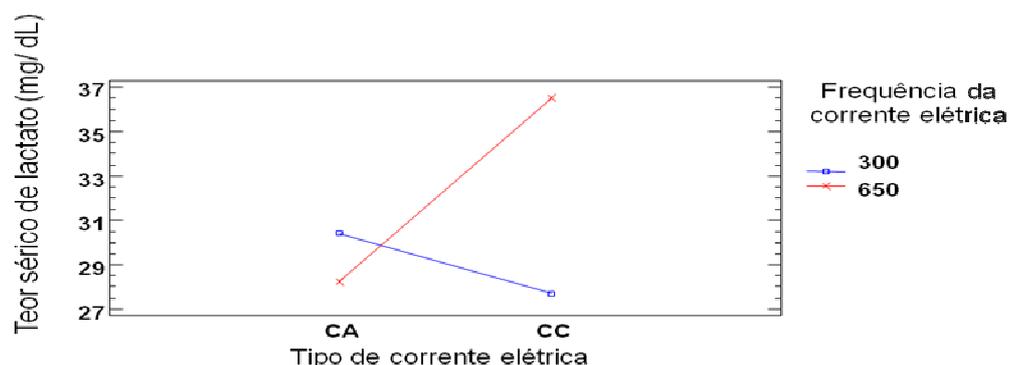
1001 Nas condições de corrente contínua, as descargas elétricas ocorrem em
 1002 apenas uns dos pólos do campo elétrico (Ludtke et al, 2010). Como consequência,
 1003 as contrações musculares ocorrem de forma intermitente, porém mais intensas.
 1004 Bitencourt (2011) afirma que em frangos submetidos ao estresse, ocorre aumento da
 1005 concentração sanguínea de glicose em resposta direta à maior secreção de
 1006 adrenalina, noradrenalina e glicocorticóides. Nesse sentido, a intensidade das

1007 contrações musculares pode ter levado ao aumento do teor de glicose sanguínea
1008 nas aves. Com relação à frequência, a corrente elétrica de menor valor (300Hz), por
1009 possuir maior comprimento de onda em comparação à corrente em frequência de
1010 650 Hz, tem maior período de tempo de passagem pelo cérebro dos animais,
1011 podendo com isso, provocar contração muscular mais prolongada nas aves.

1012 O estresse provocado por ambientes estranhos faz com que ocorram
1013 respostas adaptativas, desencadeando a ativação do eixo hipotálamo-pituitária-
1014 adrenal, que estimula a síntese e a liberação de glicocorticóides pelo córtex da
1015 adrenal. Essa condição leva a reações como lipólise, glicogenólise e catabolismo de
1016 proteínas. Assim, substratos energéticos como a glicose são produzidos e
1017 distribuídos durante o estresse (Furlan et al., 2005).

1018 Apesar de ter ocorrido diferença significativa para a glicose plasmática entre
1019 os tipos de corrente e de frequência utilizados, os valores de glicose encontrados
1020 não coincidem com valores indicativos de estresse em frangos de corte (González et
1021 al., 2001).

1022 Com relação aos valores plasmáticos de lactato, verificou-se interação entre
1023 os fatores, na qual o uso de corrente contínua e em menor frequência (300 Hz),
1024 diferentemente do verificado com o teor de glicose, resultou em menores valores de
1025 lactato (Figura 6).



1026 Figura 6: Variação nos teores séricos de lactato (mg/dL) em frangos de corte submetidos a
1027 insensibilização por eletronarcole em correntes alternada (CA) e contínua (CC) com frequências de
1028 corrente elétrica de 300 Hz e 650 Hz.

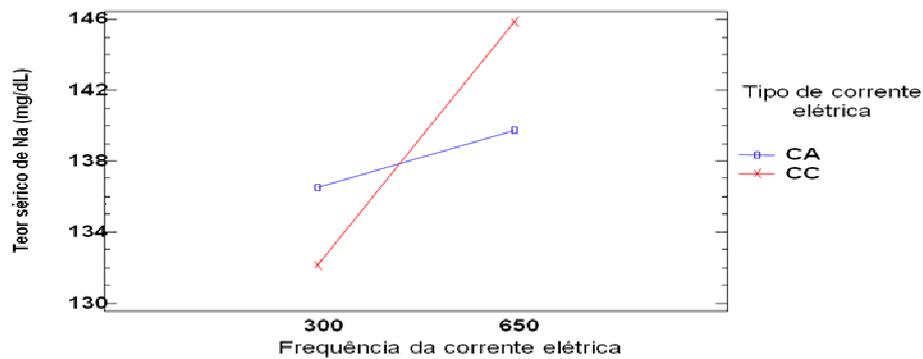
1029

1030 Por outro lado, quando a corrente contínua foi utilizada combinada com a alta
1031 frequência (650 Hz), a produção de lactato foi maior. A corrente elétrica em maior
1032 frequência promove contrações musculares de menor duração do que a de menor
1033 frequência, porém essas contrações podem ser mais intensas, visto que o número
1034 de ondas elétricas no mesmo período de tempo é maior, promovendo maior número
1035 de ciclos de contração e relaxamento muscular a cada nova onda. Isso pode resultar
1036 no acionamento da via glicolítica anaeróbia para produção mais rápida de energia,
1037 tendo como consequência o aumento do teor plasmático de lactato, visto ser esse
1038 metabólito o produto final dessa via glicolítica (Ludtke et al, 2010).

1039 Vieira et al. (2009) ao avaliarem os parâmetros sanguíneos de frangos
1040 insensibilizados por eletronarcose e abatidos pelo método *Halal* constataram que as
1041 aves abatidas com insensibilização por eletronarcose apresentaram níveis de ácido
1042 láctico menor (27,26 mg/dL) que as aves abatidas pelo método *Halal* (36,48 mg/dL)
1043 utilizando voltagem de 50 V e frequência de 1000 Hz.

1044 Segundo González et al. (2001), a concentração média de lactato em frangos
1045 de corte sadios e em condições não estressantes é de 46,1 mg/dL. Dessa forma, os
1046 valores de lactato encontrados neste experimento não são indicativos de estresse
1047 nas aves.

1048 Para os íons séricos, houve interação entre o tipo de corrente elétrica e a
1049 frequência somente para níveis de sódio (Figura 7). Para esse íon, a maior
1050 frequência resultou em maiores teores, independentemente do tipo de corrente. O
1051 mesmo comportamento foi observado para o potássio sérico, que apresentou
1052 maiores valores com o uso de frequência de 650 Hz. Em frequência elétrica mais
1053 alta, o número de contrações musculares por período de tempo é maior, podendo
1054 levar à maior mobilização dos íons associados a esse processo, como o sódio e o
1055 potássio.



1056 Figura 7: Variação nos teores séricos de sódio (mg/dL) em frangos de corte submetidos a
 1057 insensibilização por eletronarcolese em correntes alternada (CA) e contínua (CC) com frequências de
 1058 corrente elétrica de 300 Hz e 650 Hz.

