

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA
CAMPUS DE ARAÇATUBA

ELETRONARCOSE NO ABATE DE FRANGOS DE CORTE

Iderlipes Luiz Carvalho Bossolani

Médico Veterinário

ARAÇATUBA - SP

2015

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA
CAMPUS DE ARAÇATUBA

ELETRONARCOSE NO ABATE DE FRANGOS DE CORTE

Iderlipes Luiz Carvalho Bossolani

Orientador: Prof. Dr. Marcos Franke Pinto

Dissertação apresentada à Faculdade de Medicina Veterinária - Unesp, Campus de Araçatuba, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal (Medicina Veterinária Preventiva e Produção Animal).

ARAÇATUBA - SP

2015

Catálogo na Publicação (CIP)
Serviço de Biblioteca e Documentação – FMVA/UNESP

Bossolani, Iderlipes Luiz Carvalho

B655e

Eletronarcese no abate de frangos de corte / Iderlipes Luiz
Carvalho Bossolani.

Araçatuba: [s.n], 2015

58f. il.; CD-ROM

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Medicina Veterinária, 2015

Orientador: Prof. Dr. Marcos Franke Pinto

1. Bem estar animal. 2. abate. 3. aves. 4. insensibilização
elétrica. I. T.

CDD 636.0832



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de Araçatuba
Seção Técnica de Graduação e Pós-Graduação



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: Eletronarcolese no abate de frangos de corte.

AUTOR: IDERLIPES LUIZ CARVALHO BOSSOLANI

ORIENTADOR: Dr. MARCOS FRANKE PINTO

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE em CIÊNCIA ANIMAL (MEDICINA VETERINÁRIA PREVENTIVA E PRODUÇÃO ANIMAL) pela Comissão Examinadora.

Dra. MARIA LUIZA POIATTI

Dra. MÁRCIA MARINHO

Dr. MARCOS FRANKE PINTO

DATA DA REALIZAÇÃO: 26 de maio de 2015.

Presidente da Comissão Examinadora
Dr. MARCOS FRANKE PINTO
- Orientador -

DADOS CURRICULARES

IDERLIPES LUIZ CARVALHO BOSSOLANI – Nascido em Araçatuba, estado de São Paulo, em 7 de janeiro de 1991. Realizou o ensino fundamental e médio em escola particular de Araçatuba-SP. Iniciou o curso de Medicina Veterinária pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP, Faculdade de Medicina Veterinária de Araçatuba (FMVA), em 2008. Bolsista de iniciação científica vinculado à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), período de 2010/2011, e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), período de 2011/2012. Graduiu-se no ano de 2012. Ingressou na Pós-Graduação *Strictu sensu*, Mestrado em Ciência Animal, na UNESP – Campus de Araçatuba – área de Medicina Veterinária Preventiva e Produção Animal, no ano de 2013, sendo bolsista FAPESP de mestrado durante os anos de 2013 a 2015.

“Os seres humanos não nascem para sempre no dia em que as mães os dão à luz, mas sim no que a vida os obriga outra e muitas vezes a parirem a si mesmos.”

Gabriel García Márquez

A Deus, à família agraciada e à vida em amigos.

AGRADECIMENTOS

A começar com Deus, pela vontade de ser, saber e viver.

Aos meus familiares: Gladis, Iglair, José Paulo, Iderpaulo e Pâmella; pelo carinho, paciência e companhia.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Marcos Franke Pinto, pela confiança e generosidade.

Ao engenheiro elétrico Ubaldo Carvalho Neves Filho pela perspicácia e suporte ao projeto.

Aos professores e colaboradores do Departamento de Produção em Saúde Animal, em especial, Prof.^a Elisa Helena Giglio Ponsano, Prof. Manoel Garcia Neto e Prof.^a Sílvia Helena Venturoli Perri.

À equipe de biblioteca da Faculdade de Medicina Veterinária de Araçatuba; Isabel Pereira de Matos, Fátima Maria Metello Bertolucci e Michele L. Leite Bispo.

À UNESP, FMVA, pela oportunidade de realizar o curso de Mestrado em Ciência Animal e à FAPESP pelo auxílio financeiro concedido (Processo n.º 2013/07186-2 Bolsa de Mestrado e 2013/22340-8 Auxílio à Pesquisa).

Às amigas, além-acadêmicas, de Thiago, Wellington, Erivelto, Marcelo e Jefferson.

SUMÁRIO

	Página
SUMÁRIO.....	
LISTA DE ABREVIATURAS.....	
LISTA DE TABELAS.....	
LISTA DE FIGURAS.....	
RESUMO.....	
SUMMARY.....	
CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	15
Introdução.....	15
Revisão de Literatura.....	16
Indicadores sanguíneos de estresse.....	18
Qualidade da carne.....	18
Temperatura e pH.....	18
Cor.....	19
Capacidade de retenção de água.....	19
Teor de perda de líquido por gotejamento (“dripping test”).....	20
Perda de peso no cozimento.....	20
Força de cisalhamento.....	20
Delineamento experimental.....	21
Equipamentos utilizados na insensibilização.....	22
Metodologia.....	26
Referências.....	28
CAPÍTULO 2 – DESENVOLVIMENTO DE UM EQUIPAMENTO DE ATORDOAMENTO ELÉTRICO ALTERNATIVO PARA FRANGOS DE CORTE.....	
Resumo.....	33

Palavras-Chave.....	33
Summary.....	34
Keywords.....	34
Introdução.....	35
Material e Método.....	36
Resultados e Discussão.....	37
Conclusão.....	46
Referências.....	47
APÊNDICES.....	
Apêndice A - Metodologias Analíticas.....	53
Teor de perda de líquido por gotejamento (“dripping test”).....	53
Apêndice B - Capacidade de retenção de água.....	54
Apêndice C - Cor.....	55
Apêndice D - Perda de peso no cozimento e Força de cisalhamento.....	56
Apêndice E - Comitê de Ética no Uso de Animais.....	57
Referências.....	58