1059

1060 O sódio e o potássio atuam essencialmente no equilíbrio ácido básico e da
 1061 pressão osmótica corporal, na atividade elétrica das células nervosas e do músculo
 1062 cardíaco, na permeabilidade celular e na absorção dos monossacarídeos e
 1063 aminoácidos (Barros et al., 2004). Em situação de estresse, ocorre a produção de
 1064 mineralocorticóides que levam a um aumento tanto da reabsorção tubular de sódio
 1065 quanto da concentração plasmática desse íon (Ferreira et al., 2009). O potássio
 1066 sérico também pode sofrer aumento quando há esforço muscular intenso, devido ao
 1067 maior o número de fibras musculares que liberam esse íon para o meio extracelular
 (Art e Lekeux, 2005).

1068

1069

1070

1071

1072

1073

1074

1075

1076

1077

1078

1079

1080

1081

1082

De acordo com Vila (2013), os valores de sódio em condições de normalidade em frangos de corte variam de 130 a 160 mg/dL e os de potássio entre 2 a 4 mg/dL. Souza et al. (2004) ao verificarem os efeitos da suplementação de cloreto de potássio na dieta sobre o balanço de potássio e níveis de eletrólitos no plasma, constataram que os valores de sódio e potássio em aves normais, sem estresse calórico e não suplementadas com KCl (cloreto de potássio) foram de 149,50 mg/dL e 5,42 mg/dL, respectivamente.

Junqueira et al. (2000) relatam que a alcalose respiratória induzida pelo estresse calórico tem sido relacionada ao elevado nível de corticosterona plasmático e ao balanço mineral negativo do potássio e do sódio. Segundo Barros et al. (2004) melhores desempenhos em frangos estressados pelo calor foram obtidos com a adição de eletrólitos (KCl e NaCl – cloreto de sódio) na água de bebida. Com base nos valores de referência descritos em literatura, a condição de desequilíbrio iônico não foi verificada nos frangos avaliados no presente estudo.

1083 Vila (2013) relata que elevações nos níveis de CK têm sido relacionadas a
1084 miopatias decorrentes de estresse por captura e de crescimento; assim, o afluxo de
1085 CK desde as células musculares é uma consequência das alterações na membrana
1086 plasmática provocadas por elevações no cálcio mioplasmático.

1087 Para a CK, tanto o tipo de corrente elétrica quanto a frequência foram
1088 significativos ($P < 0,05$). Em corrente contínua e frequência de 650 Hz, os valores de
1089 creatina quinase foram menores.

1090 A CK é uma enzima envolvida na transformação reversível de ADP em ATP,
1091 que assegura o suplemento de energia intracelular. Em uma situação de estresse
1092 por esforço físico, a liberação de cortisona nas aves provoca a aceleração do
1093 metabolismo muscular, que resulta no aumento da atividade de CK (Rajman et al.,
1094 2006). Por isso, menores valores de CK estão associados ao menor estresse nos
1095 animais.

1096 Bridi et al. (2011), ao avaliarem dois métodos de abate, Halal e eletronarcose
1097 (voltagem de 50 V e frequência de 1000 Hz), não verificaram diferença significativa
1098 para os teores de CK entre os tratamentos realizados, sendo os valores encontrados
1099 de 18.961,91 e 17.705,10 U/L para o abate Halal e eletronarcose, respectivamente.

1100 Apesar das diferenças para os valores de CK para os tipos de corrente e de
1101 frequência elétrica testados, os valores médios obtidos em todos os tratamentos
1102 estiveram abaixo dos valores encontrados por Bridi et al. 2011.

1103 Segundo Moraes (2004), a CK tem seus níveis sanguíneos retornados ao
1104 normal rapidamente após uma demanda muscular. Vila (2013) relata que em aves
1105 de rapina, a atividade muscular decorrente do estresse por contenção e transporte
1106 pode elevar os valores de CK. Neste trabalho, as aves de todos os tratamentos
1107 foram submetidas a um período de descanso de aproximadamente duas horas no
1108 galpão de espera antes do início do abate e isso, poderia justificar os baixos valores
1109 de CK quando comparados com outros autores.

1110 Para perda de peso na sangria não houve diferença significativa entre
1111 frequências ou correntes elétricas; Pinto et al. (2012) obtiveram os valores de 2,65%
1112 de perda de peso na sangria no método elétrico e de 3,56% na insensibilização a
1113 gás. Para uma sangria eficiente é necessário seccionar a parte ventral do pescoço
1114 logo abaixo da cabeça a fim de romper o esôfago, a traqueia e ambas as artérias
1115 carótidas e veias jugulares (Ludtke et al., 2010). Aves mal sangradas comprometem
1116 a qualidade da carcaça principalmente a coloração, resultando em carne mais

1117 vermelha e maior suscetibilidade à contaminação microbiana. Assim, a perda de
1118 peso na sangria é uma medida indireta da eficiência do processo.

1119 De maneira geral para os parâmetros sanguíneos avaliados, a frequência
1120 elétrica apresentou maior influência do que o tipo de corrente elétrica. Nesse
1121 sentido, a frequência de 650 Hz promoveu menor alteração fisiológica nas aves,
1122 indicando menor nível de estresse e maior eficiência do processo.

1123

1124 **3.3.3 Avaliações dos parâmetros físico-químicos de qualidade da carne**

1125

1126 Para os parâmetros de qualidade da carne avaliados não foi verificada
1127 interação entre o tipo de corrente elétrica e a frequência ($P>0,05$).

1128 Houve influência do tipo de frequência elétrica para o rendimento de peito
1129 ($P<0,05$). Em frequência menor, 300 Hz, obteve-se maior rendimento de peito. No
1130 entanto, nessa mesma frequência a capacidade de retenção de água foi menor
1131 (Tabela 3).

1132 Para os valores de pH, perdas de peso por descongelamento, cozimento e
1133 força de cisalhamento não houve diferença significativa para o tipo de corrente
1134 elétrica e valores de frequência na eletronarcose (Tabela 3).

1135 A capacidade de absorção de água foi o único parâmetro de qualidade da
1136 carne que apresentou influência do tipo de corrente elétrica, sendo a corrente
1137 alternada a que obteve maior valor.

1138

1139 Tabela 3. Efeito do tipo de corrente elétrica e frequência sobre os valores de
 1140 rendimento de peito (RP), pH, perda de peso por descongelamento (PPD), perda de
 1141 peso por cozimento (PPC), capacidade de retenção de água (CRA), capacidade de
 1142 absorção de água (CAA) e força de cisalhamento (FC). Média \pm Erro padrão.

Parâmetros	Condições de eletronarcose			
	Tipo de corrente elétrica		Frequência (Hz)	
	CC	CA	300	650
RP (%)	11,66 \pm 0,13 ^a	12,01 \pm 0,13 ^a	12,47 \pm 0,13 ^A	11,20 \pm 0,13 ^B
pH	5,76 \pm 0,017 ^a	5,78 \pm 0,017 ^a	5,78 \pm 0,017 ^A	5,76 \pm 0,017 ^A
PPD (%)	4,80 \pm 0,35 ^a	5,43 \pm 0,35 ^a	5,42 \pm 0,35 ^A	4,81 \pm 0,35 ^A
PPC (%)	30,21 \pm 0,64 ^a	31,88 \pm 0,63 ^a	30,50 \pm 0,64 ^A	31,59 \pm 0,63 ^A
CRA (%)	31,57 \pm 0,57 ^a	33,29 \pm 0,56 ^a	30,77 \pm 0,57 ^B	34,08 \pm 0,56 ^A
CAA (%)	71,60 \pm 0,29 ^b	72,55 \pm 0,28 ^a	71,82 \pm 0,29 ^A	72,33 \pm 0,28 ^A
FC (kgf)	3,60 \pm 0,22 ^a	3,42 \pm 0,22 ^a	3,51 \pm 0,22 ^A	3,51 \pm 0,22 ^A

1143 Letras minúsculas diferentes na mesma linha indicam diferença significativa ($P \leq 0,05$). Letras
 1144 maiúsculas diferentes na mesma linha indicam diferença significativa ($P \leq 0,05$).

1145 A CRA é definida como a capacidade da carne em reter sua umidade ou água
 1146 durante a aplicação de forças externas, como corte, aquecimento, trituração e
 1147 prensagem e/ou centrifugação (Specht, 2009). De acordo com a Tabela 3, a CRA foi
 1148 menor em aves atordoadas em baixa frequência; Takahashi (2007), ao comparar os
 1149 efeitos do atordoamento elétrico em frangos de corte constatou que a carne de aves
 1150 não insensibilizadas apresentou menor CRA (27,83%) quando comparada à carne
 1151 de aves submetidas à eletronarcose com 90 V (25,51%) e 40 V (24,86%) em alta
 1152 frequência, 800 Hz.

1153 No presente trabalho, houve diferença na CRA entre os tratamentos para as
 1154 diferentes frequências elétricas, sendo a frequência de 650 Hz a que obteve maior
 1155 valor de 34,08% de CRA ($P < 0,05$). Os demais tratamentos, apresentaram CRA
 1156 ligeiramente inferior à obtida por Komiyama et al. (2008), que verificaram CRA em
 1157 peito de frango de 33,39%, porém, este valor foi superior à de 25,51% obtida por
 1158 Takahashi (2007) em peito de frangos atordoados em alta frequência (800Hz).

1159 De acordo com Komiyama et al. (2008), o pH do músculo tem sido associado
 1160 com outros atributos de qualidade da carne incluindo maciez, CRA, perdas por
 1161 cozimento, suculência e estabilidade microbiana. Além disso, variações na cor da
 1162 carne do peito, presumivelmente são devido, primeiramente, aos efeitos do pH, o

1163 que posteriormente afeta a vida de prateleira, as perdas por exsudação, CRA e
1164 perdas pelo cozimento.

1165 Takahashi (2007), ao avaliar filés de peito de três linhagens de frangos de
1166 corte aos 42 dias de idade, entre elas a *Cobb*, observou o valor de 5,72 para o pH
1167 médio dessa linhagem.

1168 Kato et al. (2013) ao avaliarem o pH *post mortem* de peito de frango
1169 encontraram o valor de 5,88 após 24 horas. Valores próximos desse pH (5,76 a
1170 5,78) foram encontrados no presente estudo.

1171 Takahashi (2007), não obteve diferença significativa ao avaliar a PPC, FC,
1172 CAA em frangos de corte submetidos a 3 tratamentos de atordoamento (sem
1173 atordoamento, atordoamento a 40V e frequência de 800 Hz e atordoamento a 90V e
1174 frequência de 800 Hz). Em estudo relatado por Bitencourt (2011), os métodos de
1175 insensibilização por eletronarcose e atmosfera controlada não influenciaram a perda
1176 de peso pelo cozimento, a perda pelo descongelamento e a força de cisalhamento
1177 de filés de peito de frango, sendo os valores encontrados de 28,7%, 4,1% e 1,35 Kgf
1178 respectivamente.

1179 De acordo com Bitencourt (2011), a perda de peso no descongelamento em
1180 carcaça e cortes de frango está relacionada com a temperatura da carcaça na saída
1181 do *chiller*. Dessa forma, quanto maior a temperatura final das carcaças ao final do
1182 pré-resfriamento (maior que 7 °C) maior a quantidade de água absorvida.

1183 Ao avaliar a perda de peso por cozimento, força de cisalhamento, e a
1184 capacidade de absorção de água (CAA) da carne de peito de frangos de diferentes
1185 linhagens comerciais aos 42 dias insensibilizadas em alta tensão (90V), Takahashi
1186 (2007) verificou que para a linhagem *Ross*, os valores encontrados foram
1187 respectivamente 23,30%, 3,58 kgf e 64,80%. Ao comparar os resultados obtidos no
1188 presente trabalho para os mesmos parâmetros verificou-se em CC os seguintes
1189 valores, 30,21%, 3,60 kgf e 71,60%, respectivamente.

1190 Komiyama et al. (2008), ao avaliarem as características de qualidade da
1191 carne de filés de peito de frango de coloração pálida e normal, insensibilizados a 65
1192 V e 1000 Hz, obtiveram para PPC, FC e CAA em filés considerados pálidos, os
1193 valores de 23,87%, 4,68 kgf e 76,37% respectivamente. Ao comparar os mesmos
1194 parâmetros com o presente trabalho verifica-se que neste a PPC foi maior, a FC
1195 obteve resultados inferiores (3,42) indicando uma carne mais macia, e a CAA foi
1196 menor.

1197 Specht et al. (2009) verificaram que durante a cocção da carne de frango a
1198 maior perda de água ocorre em valores de pH entre 5,20 – 5,54 e a menor perda em
1199 pH próximo a 6,0. Esse comportamento decorre da hidrólise das proteínas
1200 miofibrilares que, em situações de aquecimento e pH ácido, promove a
1201 desnaturação proteica e a perda das propriedades funcionais da carne, diminuindo a
1202 capacidade de retenção de água. Segundo os mesmos autores, a relação da perda
1203 de exsudato durante a refrigeração do peito de frango em função do pH, 5,6 a 5,8,
1204 faz com que ocorra uma menor perda de exsudato coincidindo com o pH de maior
1205 capacidade de retenção de água.

1206 Para a força de cisalhamento, não houve diferença significativa entre o tipo de
1207 corrente ou a frequência elétrica. Takahashi et al. (2009) ao avaliarem aves
1208 submetidas ao atordoamento em alta e baixa voltagens e aves que não sofreram
1209 nenhum tipo de insensibilização, verificaram valores de força de cisalhamento de
1210 3,58 Kgf, 3,04 Kgf e 2,86 Kgf, respectivamente. Esses autores relataram que a alta
1211 tensão promoveu aumento nos valores de FC da carne de frango, que se mostrou
1212 mais dura devido a maior contração muscular gerada pela alta tensão. No presente
1213 experimento os valores para FC oscilaram de 3,42 a 3,60 Kgf, o que pode ser um
1214 indicativo da influência da tensão utilizada (70 V).