LISTA DE ABREVIATURAS

ABPA = Associação Brasileira de Proteína Animal

ANOVA = Análise de Variância

BEA = Bem-estar animal

CA = Corrente alternada

CC = Corrente contínua pulsante

CCP = Coxa com pele

CEE = Comunidade Econômica Europeia

CIE = Comissão Internacional de Iluminação

Cm = Centímetro

CNPq = Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

CO₂ = Gás Carbônico

CRA = Capacidade de retenção de água

CSP = Coxa sem pele

CV = Coeficiente de Variação

DEFRA = Departamento de Meio Ambiente, Alimentos e Assuntos Rurais

FAPESP = Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo

FMVA = Faculdade de Medicina Veterinária de Araçatuba

g = Grama

Hz = Hertz

kg = Quilograma

kgf/cm² = Quilograma de força por centímetro quadrado

Ltda = Limitada

mA = Miliampere

MAPA = Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

mg/dL = Miligrama por decilitro

ng/mL = Nanograma por mililitro

OIE = Organização Mundial de Saúde Animal

P = Peito

P = P-valor

pH = Potencial Hidrogeniônico

PPC = Perda de peso no cozimento

SP = São Paulo

TPLG = Teor de perda de líquido por gotejamento

UBA = União Brasileira de Avicultura/Associação Brasileira de Proteína Animal

UNESP = Universidade Estadual Paulista

V = Volts

1500 X G = Constante Gravitacional

°C = Graus Celsius

% = Porcentagem

LISTA DE TABELAS

Página

CAPÍTULO 2

Tabela 1 - Média e desvio padrão do peso (kg) das aves segundo os diferentes métodos de insensibilização.....	38
Tabela 2 - Análise fatorial da amperagem (mA).....	38
Tabela 3 - Média e desvio padrão da amperagem (mA) das aves segundo os diferentes métodos de insensibilização.....	39
Tabela 4 - Média e desvio padrão do indicador sanguíneo de estresse - glicose (mg/dL) - para aves submetidas a diferentes tratamentos.....	40
Tabela 5 - Média e desvio padrão do pH de peito e coxa da carcaça de aves.....	41
Tabela 6 - Média e desvio padrão da temperatura da carcaça de aves.....	42
Tabela 7 - Média e desvio padrão do percentual de perda de peso na sangria.....	42
Tabela 8 - Média e desvio padrão da coloração de peito, coxa com pele e coxa sem pele das aves submetidas a diferentes tratamentos.....	43
Tabela 9 - Média e desvio padrão das variáveis intrínsecas de qualidade para carne de frango conforme os diferentes métodos de insensibilização.....	45

LISTA DE FIGURAS

	Página
CAPÍTULO 1	
Figura 1 - Painel de protótipo insensibilizador elétrico por contato direto e de sistema de atordoamento em cuba d'água para aves (vista externa).....	22
Figura 2 - Painel de protótipo insensibilizador elétrico por contato direto e de sistema de atordoamento em cuba d'água para aves (vista interna).....	23
Figura 3 - Sistema de atordoamento elétrico em cuba d'água.....	24
Figura 4 - Sistema de atordoamento por contato direto.....	25
Figura 5 - Ave sendo insensibilizada pelo sistema de atordoamento por contato direto.....	25

ELETRONARCOSE NO ABATE DE FRANGOS DE CORTE

RESUMO – A eletronarcose em cuba d'água é o método de atordoamento elétrico mais amplamente aceito e empregado nos abatedouros de frango da maioria dos países. Embora seja previsto na legislação nacional, que regulamenta os métodos de insensibilização para abate humanitário, esse método promove fatores estressantes para as aves. Este estudo objetivou estudar a viabilidade e eficácia de um equipamento insensibilizador elétrico por contato direto, utilizando corrente alternada (CA), aplicado na ave em pé, e avaliar suas implicações nas características intrínsecas da carne de frango. Foram abatidas 56 aves de linhagem comercial (Cobb 500), com 42 dias de idade, num delineamento experimental inteiramente casualizado apresentando arranjo fatorial 2x2x2, sendo duas formas de aplicação de corrente elétrica, dois parâmetros de frequência e dois sexos. Os resultados foram analisados baseando-se na metodologia de ANOVA – com nível de significância de 5 % e teste de Duncan. Os resultados revelaram correlação linear significativa entre a amperagem e o peso dos animais. Não houve diferença estatística quanto à concentração sanguínea de glicose, cor da carne, teor de perda de líquido por gotejamento, capacidade de retenção de água, perda de peso durante o cozimento e força de cisalhamento para ambos os sexos submetidos aos diferentes métodos de atordoamento elétrico. O sistema de insensibilização por contato direto é viável no que diz respeito à garantia de um abate humanitário às aves sem prejudicar a qualidade do produto final. Entretanto, tornam-se necessários estudos direcionados à mecanização do equipamento para que o mesmo possa ser integrado à indústria frigorífica.

Palavras-Chave: bem-estar animal, aves, insensibilização elétrica

DEVELOPMENT OF AN ALTERNATIVE ELECTRIC STUNNING DEVICE FOR BROILERS

SUMMARY – Eletronarcosis by water bath is the electrical stunning method most widely accepted and used in chicken slaughterhouses in most countries of the world. Although it is provided for Brazilian law, legislation that rules the stunning methods for humanitarian slaughter, this method causes stress for the birds, such as hanging and drowning. This study aimed to investigate the feasibility and effectiveness of an electrical stunning device, by direct contact, using alternating current (AC) applied in the bird standing, and evaluate their implications on the intrinsic characteristics of chicken meat. Fifty six birds (Cobb 500, 42 days of age) were slaughtered, in a completely randomized design featuring factorial arrangement 2 by 2 by 2, being two forms of electrical current application, two frequency parameters, and both sexes. The results were analyzed based on the ANOVA methodology, with a significance level of 5% and Duncan's test. There is a significant linear correlation between the amperage and the weight of the animals. There was no statistical difference in terms of blood glucose level, meat color, drip loss of fluid content, water holding capacity, cooking loss, and shear force for both sexes submitted to the different methods of electrical stunning. The stunning system by direct contact is viable as regards the humanitarian slaughter assurance for the birds, without damage in the quality of the final product. However, studies involving its mechanization, in order to integrate into the packing industry, are needed.

Keywords: animal welfare, birds, electrical stunning

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é considerado país de referência mundial em avicultura. Os consideráveis avanços em genética e melhoramento, controle e profilaxia de doenças, biossegurança, manejo, programas de qualidade e certificação; foram fundamentais para essa conquista. Em 2014 foram produzidas 12,3 milhões de toneladas de carne de frango, sendo um terço destas exportado para 155 países (ABPA, 2014).

O setor em alta quanto à produção e comercialização do produto e seus derivados estimula a competição entre os grandes frigoríficos e propicia a ascensão de abatedouros menores.

As populações da Europa e dos Estados Unidos, respectivamente, o continente que mais importa carne avícola brasileira e o país exportador que mais disputa esse mercado com o Brasil, possuem um posicionamento em relação ao bem-estar animal concreto e bem definido (EDWARDS; SCHNEIDER, 2005). Haja vista a Diretiva de 28 de junho de 2007, obrigatoriedade imposta pela União Europeia aos países exportadores de carne de frango, a qual conferiu normas mínimas relativas à proteção das aves (CEE, 2007). Portanto, para que as exigências do mercado interno e principalmente externo sejam atendidas, torna-se necessário manter a alta produção e evoluir no âmbito teórico-prático no que diz respeito a bem-estar animal.

Na produção de carne de frango, as etapas que antecedem o abate são críticas nesse aspecto. O manejo pré-abate – jejum, apanha e transporte – e o procedimento de abate em si, são passíveis de críticas e de rejeição por parte dos consumidores preocupados com o assunto (ALVES et al., 2014; GREGORY, 2008; MCCARTHY et al., 2004).