1215 Os resultados obtidos para as coordenadas de cor instrumental em peito de
1216 frangos de corte submetidos a diferentes condições de eletronarcose estão
1217 apresentados na Tabela 4.

1218

1219 Tabela 4. Efeito do tipo de corrente elétrica e frequência sobre os valores de L*, a*,
 1220 b*, C* e h.

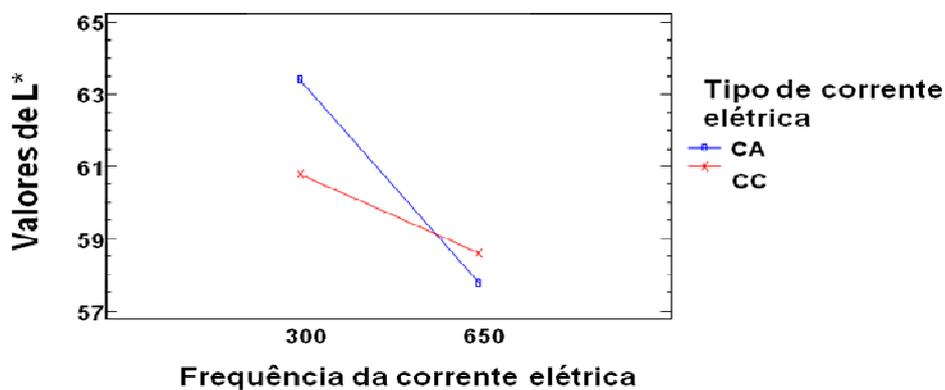
Parâmetros	Tipo de corrente elétrica		Frequência (Hz)	
	CC	CA	300	650
L*	59,67±0,34 ^a	60,58±0,34 ^a	62,08± 0,34 ^A	58,17±0,34 ^B
a*	11,45±0,19 ^a	10,99±0,19 ^a	11,13±0,19 ^A	11,31±0,19 ^A
b*	15,74±0,36 ^a	15,94±0,36 ^a	14,76±0,36 ^B	16,92±0,36 ^A
C*	19,53±0,32 ^a	19,44±0,32 ^a	18,58±0,32 ^B	20,39±0,32 ^A
h	53,60±0,76 ^a	55,02±0,75 ^a	52,69±0,76 ^B	55,94±0,75 ^A

1221 Letras minúsculas diferentes na mesma linha indicam diferença significativa e letras maiúsculas
 1222 diferentes na mesma linha indicam diferença significativa (P≤0,05).

1223

1224 Os valores de L* foram mais altos nos peitos dos frangos atordoados com
 1225 frequência de 300 Hz, mostrando maior brilho superficial e coincidindo com a menor
 1226 capacidade de retenção de água verificada nessas amostras (Tabela 2). Além disso,
 1227 houve interação entre os fatores, onde a combinação de corrente alternada e
 1228 frequência de 650 Hz apresentaram os menores valores de L* (Figura 8).

1229



1230 Figura 8: Variação nos valores de L* em frangos de corte submetidos a insensibilização por
 1231 eletroneuroanestesia em correntes alternada (CA) e contínua (CC) com frequências de corrente elétrica de
 1232 300 Hz e 650 Hz.

1233 Bridi et al. (2012) ao avaliarem parâmetros de qualidade da carne em aves
 1234 abatidas pelo método Halal, observaram que carnes com menores valores de pH
 1235 mostraram maior valor de L*, ou seja, carne de cor mais clara, que pode ser
 1236 ocasionada pela desnaturação proteica, havendo perda de proteínas solúveis como
 1237 hemoglobina e mioglobina. Essa relação não foi observada no presente estudo, visto

1238 que apesar das diferenças para a luminosidade com o uso de diferentes frequências
1239 elétricas, os valores de pH (5,76 a 5,78) não mostraram diferença significativa.

1240 Para os valores de b^* , C^* e h , o uso de frequência de 650 Hz promoveu
1241 maiores valores, indicando maior saturação de cor amarela no peito das aves, que é
1242 a cor característica desse corte de frango. Pinto et al. (2012) encontraram valores de
1243 b^* de 14,95 para peito de frango insensibilizado por eletronarcose e de 15,15 para
1244 peito de frango insensibilizado por exposição a gás, não havendo diferença
1245 significativa ($P>0,05$) entre os métodos de insensibilização. No presente estudo, os
1246 valores de b^* nas diferentes frequências variaram de 14,76 a 16,72, havendo
1247 diferença significativa, sendo o valor de b^* menor (14,76) em frequência de 300 Hz,
1248 indicando carne de coloração menos amarela.

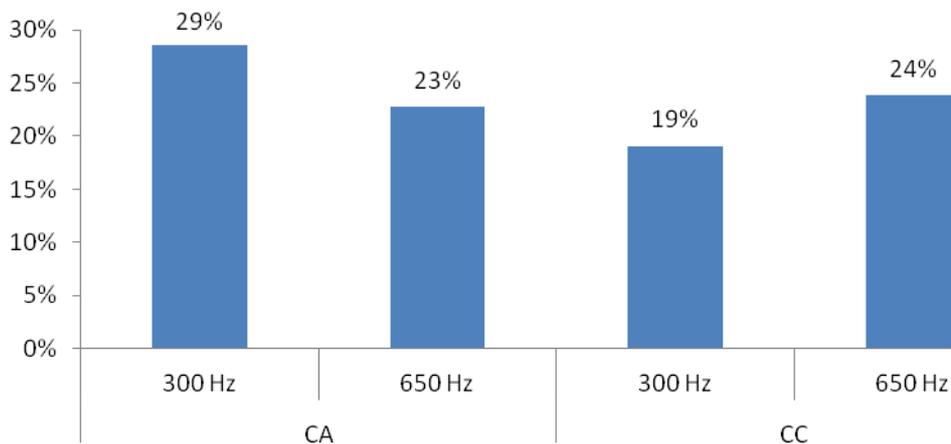
1249 Bitencourt (2011) ao comparar insensibilização em atmosfera controlada e
1250 eletronarcose notou que os peitos das aves submetidas à insensibilização gasosa
1251 foram mais claros (maior valor de L^*) e menos vermelhos (menor valor de a^*) em
1252 comparação às aves insensibilizadas por eletronarcose. Os valores encontrados
1253 pelo autor foram 60,55 e 8,94 para insensibilização gasosa e 65,48 e 5,14 para
1254 eletronarcose, respectivamente.

1255 De acordo com os Pinto et al. (2012), a carne de peito das aves submetidas
1256 ao método de exposição ao gás dióxido de carbono (CO_2) nas concentrações de
1257 13% e 15% apresentaram menor valor de a^* (4,47) e maior valor de L^* (64,69) em
1258 relação às aves submetidas ao método elétrico, 240 V, 60 Hz e 120 mA durante 3
1259 segundos, com valores de a^* de 5,51 e L^* de 61,99 ($P<0,05$), indicando carne menos
1260 vermelha e mais clara, provavelmente devido à menor quantidade de sangue
1261 residual nos músculos nos animais atordoados pelo método gasoso. Os autores
1262 sugerem que a menor perda de peso (2,65%) após sangria nas aves submetidas ao
1263 sistema elétrico em comparação à exposição a gás (3,56%), resultou nessa variação
1264 de cor na carne.

1265 No presente trabalho, não houve diferença para a perda de peso na sangria
1266 entre as diferentes frequências ou correntes elétricas, não interferindo na cor
1267 vermelha (a^*) da carne, que se mostrou semelhante entre os tratamentos ($P>0,05$).

1268 Ao avaliar os valores de pH e luminosidade (L^*) para verificar a ocorrência de
1269 carne PSE nas carcaças, foi observado que 23,53% das carcaças avaliadas
1270 apresentaram características de carne PSE (Barbut, 1997; Fletcher, 1999a).
1271 Considerando a ocorrência de carne PSE por tipo de corrente e frequência elétrica,

1272 os valores variaram de 19%, para a combinação frequência de 300 Hz e corrente
1273 contínua, a 29%, para a combinação frequência 300 Hz e corrente alternada,
1274 contudo, não foi observada diferença significativa entre os tipos de corrente ou
1275 frequências elétricas utilizadas (Figura 9).
1276



1277 Figura 9: Percentual de filés de peito de frango com características de carne PSE nas frequências de
1278 300 e 650 Hz e nas correntes alternada (CA) e contínua (CC).
1279

1280 Komiyama et al. (2008) ao avaliarem a qualidade da carne em frangos de
1281 corte abatidos por eletronarcose em uma frequência de 1000 Hz e 65 V constataram
1282 que o valor do pH final da carne pálida foi de 5,73 e o valor de L* de 52,57. Das
1283 amostras de carne consideradas PSE no presente estudo, o valor médio de pH foi
1284 de 5,63 e de L* de 60,75.

1285 Woelfel et al. (2002), relataram ocorrência de carne PSE superior à obtida no
1286 presente estudo, verificando a ocorrência de 30 a 50% em frangos abatidos em
1287 plantas norte-americanas. Por sua vez, os dados relatados por Soares et al. (2003),
1288 que observaram média de 21,95% de carne PSE em frangos abatidos em plantas
1289 brasileiras, estão mais próximos dos obtidos no presente estudo.

1290 3.4 CONCLUSÃO

1291

1292 De maneira geral, verifica-se que a frequência elétrica apresenta exerce maior
1293 influencia sobre os sinais de insensibilização, a ocorrência de lesões, os parâmetros
1294 sanguíneos e a qualidade da carne do que o tipo de corrente.

1295 Na verificação dos sinais de boa insensibilização e da ocorrência de lesões e
1296 traumas na carcaça, a frequência elétrica de 300 Hz mostrou-se mais eficiente para
1297 promover a perda de consciência dos animais, causando menos lesões. Contudo, o
1298 na frequência de 650 Hz não houve a ocorrência concomitante de sinais de
1299 consciência nos animais.

1300 Os indicadores sanguíneos de estresse e a qualidade da carne mostraram
1301 melhores resultados com o uso da frequência elétrica de 650 Hz.

1302 Dessa forma, pelos resultados obtidos, o uso de frequência de 650 HZ em
1303 corrente alternada ou contínua poderia ser indicado para a eletronar cose de frangos
1304 de corte, sugerindo-se a redução da tensão da corrente elétrica para reduzir a
1305 ocorrência de lesões (hematomas) nas carcaças.

1306

CAPÍTULO 4

1307

1308

1309 A insensibilização por eletronarcose é a mais comumente utilizada no Brasil,
1310 principalmente pelo seu baixo custo e por se enquadrar nas condições de produção
1311 de frangos de corte. No entanto, cada planta deve tentar enquadrar suas estruturas
1312 a fim de atender os parâmetros exigidos pelas normas vigentes e a qualidade da
1313 carne.

1314 A partir deste estudo, pode-se indicar a utilização de frequência de 650 HZ
1315 para a eletronarcose de frangos de corte, porém sugere-se testar tensão inferior a
1316 70 Volts na tentativa de reduzir o percentual de lesões (hematomas). Além disso, o
1317 peso e o tamanho das aves também devem ser levados em consideração para o
1318 ajuste da altura da cuba de insensibilização, proporcionando melhor imersão da
1319 cabeça das aves e conseqüentemente, a insensibilização efetiva.

1320 Outros estudos devem ser realizados comparando-se valores de tensão,
1321 associados ao tipo de corrente elétrica, valores de frequência e velocidades de
1322 abate, a fim de avaliar se ocorrem alterações em parâmetros de insensibilização,
1323 sanguíneos e de qualidade da carne.

1324 Dessa forma, tentar-se-á garantir o bem-estar dos animais, evitando
1325 comprometer a qualidade final do produto.

1326 **REFERÊNCIAS**

1327

1328 Animal Welfare Officer. AWO. 2004. Division of Food Animal Science. Animal welfare
1329 professional training. AWO reference 9292. Version 1.0. In: Animal welfare officer
1330 course. Langford, Bristol.

1331

1332 AOAC. 2000. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical
1333 Chemists. 17. ed. Gaithersburg, v. 1.

1334

1335 ART, T.; LEKEUX, P. 2005. Exercise-induced physiological adjustments to stressful
1336 conditions in sports horses. *Livest. Prod. Sci.* 92: 101-111.

1337

1338 ASTM International. 2001. American Society for Testing and Material. Standard
1339 practice for computing the colors of objects by using the CIE system. Pennsylvania:
1340 ASTM International.

1341

1342 Barbon, A. P. A. C. 2012. Efeito da rampa isolante na insensibilização de frangos de
1343 corte e seus reflexos sobre o BEA e qualidade da carcaça. Dissertação. Disponível
1344 em: <http://base.repositorio.unesp.br/handle/11449/94605>. Acesso em: 05 set. 2014.

1345

1346 Barbut, S. 1997. Problem of pale soft exsudative meat in broiler chickens. *Poult. Sci.*
1347 38: 350-355.

1348

1349 Barros, J. M. S., P. C. Gomes, L. F. T. Albino, H. S. Rostagno, and L. F. Costa. 2004.
1350 Exigência de sódio para frangos de corte nas fases de crescimento (22 a 42 dias) e
1351 final (43 a 53 dias). *Rev. Bras. Zootec.* 33: 1721-1733.

1352

1353 Bitencourt, D. A. 2011. Insensibilização de frangos de corte em atmosfera controlada
1354 na promoção do bem estar animal. Dissertação. Disponível em:
1355 [http://www.foa.unesp.br/include/arquivos/fmva/pgca/files/dissertacoes/mvppa/2011/D](http://www.foa.unesp.br/include/arquivos/fmva/pgca/files/dissertacoes/mvppa/2011/Diego-Augusto-Bitencourt-ME.pdf)
1356 [iego-Augusto-Bitencourt-ME.pdf](http://www.foa.unesp.br/include/arquivos/fmva/pgca/files/dissertacoes/mvppa/2011/Diego-Augusto-Bitencourt-ME.pdf). Acesso em: 05 set. 2014.