De acordo com a legislação brasileira todos os estabelecimentos destinados ao abate devem aplicar a insensibilização como etapa prévia à sangria. A legislação brasileira prevê, como opções para a insensibilização de aves, o método elétrico e a exposição à atmosfera modificada (BRASIL, 2000). Esse último, amplamente

testado por vários autores nos últimos anos, possibilita a insensibilização por exposição à atmosfera enriquecida de CO₂ (BATTULA et al., 2008; BITENCOURT, 2011), entretanto, se configura inviável para a indústria, devido: à dificuldade de monitorar o ponto de concentração do dióxido de carbono e padronização da mistura com outros gases do ar (quando estes são utilizados), ao controle do tempo de permanência do animal no equipamento, à variação de resposta individual das aves e ao alto custo das instalações (NICOLAU, 2012; ROÇA, 2012).

Assim sendo, o método de insensibilização mais utilizado nos abatedouros brasileiros, bem como na maior parte dos países que utilizam o abate mecanizado, é a eletronarcose. Nesse método, torna-se necessário retirar as aves das caixas de transporte e pendurá-las individualmente em ganchos, na posição invertida, penduradas pelos pés. Em seguida, suas cabeças são imersas em uma cuba d'água onde recebem um estímulo elétrico, o que provoca estresse e sofrimento, evidenciados pela vocalização e pelo comportamento das aves (LUDTKE et al., 2010; WOTTON; WILKINS, 2004).

A dificuldade de padronização do equipamento e de controle sobre o método de insensibilização possibilita a chegada de animais conscientes à etapa de sangria (LARA, 2002; PRINZ et al., 2010), principalmente devido à variação de tamanho dos lotes. Além de contrariar a legislação e ferir os princípios de bem-estar animal, que objetivam proporcionar um abate humanitário às aves, o resultado disso é a sangria imperfeita ou ainda a formação de petéquias na carne, principalmente no peito, fator de rejeição da compra do produto em supermercados e açougues por parte dos consumidores (ALI et al., 2007; BOSSOLANI et al., 2012).

1. 1 REVISÃO DE LITERATURA

Desde 1934 discute-se no país medidas de proteção aos animais, entretanto, somente no ano de 2000 foi criada uma instrução normativa específica para a realização de abate humanitário (BRASIL, 2000; SILVEIRA, 2013).

A cuba de imersão é o método de insensibilização mais presente na indústria avícola mundial. Embora colabore com a eficiência de produção, não atrasando o

processo industrial, este método de atordoamento infringe os princípios éticos de bem-estar animal e depende de outras condições extrínsecas para ser executado corretamente.

A desidratação de tecidos, decorrente do jejum prolongado pré-abate, provoca hemoconcentração e redução do volume sanguíneo. Isso aumenta a resistência da ave ao estímulo elétrico no momento de execução da eletronarcose na sala de abate e prejudica a insensibilização. A impedância entre os animais é outro fator que deve ser levado em consideração. As aves, machos e fêmeas, apresentam vários tamanhos e espessura de pés (região do tarso-metatarso que fica em contato com os ganchos no momento da pendura), podendo não estar totalmente em contato com a estrutura metálica dos ganchos, prejudicando a passagem de corrente elétrica (LUDTKE et al., 2010).

Ainda assim, para que se realize uma eletronarcose eficaz; a quantidade e a frequência de corrente, o tempo e a profundidade de imersão da cabeça do animal na água, a resistência do meio, o comprimento da cuba e a velocidade do transportador aéreo, ou nória, devem estar ajustados corretamente (UBA, 2008).

Devido a esses entraves para a padronização do método, aliados à tentativa de assegurar diminuição de estresse das aves durante a pendura, outros métodos elétricos vêm se apresentando como alternativas para melhor execução da eletronarcose, como o método “head-only”, no qual a corrente elétrica é aplicada apenas na cabeça, e o “head-to-cloaca”, com corrente sendo aplicada no sentido cloaca à cabeça (LAMBOOIJ et al., 2008; 2010; 2012; 2014). Ambos os procedimentos primam pela insensibilização por contato direto, sem a utilização de água. No primeiro, a maior preocupação é com o desenvolvimento de eletrodos capazes de envolver a área do cérebro, enquanto que no segundo, torna-se necessário um eletrodo adicional para garantir que o estímulo elétrico atinja o coração do animal (ALVES et al., 2014).

Frequência, voltagem e intensidade de corrente; respectivamente aferidas em hertz (Hz), volts (V) e miliamperes (mA), podem ser ajustadas durante a insensibilização. Essas variáveis têm influência direta no estado da ave após o atordoamento e na qualidade final da carcaça.

Quanto ao formato de onda de corrente, há a corrente contínua pulsante (CC) e a corrente alternada (CA). A corrente contínua flui em uma única direção, a partir do fornecimento de uma bateria que se liga e desliga, possuindo um formato quadrangular de onda. A corrente alternada altera a direção do fluxo, é gerada a partir do abastecimento da rede elétrica e seu formato de onda é senoidal ou retangular (RABELLO, 2009; PRINZ, 2012).

O presente estudo objetivou avaliar a eficácia de um método insensibilizador elétrico por contato direto (CA), alternativo ao sistema usual adotado pelos abatedouros no país, imersão em cuba d'água; e sua viabilidade em conferir bem-estar animal (abate humanitário), bem como suas implicações nas características intrínsecas da carne de frango.

1.2 INDICADORES SANGUÍNEOS DE ESTRESSE

Os indicadores sanguíneos de estresse avaliados em pesquisas de bem-estar animal dependem da espécie estudada. Em aves, quando submetidas a estresse, tem-se um aumento do nível de corticosterona sérico. Assim, utiliza-se a dosagem de corticosterona para avaliação do estresse de frangos de corte ao abate (HARVEY et al., 1980; NIJDAM et al., 2006). Embora seja um fiel indicador sanguíneo de estresse, sua dosagem é de alto custo, necessitando de “kits” comerciais e de um profissional treinado para análise. A determinação da concentração de glicose apresenta como vantagens a rapidez e o baixo custo, podendo ser utilizada como um método alternativo em substituição à corticosterona como indicador sanguíneo de estresse (BITENCOURT, 2011).

1.3 QUALIDADE DA CARNE

1.3.1 TEMPERATURA E pH

Em carnes, nos produtos livres da adição de ácidos orgânicos, o pH é decisivo para que ocorra proteólise e desnaturação proteica, reações responsáveis pela maturação. O mesmo está relacionado com o acúmulo de ácido láctico,

decorrente das alterações *post-mortem*, e o desenvolvimento do *rigor mortis*. A quantidade de ácido láctico presente na carne influi diretamente na qualidade final do produto, sendo ela a responsável pela modificação da cor e aparência; do sabor e aroma, da textura (maciez e suculência) e da capacidade de retenção de água (JORGE, 2008).

1.3.2 COR

A cor é um significativo atributo de qualidade para a venda de um produto. Além de ser indicativo de aparência, também reflete o estado de conservação do alimento, e as condições de como o mesmo foi produzido.