1357

1358 Borges, S. A., A. Maiorka, and A. V. F. Silva. 2003. Fisiologia do estresse calórico e
1359 a utilização de eletrólitos em frangos de corte. *Ciênc. Rural.* 33: 975-981.

1360 BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Departamento
1361 Nacional e Inspeção de Produtos de Origem Animal. Regulamento de Inspeção
1362 Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal – RIISPOA, de 29 de março de
1363 1952. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 29 mar. 1952.

1364
1365 BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 210 de 10
1366 de novembro de 1998. Regulamento técnico da inspeção tecnológica e higiênico-
1367 sanitária de carne de aves. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 10 nov. 1998.

1368
1369 BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa
1370 Nº 20 de 21 de julho de 1999. Oficializar os Métodos Analíticos Físico-Químicos,
1371 para Controle de Produtos Cárneos e seus Ingredientes - Sal e Salmoura, em
1372 conformidade ao anexo desta Instrução Normativa, determinando que sejam
1373 utilizados no Sistema de Laboratório Animal do Departamento de Defesa Animal.
1374 Diário Oficial da União, Brasília, DF, 21 jul. 1999.

1375
1376 BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa
1377 Nº 3 de 17 de janeiro de 2000. Regulamento técnico de métodos de insensibilização
1378 para o abate humanitário de animais de açougue. Diário Oficial da União, Brasília,
1379 DF, 17 jan. 2000.

1380
1381 BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa
1382 Nº 56 de 2 de dezembro de 2009. Estabelecer os procedimentos para registro,
1383 fiscalização e controle de estabelecimentos avícolas de reprodução e comerciais, na
1384 forma dos anexos desta Instrução Normativa. Diário Oficial da União, Brasília, DF,
1385 02 dez. 2009.

1386
1387 Bridi, A. M. 2011. Transformação do músculo em carne: manipulação e
1388 consequências. Departamento de Zootecnia. Universidade Estadual de Londrina.
1389 Disponível em:
1390 <http://www.uel.br/pessoal/ambridi/Carnesecarcacasarquivos/Transformacao.pdf>.
1391 Acesso em: 30 jan. 2013

1392

1393 Bridi, A. M., N. A. N. Fonseca, C. A. Silva, M. R. S. Balarin, K. K. M. C. Flaiban, C.
1394 Costantino, M. A. Tarsitano, and T. A. B. Cardoso. 2012 Indicadores de estresse e
1395 qualidade da carne em frangos abatidos pelo método “Halal”. Semina: Ciências
1396 Agrárias, Londrina. 33: 2451-2460.
1397
1398 Carvalho R. H., A. L. Soares, M. Grespan, R. S. Spurio, F. A. G. Coró, A. OBA, and
1399 M. Shimokomaki. 2014. The effects of the dark house system on growth,
1400 performance and meat quality of broiler chicken. Animal Science Journal. 1-5.
1401
1402 EU. European Union. Directiva 98/58/CE do Conselho, de 14 de novembro de 1998.
1403 Relativa a proteção dos animais nas explorações pecuárias. 1998. Jornal Oficial da
1404 União Europeia.
1405
1406 EU. European Union. Regulamento (CE) N° 1099/2009 do Conselho, de 24 de
1407 setembro de 2009. Relativo à proteção dos animais no momento da occisão. 2009.
1408 Jornal Oficial da União Europeia.
1409
1410 Ferreira, F., W. E. Campos, A. U. Carvalho, M. F. A. Pires, M. L. Martinez, M. V. G.
1411 B. Silva, R. S. Verneque, and P. F. Silva. 2009. Parâmetros clínicos, hematológicos,
1412 bioquímicos e hormonais de bovinos submetidos ao estresse calórico. Arq. Bras.
1413 Med. Vet. Zootec. 61: 769-776.
1414
1415 Fletcher, D. L. 1999a. Broiler breast meat color variation, pH, texture. Poult. Sci. 78:
1416 1323-1327.
1417
1418 Fletcher, D. L. 1999b. Color variation in commercially packaged broiler breast fillets.
1419 Journal of Applied Poultry Research. 8: 67-69.
1420
1421 Fletcher, D. L., M. Qiao, and D. P. Smith. 2000. The relationship of raw broiler breast
1422 meat color and pH to cooked meat color and pH. Poult. Sci. 79: 784-788.
1423
1424 Fletcher, D. L. 2002. Poultry meat quality. World’s Poultry Science Journal. 58:131-
1425 145.
1426

1427 Fluxo Eletrônica. 2009. Industrial Manual Atordoador de Alta Frequência HF 6000
1428 Software v 2.3.
1429

1430 Freitas, E. R., N. N. P. Farias, G. A. J. Nascimento, A. M. Rodrigues, M. G. R.
1431 Queiroz, D. L. Raquel, and R. C. Lima. 2013. Parâmetros sanguíneos e ósseos de
1432 codornas de corte alimentadas com diferentes níveis de sódio. *Semina: Ciências*
1433 *Agrárias*. 34: 845-852.
1434

1435 Froning, G. W, and T. G. Uijttenboogaart. 1988. Effect of post mortem electrical
1436 stimulation on color, texture, pH, and cooking loses of hot and cold deboned chicken
1437 broiler breast meat. *Poult. Sci.* 67: 1536-1544.
1438

1439 Furlan, R. L., M. Macari, and M. J. R. P. Costa. 2005. Bem-estar das aves e suas
1440 implicações sobre o desenvolvimento e produção. In: *I Fórum Internacional de*
1441 *Avicultura*, Anais. Foz do Iguaçu, p. 60-68.
1442

1443 Gomide, L. A. M., E. M. Ramos, and P. R. Fontes. 2006. Tecnologia de abate e
1444 tipificação de carcaças. Viçosa: Editora UFV.
1445

1446 González, F. H. D., K. S. Haida, D. Mahl, G. Giannesi, and E. Kronbauer. 2001.
1447 Incidência de Doenças Metabólicas em Frangos de Corte no Sul do Brasil e Uso do
1448 Perfil Bioquímico Sanguíneo para o seu Estudo. *Rev. Bras. Cienc. Avic.* 3: 1-13.
1449

1450 Grandin, T. 2010. Auditing animal welfare at slaughter plants. *Meat Science*. 86: 56-
1451 65.
1452

1453 Gregory, N. G. 2008. Animal welfare at markets and during transport and slaughter.
1454 *Meat Science*. 80: 2-11.
1455

1456 Hamm, R. 1960. Biochemistry of Meat Hydratation. *Advances in Food Research*. 10:
1457 355-443.
1458

1459 Hart, K. A. 2012. The use of cortisol for the objective assessment of stress in
1460 animals: Pros and cons. *The Veterinary Journal* 192: 137–139.