A luz refletida de um objeto pode ser dividida em três componentes denominados: “value, hue e chroma”. O primeiro é referente à claridade ou escuridão, branco ou preto. O segundo compreende a predominância do comprimento de onda refletido, o qual determina a percepção do matiz (vermelho, verde, amarelo, azul etc.), e o terceiro está relacionado à intensidade da coloração (POTTER; HOTCHKISS, 1986). Para a avaliação da cor de um alimento, com o intuito de simular a percepção humana, utilizam-se colorímetros.

1.3.3 CAPACIDADE DE RETENÇÃO DE ÁGUA

A capacidade de retenção de água (CRA) está relacionada à suculência da carne, ou seja, é a habilidade da carne em preservar água mediante as forças externas, tais como: corte, moagem e aquecimento. Para a indústria, uma baixa CRA significa prejuízo econômico durante o armazenamento, transporte e comercialização. Existe correlação entre CRA e maciez. Perdas na capacidade de retenção de água também causam rigidez na carne devido à redução da água intracelular (RAMOS; GOMIDE, 2007a).

1.3.4 TEOR DE PERDA DE LÍQUIDO POR GOTEJAMENTO (“DRIPPING TEST”)

O teor de perda de líquido por gotejamento está relacionado à temperatura da carcaça ao ser retirada do pré-resfriador (“chiller”) após o abate. A temperatura das

carcaças no final do processo deve ser igual ou inferior a 7°C, entretanto há uma tolerância à temperatura de 10°C. O valor limite, expresso em porcentagem, da perda de líquido por gotejamento – quantidade de água resultante do descongelamento – é de 6 % (BRASIL, 1998).

A preocupação com o excesso de água se dá não com relação à qualidade do produto, mas sim à fraude, lesão ao consumidor.

1.3.5 PERDA DE PESO NO COZIMENTO

A perda de peso no cozimento (PPC) é a capacidade da carne em reter a água contida em sua própria estrutura durante o cozimento. A umidade cárnea é responsável pela preservação da suculência, maciez, sabor e palatabilidade do produto. Assim, uma alta perda de peso no cozimento prejudica a textura, uma vez que a carne tornar-se-á dura, seca e fibrosa (MURAKAMI, 2009).

Segundo Bressan e Beraquet (2004), o peito deve ser o corte de eleição quando se deseja mensurar a textura e perda de peso no cozimento; pois, além de ser uma carne nobre, apresenta problemas com textura e umidade.

1.3.6 FORÇA DE CISALHAMENTO

A reologia é o estudo de materiais com características de sólido e fluido, um ramo da ciência que quantifica a tensão-deformação do alimento. A força de cisalhamento, juntamente às forças de compressão e tração, é uma componente da variável textura; e esta é responsável por influenciar hábitos alimentares por meio da aceitação ou não do consumidor para determinado produto (RAMOS; GOMIDE, 2007b).

Raça, dieta, idade, sexo, manejo, técnicas de abate e processamento têm influência direta sobre a maciez da carne. A maciez é o principal parâmetro de avaliação de qualidade de carne, pois reflete a aceitabilidade e satisfação por parte do consumidor. No que diz respeito às carnes, sua mastigação envolve um alto grau de tensão; portanto necessita-se que seja quantificada, por meio da força de

cisalhamento, para que a maciez do produto seja estabelecida (POMERANZ; MELOAN, 1994). Assim, por meio da utilização de texturômetros – equipamentos que avaliam objetivamente os parâmetros reológicos do alimento – além de padronização, tem-se garantia de credibilidade do resultado amostral.

2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Foram abatidas 56 aves de linhagem comercial (28 machos e 28 fêmeas), com 42 dias de idade, num delineamento experimental inteiramente casualizado apresentando arranjo fatorial 2x2x2, sendo dois métodos de aplicação de corrente elétrica (cuba d'água e contato direto), dois parâmetros de frequência (60 e 600 Hz) e dois sexos; totalizando 8 tratamentos com 7 repetições cada, conforme o modelo representativo abaixo.

T1 = Machos/60 Hz/cuba d'água	T3 = Machos/600 Hz/cuba d'água	T5 = Machos/60 Hz/contato direto	T7 = Machos/600 Hz/contato direto
T2 = Fêmeas/60 Hz/cuba d'água	T4 = Fêmeas/600 Hz/cuba d'água	T6 = Fêmeas/60 Hz/contato direto	T8 = Fêmeas/600 Hz/contato direto

2.1 EQUIPAMENTOS UTILIZADOS NA INSENSIBILIZAÇÃO

Ao longo do projeto, foram desenvolvidos e testados três protótipos. Muito embora os mesmos não tenham sido funcionais, foram de fundamental importância para evolução e aprimoramento do equipamento insensibilizador por contato direto abaixo.

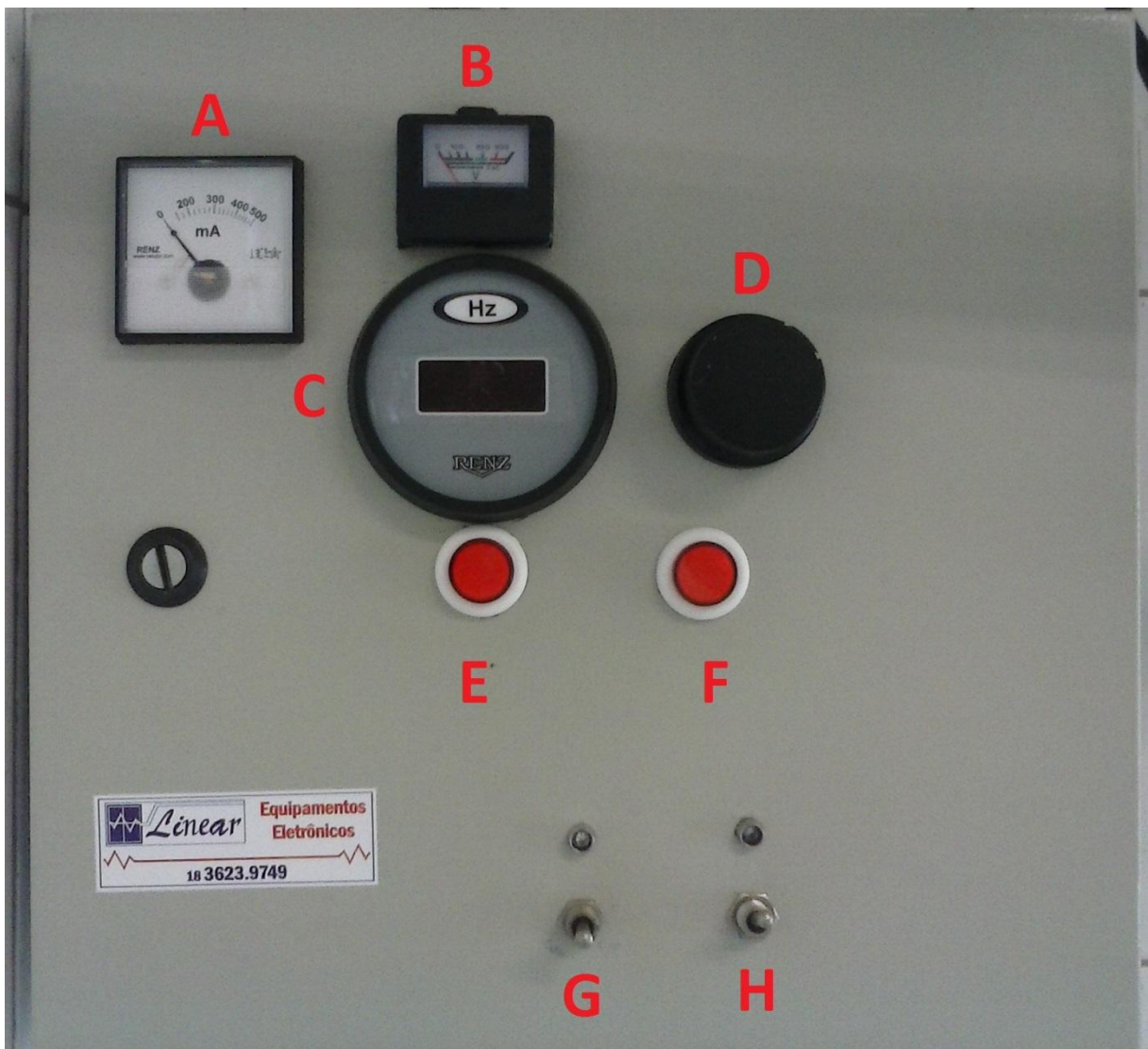


FIGURA 1 - Painel de protótipo insensibilizador elétrico por contato direto e de sistema de atordoamento em cuba d'água para aves (vista externa). A: Amperímetro (mA). B: Voltímetro (V). C: Freqüencímetro (Hz). D: Ajuste de freqüência elétrica (0-600 Hz). E: Disjuntor (Liga). F: Disjuntor (Desliga). H: Alternador de método eletronarcótico (cuba d'água ou contato direto). G: Liga/Desliga transportador aéreo de abate – nória.

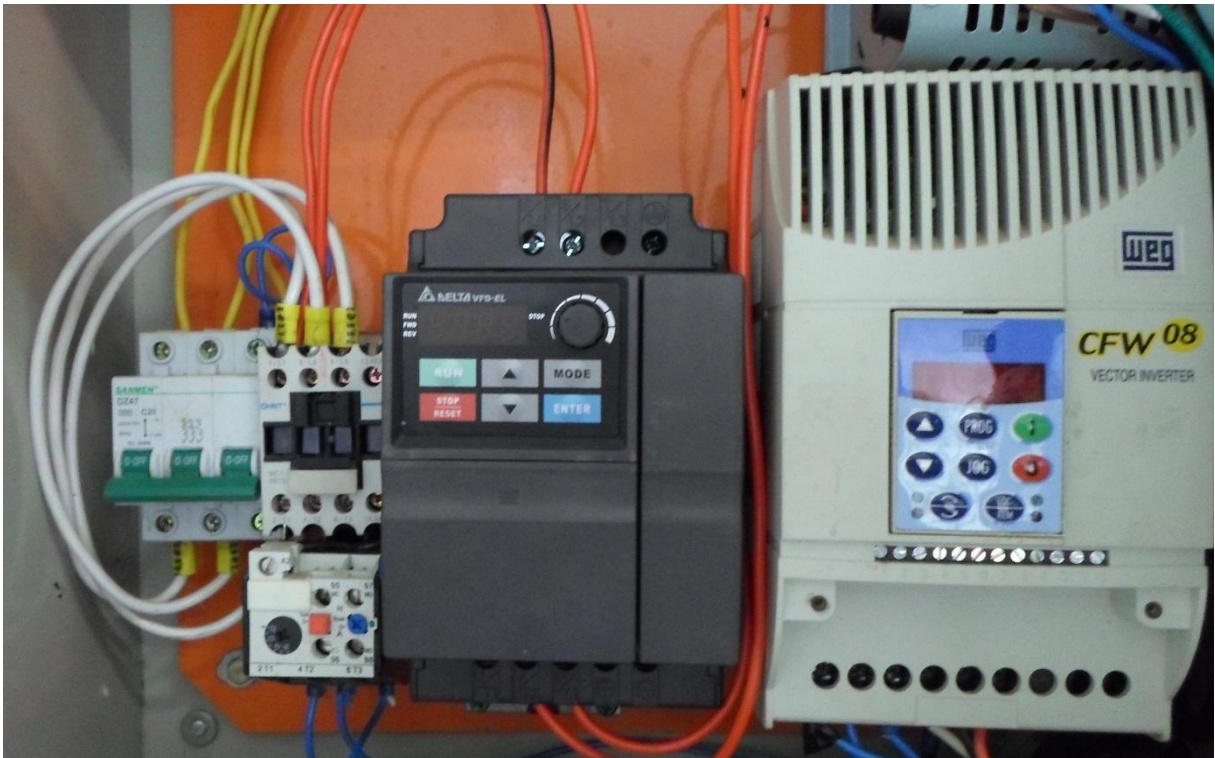


FIGURA 2 - Painel de protótipo insensibilizador elétrico por contato direto e de sistema de atordoamento em cuba d'água para aves (vista interna). Esq. Disjuntor elétrico. Ao centro (inicializador de corrente elétrica, em verde, e finalizador, em vermelho). Dir. (Inicializador de transportador aéreo de abate - nória, em verde, e finalizador, em vermelho).



FIGURA 3 - Sistema de atordoamento elétrico em cuba d'água. A: Painel elétrico (ao fundo). B: Transportador aéreo de abate – nória. C: Ganchos. D: Cuba d'água. E: Calha de sangria.



FIGURA 4 - Sistema de atordoamento por contato direto. Capacete eletronnarcótico (acima) e cuba para contenção física e condução elétrica (abaixo).



FIGURA 5 - Ave sendo insensibilizada pelo sistema de atordoamento por contato direto.

2.2 METODOLOGIA

2.2.1 AVALIAÇÃO DO ESTRESSE POR INDICADOR SANGUÍNEO

Glicose

A mensuração da glicemia (mg/dL) foi realizada durante a sangria, por meio da coleta de uma gota de sangue diretamente da jugular das aves, com a utilização de sistema de monitorização de glicose no sangue (glicosímetro portátil, “FreeStyle Lite”).

2.2.2 DETERMINAÇÃO DA PERDA DE PESO NA SANGRIA DAS AVES

As aves foram pesadas individualmente antes e após a sangria, em balança Filizola®, carga máxima de 60 kg, mínima de 250 g e sensibilidade de 10 g para a determinação da porcentagem de perda de peso nessa etapa como estimativa da quantidade de sangue drenado das carcaças.

2.2.3 AFERIÇÃO DE pH E TEMPERATURA DA CARNE

A mensuração de pH e temperatura deu-se na musculatura do peito por meio da utilização de pHmetro portátil de inserção com compensador de temperatura, marca “Mettler Toledo” (modelo 1120-X).