1461 IBGE. Instituto Brasileiro Geografia e Estatística. Indicadores IBGE Estatística da
1462 Produção Pecuária. 2014. Disponível em<: <http://www.ibge.gov.br/home/>>. Acesso
1463 em 11 out. 2014.

1464

1465 Junqueira, O. M., B. C. Filho, L. F. Araújo, C. S. S. Araújo, and N. K. Sakomura.
1466 2000. Efeitos das fontes e níveis de sódio, cloro e potássio e da relação (Na + K)/Cl,
1467 sobre o desempenho e características do plasma sanguíneo de poedeiras
1468 comerciais. Rev. Bras. Zootec., 29: 1110-1116.

1469

1470 Kaneco, J. J., J. W. Harvey, M. L. Bruss. 2008. Clinical Biochemistry of Domestic
1471 Animals. Edited By.

1472

1473 Kato, T., C. F. Barbosa, E. I. Ida, A. L. Soares, M. Shimokomaki, and M. R. Pedrao.
1474 2013. Broiler chicken PSE (Pale, Soft, Exudative) meat and water release during
1475 chicken carcass thawing and Brazilian legislation. Braz. Arch. Biol. Technol. 56: 996-
1476 1001.

1477

1478 Kepczynski, F., M. F. Pinto, and D. A. Bitencourt. 2010. Bem-estar animal como valor
1479 agregado aos produtos avícolas: insensibilização em atmosfera controlada. Poult.
1480 Sci. 34: 5229-5231.

1481

1482 Komiyama, C. M., A. A. Mendes, S. E. Takahashi, J. Moreira, R. G. Garcia, C.
1483 Sanfelice, H. S. Borba, F. R. Leonel, I. C. L. A. Paz, and A. Balog. 2008. Chicken
1484 meat quality as a function of fasting period and water spray. Braz. Journal of
1485 Poult.Sci. 10: 179-183.

1486

1487 Komiyama, C. M., A. A. Mendes, S. E. Takahashi, J. Moreira, H.B.A. Borba, F. R.
1488 Leonel, R.O. Roça, I. C. L. P. Almeida, and A. B. Neto. 2009. Características
1489 qualitativas de produtos elaborados com carne de frango pálida e normal. Ciênc.
1490 Tecnol. Aliment. 29: 38-45.

1491

1492 Linares, M. B., R. Bórnez, and H. Vergara. 2008. Effect of stunning systems on meat
1493 quality of Manchego suckling lamb packed under modified atmospheres. Meat
1494 Science. 78: 279-287.

1495 Ludtke, C.B., C. E.W. Nogueira, W. Bertoloni, O. A. D. Costa, and G. J. D. Soares.
1496 2012. Bem-estar animal no manejo pré-abate e a influência na qualidade da carne
1497 suína e nos parâmetros fisiológicos do estresse. *Cienc. Rural* 42: 532-537.
1498

1499 Ludtke, C. B., J. R. P. Ciocca, T. Dandim, P. C. Barbalho, and J. A. Vilela. 2010.
1500 Abate humanitário de aves. WSPA.
1501

1502 Mcneal, W. D., and D. L. Fletcher. 2003. Effects of High Frequency Electrical
1503 Stunning and Decapitation on Early Rigor Development and Meat Quality of Broiler
1504 Breast Meat. *Poult. Sci.* 82: 1352–1355.
1505

1506 Mendes, A. A. 2001. Jejum Pré-abate em Frangos de Corte. *Rev. Bras. Ciênc. Avíc.*
1507 3: 199-209.
1508

1509 Moraes, L. B. 2004. Estabelecimento de escores histopatológicos de lesão hepática
1510 e determinação dos valores normais das enzimas aspartato aminotransferase e CK
1511 em frangos de corte. Dissertação. Disponível em
1512 <http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/5090>. Acesso em: 04 set. 2014.
1513

1514 Naas, I. A. 2011. O comportamento das aves como indicador de problemas na
1515 granja. Disponível em: www.aveworld.com.br. Acesso em: 10 out. 2013.
1516

1517 Oda, S. H. I., J. Schneider, A. I. Soares. 2003. Detecção de cor em filés de peito de
1518 frango. *Revista Nacional da Carne* 28: 30-34.
1519

1520 Peres, L. M., E. R. Oliveira, C. L. Lucio, J. S. Godrim, J. M. B. Ricci, J. C. F. Moraes,
1521 L. H. A. Barros, A. M. Bridi, and C. A. Silva. 2011. Análise comparativa de
1522 metodologias de determinação da capacidade de retenção de água. XXI Congresso
1523 Brasileiro de Zootecnia Universidade Federal de Alagoas Maceió.
1524

1525 Pinheiro, R. S. B., A. G. S. Sobrinho, H. B. A. Souza, and S. M. Yamamoto. 2009.
1526 Qualidade de carnes provenientes de cortes da carcaça de cordeiros e de ovinos
1527 adultos. *Rev. Bras. Zootec.* 38: 1790-1796.

1528 Pinto, M. F., J. P. Nicolau, E. H. G. Ponsano, and M. G. Neto. 2012. Electrical and
1529 CO₂ exposure methods to stun or kill broilers at slaughter: what s the influence on
1530 meat characteristics? In: 58th International Congress of Meat Science and
1531 Technology, 2012, Montreal. Proceedings of the 58th International Congress of Meat
1532 Science and Technology. Edmonton: Canadian Meat Science Association. Welfare.
1533 1-4.

1534 Rajman, M., M. Juráni, D. Lamošová, M. Máčajová, M. Sedlačková, L. Košťál, D.
1535 Ježová, and P. Výboh. 2006. The effects of feed restriction on plasma biochemistry
1536 in growing meat type chickens (*Gallus gallus*). Comparative Biochemistry and
1537 Physiology. 145: 363–371.

1538

1539 Reece, W. O. Anatomia funcional e fisiologia dos animais domésticos. 2008. São
1540 Paulo: Editora Roca.

1541

1542 Sá, L. M., P.C. Gomes, H. S. Rostagno, L. F. T. Albino, P. R. Cecon, and P. D.
1543 Agostini. 2004. Exigência nutricional de cálcio para frangos de corte, nas fases de
1544 crescimento e terminação. Rev. Bras. Zootec. 33: 397-406.

1545

1546 Schilling, M.W., V. Radhakrishnan, Y. V. Thaxton, K. Christensen, J. P. Thaxton, and
1547 V. Jackson. 2008. The effects of broiler catching method on breast meat quality.
1548 Meat Science. 79: 163-171.

1549

1550 Soares, A. L., J. A. F. D. Lara, E. I. Ida, P. D. Guarnieri, R. Olivo, and M.
1551 Shimokomaki. 2003. Influence of preslaughter handling practices on broiler meat
1552 color in a commercial plant. In: 2003 IFT Annual Meeting and Food Expo, 2003,
1553 Chicago. IFT Annual Meeting Book of Abstracts.