2.2.4 DETERMINAÇÃO DA COR

CIE e Sistema de Coloração “HunterLab”

A “Commission Internationale de l’Eclairage” (CIE) propôs a padronização da mensuração da variável cor em 1931 e Hunter desenvolveu o colorímetro fotoelétrico em 1952. Assim, o sistema “HunterLab Color” consiste na quantificação de “L”

(luminosidade, onde 0 = preto puro e 100 = branco puro), “a” (+a = vermelho, -a = verde) e “b” (+b = amarelo, -b = azul). Essa é uma das escalas mais empregadas na indústria de alimentos (RAMOS; GOMIDE, 2007c).

A avaliação foi feita por meio de espectrofotômetro de cor refletida portátil “Mini Scan XE Plus (HunterLab)”.

2.2.5 DETERMINAÇÃO DA CAPACIDADE DE RETENÇÃO DE ÁGUA E DO TEOR DE PERDA DE LÍQUIDO POR GOTEJAMENTO (“DRIPPING TEST”)

O porcentual de capacidade de retenção de água foi avaliado conforme metodologia descrita por Nakamura e Katoh (1985), que se baseia na pesagem de cerca de 1 g de carne crua seguida de centrifugação a 1500 x G por 4 minutos e acondicionamento em estufa a 70°C por 12 horas.

Para a mensuração do teor de perda de líquido por gotejamento foram seguidas as recomendações da Portaria n.º 210/98 do MAPA (BRASIL, 1998).

2.2.6 DETERMINAÇÃO DA PERDA DE PESO DURANTE O COZIMENTO

As amostras de peito foram cozidas em “grill” elétrico e a temperatura interna dos filés foi monitorada por meio de termômetro de espeto “Solotest (Solotherm 1200)” até alcançar 82°C. O porcentual de perda de peso no cozimento foi determinado pela diferença de peso inicial e final dos filés.

2.2.7 AVALIAÇÃO DA FORÇA DE CISALHAMENTO

A avaliação foi realizada por texturômetro (“TAX-T2 – Stable Micro Systems Texture Analyser”) de lâmina de aço do tipo “Warner Bratzler”, modelo SMS (3 mm de espessura) com fenda de formato triangular em sua base. Os resultados dos picos de força extraídos do gráfico do “software” foram expressos em kgf/cm².

2.3 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os resultados foram analisados por software de análise estatística, “SAS 9.3” (SAS, 2015), baseando-se na metodologia de ANOVA – com nível de significância de 5 % pelo teste F (ZAR, 1992) – e teste de Duncan.

3. REFERÊNCIAS

- ABPA. Associação Brasileira de Proteína Animal. In: MACARI, M.; MENDES, A. A.; MENTEN, J. F.; NAAS, I. A. **Produção de frangos de corte**. 2.ed. Campinas: FACTA, 2014. p.3.
- ALI, A. S. A.; LAWSON, M. A.; TAUSON, A. H.; JENSEN, J. F.; CHWALIBOG, A. Influence of electrical stunning voltages on bleed out and carcass quality in slaughtered broiler chickens. **Arch. Geflügelk.**, v.71, n.1, p.35-40, 2007.
- ALVES, S. P.; CIOCCA, J. R. P.; DE LA VEGA, L. T. Manejo pré-abate e bem-estar. In: MACARI, M.; MENDES, A. A.; MENTEN, J. F.; NAAS, I. A. **Produção de frangos de corte**. 2.ed. Campinas: FACTA, 2014. Cap. 11, p.195-223.
- BATTULA, V.; SCHILLING, M. W.; VIZZIER-THAXTON, Y.; BEHRENDTS, J. M.; WILLIAMS, J. B.; SCHMIDT, T. B. The effects of low-atmosphere stunning and deboning time on broiler breast meat quality. **Poult. Sci.**, v.87, p.1202-1210, 2008. doi: 10.3382/ps.2007-00454.
- BITENCOURT, D. A. **Insensibilização de frangos de corte em atmosfera controlada na promoção do bem-estar animal**. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal – Área de Medicina Veterinária Preventiva e Produção Animal) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária de Araçatuba, 2011.
- BOSSOLANI, I. L. C.; PINTO, M. F.; BITENCOURT, D. A. Perfil dos consumidores de carne de frango no município de Araçatuba – SP. **Vet. Zootec.**, v.19, n.2, supl. 2, p.131, 2012.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n.º 3 de 17 de outubro de 2000. Aprova o regulamento técnico de métodos de

insensibilização para o abate humanitário de animais de açougue. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 24/01/2000. Seção 1, p.14.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria n.º 210 de 10 de novembro de 1998. Aprova o regulamento técnico de inspeção tecnológica e higiênico-Sanitária de carne de aves. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 26/11/1998, Seção 1, p.226.

BRESSAN, M. C.; BERAQUET, N. J. Tratamentos de pré-resfriamento e resfriamento sobre a qualidade de carne de peito de frango. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, v.24, n.2, p.230-235, 2004.

CEE. Comunidade Econômica Europeia. **Directiva 2007/43/CE do Conselho, de 28 de junho de 2007, relativa ao estabelecimento de regras mínimas para a proteção dos frangos de carne**. Disponível em <<http://www.apicarnes.pt/pdf/bemestardirectiva200743ce.pdf>> Acesso em: 29 out. 2014.

CIE. **Colorimetry**. 2.ed. Viena: Commission internationale de l'Eclairage, 1986. (CIE Publications, n. 15.2).

EDWARDS, J. D.; SCHNEIDER, H. P. The world veterinary association and animal welfare. **Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.**, v.24, n.2, p.639-646, 2005.

GREGORY, N. G. Animal welfare at markets and during transport and slaughter. **Meat Sci.**, v.80, n.1, p.2-11, 2008.

HARVEY, S.; MERRY, B. J.; PHILLIPS, J. G. Influence of stress on the secretion of corticosterone in duck (*anas platyrhynchos*). **J. Endocrinol.**, v.87, n.1, p.161-171, 1980.

JORGE, P. S. **Avaliação do bem-estar durante o pré-abate e abate e condição sanitária de diferentes segmentos da produção avícola**. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária – Área de Medicina Veterinária Preventiva) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, 2008.

LAMBOOIJ, E.; REIMERT, H. G. M.; HINDLE, V. A. Evaluation of head-only electrical stunning for practical application: assessment of neural and meat quality parameters. **Poult. Sci.**, v.89, p.2551-2558, 2010. doi: 10.3382/ps.2010-00815.

- LAMBOOIJ, E.; REIMERT, H.; VAN DE VIS, J. W.; GERRITZEN, M. A. Head-to-cloaca Electrical Stunning of Broilers. **Poult. Sci.**, v.87, p.2160-2165, 2008. doi: 10.3382/ps.2007-00488.
- LAMBOOIJ, E.; REIMERT, H. G. M.; VERHOEVEN, M. T. W.; HINDLE, V. A. Cone restraining and head-only electrical stunning in broilers: effect on physiological responses and meat quality. **Poult. Sci.**, v.93, p.512-518, 2014. doi: 10.3382/ps.2013-03318.
- LAMBOOIJ, E.; REIMERT, H. G. M.; WORKEL, L. D.; HINDLE, V. A. Head-cloaca controlled current stunning: assessment of brain and heart activity and meat quality. **Br. Poult. Sci.**, v.53, n.2, p.168-174, 2012. doi: 10.1080/00071668.2012.665434.
- LARA, J.A.F.; NINOV, K.; BONASSI, C. A.; LEDUR, M. C.; NEPOMUCENO, A.L.; SHIMOKOMAKI, M. Estresse térmico e incidência de carne PSE em frangos. **Rev. Bras. Cienc. Avic.**, v.4, p.15, 2002.
- LUDTKE, C.B.; CIOCCA, J.R.; DANDIN, T.; DALLA COSTA, O. A. **Abate humanitário de aves**. Rio de Janeiro: WSPA, 2010.
- MCCARTHY, M.; O'REILLY, S.; COTTER, L.; BOER, M. Factors influencing consumption of pork and poultry in the Irish market. **Appetite.**, v.43, p.19-28, 2004.
- MURAKAMI, K. T. T. **Óleo de linhaça como principal fonte lipídica na dieta de frangos de corte**. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal – Área de Medicina Veterinária Preventiva e Produção Animal) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária de Araçatuba, 2009.
- NAKAMURA, M.; KATOH, K. Influence of thawing method on several properties of rabbit meat. **Bull. Ishikawa Prefec. Coll. Agric.**, v.11, p. 45-49, 1985.
- NICOLAU, J. P. **Variáveis envolvidas nas etapas de insensibilização e pré-resfriamento no abate de frangos**. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal – Área de Medicina Veterinária Preventiva e Produção Animal) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária de Araçatuba, 2012.
- NIJDAM, E.; LAMBOOIJ, E.; NABUURS, J. A.; DECUYPERE, E.; STEGEMAN, J. A. Influences of feeding conventional and semisynthetic diets and transport of broilers on weight gain, digestive tract mass, and plasma hormone and metabolite concentrations. **Poult. Sci.**, v.85, p.1652-1659, 2006.

- POMERANZ, Y.; MELOAN, C. E. **Food analysis: theory and practice**. 3rd. ed. New York: Chapman & Hall, 1994. p. 449-478.
- POTTER, N. N.; HOTCHKISS, J. H. **Food science**. 5th. ed. New York: Chapman & Hall, 1986. p. 90-95.
- PRINZ, S.; VAN OIJEN, G.; EHINGER, F.; BESSEI, W.; COENEN, A. Electrical waterbath stunning: Influence of different waveform and voltage settings on the induction of unconsciousness and death in male and female broiler chickens. **Poult. Sci.**, v.91, p.998-1008, 2012. doi: 10.3382/ps.2009-00137.
- PRINZ, S.; VAN OIJEN, G.; EHINGER, F.; COENEN, A.; BESSEI, W. Electroencephalograms and physical reflexes of broilers after electrical waterbath stunning using an alternating current. **Poult. Sci.**, v.89, p.1265-1274, 2010. doi: 10.3382/ps.2009-00135.
- RABELLO, M. M. **Proposta de um sistema de atordoamento elétrico em aves para abatedouros**. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Elétrica - Universidade Estadual de Londrina), 2009.
- RAMOS, E. M.; GOMIDE, L. A. M. **Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologias**. 1ª ed. Viçosa: Ed. UFV, 2007. p. 47. a.
- RAMOS, E. M.; GOMIDE, L. A. M. **Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologias**. 1ª ed. Viçosa: Ed. UFV, 2007. p. 388. b.
- RAMOS, E. M.; GOMIDE, L. A. M. **Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologias**. 1ª ed. Viçosa: Ed. UFV, 2007. p. 313. c.
- ROÇA, R. O. **Abate de aves**. Disponível em <<http://www.fca.unesp.br/Home/Instituicao/Departamentos/Gestaoetecnologia/Teses/Roca104.pdf>> Acesso em: 05 set. 2014.
- SILVEIRA, M. A. **Parâmetros de bem-estar animal e abate humanitário em frangos de corte**. Monografia apresentada no curso de Pós-graduação (especialização em Produção, Tecnologia e Higiene de Alimentos de Origem Animal - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Medicina Veterinária), 2013.
- SAS Institute. **SAS/STAT software 9. 3: changes and enhancements through release**. Cary: SAS Institute, 2015.

UBA. União Brasileira de Avicultura. **Protocolo de bem-estar para frangos e perus.** Disponível em <

<http://www.ubabef.com.br/files/publicacoes/641b2593d2fd403c0b420a3525c0ad14.pdf>> Acesso em: 29 out. 2014.

WOTTON, S.; WILKINS, L. J. Primary processing of poultry. In: WEEKS, C.; BUTTERWORTH, A. **Measuring and auditing broiler welfare.** Bristol: Cromwell Press, 2004. Cap.13. p.161-180.

ZAR, J.H. **Biostatistical analysis.** 4. ed. New Jersey: Prentice-Hall, 1992. p.930.

CAPÍTULO 2 – DESENVOLVIMENTO DE UM EQUIPAMENTO DE ATORDOAMENTO ELÉTRICO ALTERNATIVO PARA FRANGOS DE CORTE

RESUMO – A eletronarcore em cuba d'água é o método de atordoamento elétrico mais amplamente aceito e empregado nos abatedouros de frango da maioria dos países. Embora seja previsto na legislação nacional, que regulamenta os métodos de insensibilização para abate humanitário, esse método promove fatores estressantes para as aves. Este estudo objetivou estudar a viabilidade e eficácia de um equipamento insensibilizador elétrico por contato direto, utilizando corrente alternada (CA), aplicado na ave em pé, e avaliar suas implicações nas características intrínsecas da carne de frango. Foram abatidas 56 aves de linhagem comercial (Cobb 500), com 42 dias de idade, num delineamento experimental inteiramente casualizado apresentando arranjo fatorial 2x2x2, sendo duas formas de aplicação de corrente elétrica, dois parâmetros de frequência e dois sexos. Os resultados foram analisados baseando-se na metodologia de ANOVA – com nível de significância de 5 % e teste de Duncan. Os resultados revelaram correlação linear significativa entre a amperagem e o peso dos animais. Não houve diferença estatística quanto à concentração sanguínea de glicose, cor da carne, teor de perda de líquido por gotejamento, capacidade de retenção de água, perda de peso durante o cozimento e força de cisalhamento para ambos os sexos submetidos aos diferentes métodos de atordoamento elétrico. O sistema de insensibilização por contato direto é viável no que diz respeito à garantia de um abate humanitário às aves sem prejudicar a qualidade do produto final. Entretanto, tornam-se necessários estudos direcionados à mecanização do equipamento para que o mesmo possa ser integrado à indústria frigorífica.