1554

1555 Souza, B. B., A. G. Bertechini, C. D. Santos, J. A. F. Lima, A. S. Teixeira, and R. T.
1556 F. Freitas. 2004. Balanço de potássio e desempenho de frangos de corte
1557 suplementados com KCL no verão. Ciênc. Agrotec. 28: 1160-1168.

1558

1559 Specht, V. F. R., V. Simoni, N. Parise, and P. G. Cardoso. 2009. Avaliação da
1560 capacidade de retenção de água em peitos de frango em função do ph final. Rev.
1561 Bras. Agroc. 15: 77-81.
1562

1563 Spurio, R. S., A. L. Soares, R. H. Carvalho, V. J. Silveira, A. Rossa, M. Grespan,
1564 and M. Shimokomaki. 2012. Broiler chicken welfare. New development of transport
1565 container and vehicle design and meat quality. In: IUFOST 2012: 16th World
1566 Congress of Food Science and Technology, XVII Latin American Seminar of Food
1567 Science and Technology - ALACCTA, 2012, Foz do Iguaçu. Anais IUFOST 2012:
1568 16th World Congress of Food Science and Technology, XVII Latin American Seminar
1569 of Food Science and Technology - ALACCTA, 2012. v. 1. Disponível em
1570 <http://iufost.org.br/sites/iufost.org.br/files/anais/11321.pdf>. Acesso em: 01 nov. 2014
1571

1572 Takahashi, S. E, A. A. Mendes, C. M. Komiyama, H. B. A. Souza, I. C. L. A. Paz, R.
1573 G. Garcia, J. Moreira, A. B. Neto, and M. M. Boiago. 2009. Efeito do atordoamento
1574 elétrico e tipo de desossa sobre a ocorrência de carne pálida em frangos de corte.
1575 Vet. Zootec. 3: 61-69.
1576

1577 Takahashi, S. E. 2007. Ocorrência de carne pálida e características de qualidade de
1578 carne de frangos de corte. Dissertação. Disponível em:
1579 <http://base.repositorio.unesp.br/handle/11449/104133>. Acesso em: 05 set. 2014.
1580

1581 Thrall, M. A. 2006. Hematologia e bioquímica clínica veterinária. Editora Roca.
1582

1583 UBA (União Brasileira de Avicultura). 2008. Protocolo de Bem-Estar para Frangos e
1584 Perus. Disponível em:
1585 [http://www.ubabef.com.br/files/publicacoes/641b2593d2fd403c0b420a3525c0ad14.p](http://www.ubabef.com.br/files/publicacoes/641b2593d2fd403c0b420a3525c0ad14.pdf)
1586 [df](http://www.ubabef.com.br/files/publicacoes/641b2593d2fd403c0b420a3525c0ad14.pdf) Acesso em: 10 out. 2014.
1587

1588 UBA (União Brasileira de Avicultura). 2014. Relatório Anual 2014. P. 7-10.
1589 Disponível em: <http://www.ubabef.com.br/publicacoes?m=75&date=2014-03>. Acesso
1590 em: 10 ago. 2014.
1591

1592 Venturini, K. S., M. F. Sarcinelli, and L. C. Silva. 2007. Características da Carne de
1593 Frango. Dissertação. Disponível em:
1594 <http://www.agais.com/telomc/b01307_caracteristicas_carnefrango.pdf>. Acesso
1595 em: 20 ago. 2012.

1596 Vila, L. G. 2013. Bioquímica em aves: Revisão de literatura. Disponível em:
1597 http://www.ppgca.evz.ufg.br/up/67/o/2013_Laura_Vila_2corrig.pdf. Acesso em: 17
1598 dez. 2013.

1599

1600 Vieira, S. L. 2009a. Qualidade Visual de carcaças de frango de corte: uma
1601 abordagem a partir do ambiente de produção. Cascavel: Gráfica Positiva.

1602

1603 Vieira, M. L. L., L. M. Castro, A. M. Bridi, C. Constantino, M. A. Tarsitano, V.
1604 Zancanella, and N. A. N. Fonseca. 2009b. Avaliação dos parâmetros sanguíneos de
1605 frangos abatidos pelo método halal. XVIII Encontro Anual de Iniciação Científica da
1606 UEL. Anais.

1607

1608 Vieira, S. L. 2014. Considerações sobre as características de qualidade de carne de
1609 frango e fatores que podem afetá-la. XV Simpósio Brasil Sul de Avicultura e VI Brasil
1610 Sul Poultry Fair. Disponível em:
1611 http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/publicacao_n8l51x4q.pdf#page=6
1612 3. Acesso em: 21 nov. 2014.

1613

1614 Zhang, L., H. Y. Yue, H. J. Zhang, L. Xu, S. G. Wu, H. J. Yan, Y. S. Gong, and G. H.
1615 Qi. 2009. Transport stress in broilers: I. Blood metabolism, glycolytic potential, and
1616 meat quality. *Poult. Sci.* 88: 2033–2041.

1617

1618 Zivotofsky, A. Z., and R. D. Strous. 2012. A perspective on the electrical stunning of
1619 animals: Are there lessons to be learned from human electro-convulsive therapy
1620 (ECT). *Meat Science.* 90: 956–961.

1621

1622 Woelfel, R. L., C. M. Owens, E. M. Hirschler, D. R. Martinez, A. R. Sams. 2002. The
1623 characterization and incidence of pale, soft, and exudative broiler meat in a
1624 commercial processing plant. *Poult. Sci.* 81: 579-584.

APÊNDICES

APÊNDICE 2

FICHA DE AVALIAÇÃO DE EFICIÊNCIA DE ELETRONARCOSE DE FRANGOS DE CORTE

Data:									
Lote:									
Produtor:									
Tratamento:									
Voltagem:									
Frequência:									
Pulso:									
Tipo de Corrente:									
Velocidade de abate:									
AVALIAÇÃO DE PARÂMETROS VISUAIS DE ATORDOAMENTO ELÉTRICO									
Identificação Lacre	Respiração rítmica cloacal	Reflexo ocular	Asas junto ao corpo	Vocalização	Bater de asas coordenado	Pescoço arqueado	Tremores musculares	Pernas estendidas	Aves Vivas/ Mortas

0 = AUSÊNCIA
1 = PRESENÇA

APÊNDICE 3

FICHA DE AVALIAÇÃO DE FRATURAS E HEMATOMAS – APÓS SANGRIA E DEPENAGEM

Data:			
Lote:			
Tratamento:			
AVALIAÇÃO DE FRATURAS/ HEMATOMAS - APÓS SANGRIA E DEPENADEIRA			
Identificação da ave: número do lacre	Tipo de anomalia	Localização	Tamanho

Tipo de anomalia: Hemat. = hematoma; Frat. = fratura; VS = vaso cheio
Localização: A = asas; C = coxa e sobrecoxa; D = dorso; P = peito (fúrcula)
Tamanho: 1 = ≤1 cm; 2 = de 1 a 3 cm; 3 = > 3 cm

ANEXO

ANEXO 1

Padrão Americano de Tamanho de Lesões