Palavras-Chave: abate, aves, eletronarcore, insensibilização elétrica

DEVELOPMENT OF AN ALTERNATIVE ELECTRIC STUNNING DEVICE FOR BROILERS

SUMMARY – Eletronarcosis by water bath is the electrical stunning method most widely accepted and used in chicken slaughterhouses in most countries of the world. Although it is provided for Brazilian law, legislation that rules the stunning methods for humanitarian slaughter, this method causes stress for the birds, such as hanging and drowning. This study aimed to investigate the feasibility and effectiveness of an electrical stunning device, by direct contact, using alternating current (AC) applied in the bird standing, and evaluate their implications on the intrinsic characteristics of chicken meat. Fifty six birds (Cobb 500, 42 days of age) were slaughtered, in a completely randomized design featuring factorial arrangement 2 by 2 by 2, being two forms of electrical current application, two frequency parameters, and both sexes. The results were analyzed based on the ANOVA methodology, with a significance level of 5% and Duncan's test. There is a significant linear correlation between the amperage and the weight of the animals. There was no statistical difference in terms of blood glucose level, meat color, drip loss of fluid content, water holding capacity, cooking loss, and shear force for both sexes submitted to the different methods of electrical stunning. The stunning system by direct contact is viable as regards the humanitarian slaughter assurance for the birds, without damage in the quality of the final product. However, studies involving its mechanization, in order to integrate into the packing industry, are needed.

Keywords: slaughter, birds, eletronarcosis, electrical stunning

INTRODUÇÃO

A eletronarcose em cuba d'água é o método de atordoamento elétrico mais utilizado nos abatedouros comerciais para frango de corte no mundo. Embora seja previsto na legislação nacional, que regulamenta os métodos de insensibilização para abate humanitário; esse método promove fatores estressantes para as aves, tais como: a pendura e o afogamento.

Existem diferenças legislativas entre países exportadores e importadores de carne de aves quanto ao abate. Com exclusão do abate religioso (procedimento exigido por países de religião islâmica e judaica o qual se permite sangria da ave desprovida de atordoamento), Brasil e Estados Unidos praticam a eletronarcose como método elétrico à insensibilização. Segundo a Instrução Normativa n.º 3 (IN3/2000), conjunto de medidas que regulamenta o abate de animais de açougue em território brasileiro, a operação de sangria deve ser realizada logo após o animal ser insensibilizado, de modo a provocar um rápido escoamento de sangue antes que o animal recupere a sensibilidade (BRASIL, 2000).

Os europeus, além da prática eletronarcótica, têm a eletrocussão como método alternativo já regulamentado, ou seja, utilização de baixas frequências elétricas associada a altas correntes, provocando a morte do animal previamente à sangria (TAKAHASHI et al., 2009).

A OIE – Organização Mundial de Saúde animal – órgão que referencia assuntos sanitários perante a Organização Mundial do Comércio, e o DEFRA (“Department for Environment, Food and Rural Affairs”), instituição do Reino Unido, estipulam uma quantidade mínima de 100 miliamperes por frango, caso sejam empregadas baixas frequências (50 a 60 hertz) durante a insensibilização (DEFRA, 2010; OIE, 2008).

Frequência, voltagem e intensidade de corrente; respectivamente aferidas em hertz (Hz), volts (V) e miliamperes (mA), podem ser manipuladas durante o atordoamento. Quanto ao formato de onda de corrente têm-se: corrente contínua pulsante (CC) e corrente alternada (CA). A corrente contínua flui em uma única direção, a partir do fornecimento de uma bateria que se liga e desliga e possui o formato quadrado de onda. A corrente alternada altera a direção do fluxo, é gerada a

partir do abastecimento da rede elétrica e seu formato de onda é senoidal ou retangular (PRINZ, 2012; RABELLO, 2009).

Essas variáveis têm influência direta no estado de consciência da ave após realização do procedimento insensibilizador e na qualidade final da carcaça. Assim, devido à preocupação em oferecer abate humanitário visando também à diminuição dos defeitos tecnológicos que interferem na qualidade da carne, durante os últimos anos, no velho continente, o sistema de eletronarcore em cuba d'água (convencional) vem sendo substituído por outros métodos de atordoamento, tais como os modelos: "head-only" – aplicação de corrente isoladamente na cabeça da ave – e "head-to-cloaca", aplicação da corrente sentido cloaca à cabeça (LAMBOOIJ et al., 2008; 2010; 2012; 2014). Ambos os procedimentos preconizam insensibilização por contato direto, sem a utilização de água eletrificada, com o auxílio de eletrodos capazes de envolver a área do cérebro do animal ou que possibilitam que o estímulo elétrico atinja o seu coração (ALVES et al., 2014).

Este trabalho objetivou avaliar a eficácia de um método insensibilizador elétrico por contato direto (CA), alternativo ao sistema usual adotado pelos abatedouros no país, imersão em cuba d'água; e sua viabilidade em conferir bem-estar animal (abate humanitário), bem como suas implicações nas características intrínsecas da carne de frango.

MATERIAL E MÉTODO

Foram abatidas 56 aves de linhagem comercial (28 machos e 28 fêmeas Cobb 500), com 42 dias de idade, num delineamento experimental inteiramente casualizado apresentando arranjo fatorial 2x2x2, sendo dois métodos de aplicação de corrente elétrica alternada a 220 V (cuba d'água e contato direto), dois parâmetros de frequência (60 e 600 Hz) e dois sexos; totalizando 8 tratamentos com 7 repetições cada.

As análises ao abate consistiram na determinação da amperagem (por amperímetro elétrico, dada em miliamperes), da perda de peso na sangria – pesagem das aves, individualmente, antes e após a sangria – e mensuração da glicemia (mg/dL) durante a mesma, por meio da coleta de uma gota de sangue

diretamente da jugular das aves, utilizando sistema de monitorização de glicose sanguínea (glicosímetro portátil, “FreeStyle Lite”).

Como análises laboratoriais, determinou-se a cor da carne de peito, coxa com pele e coxa sem pele por meio de espectrofotômetro de cor refletida portátil “Mini Scan XE Plus”, adotando o sistema de coloração “HunterLab” segundo às regras da “Commission Internationale de l’Eclairage” (CIE).

A determinação da capacidade de retenção de água e do teor de perda de líquido por gotejamento (“dripping test”) baseou-se, respectivamente, conforme metodologia descrita por Nakamura e Katoh (1985) e pela Portaria n.º 210/98 do MAPA (BRASIL, 1998).

A avaliação do percentual de perda de peso durante o cozimento deu-se pela diferença de peso inicial e final dos filés, após as amostras de peito serem cozidas em “grill” elétrico e a temperatura interna dos filés alcançar 82°C. Para isso, termômetro de espeto “Solotest (Solotherm 1200)” auxiliou na monitorização.

A mensuração da força de cisalhamento foi realizada por texturômetro (“TAX-T2 – Stable Micro Systems Texture Analyser”) de lâmina de aço do tipo “Warner Bratzler”, modelo SMS (3 mm de espessura) com fenda de formato triangular em sua base. Os resultados dos picos de força extraídos do gráfico do “software” foram expressos em kgf/cm².

Os resultados foram analisados por software de análise estatística, “SAS 9.3” (SAS, 2015), baseando-se na metodologia de ANOVA – com nível de significância de 5 % pelo teste F (ZAR, 1992) – e teste de Duncan.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Determinação de amperagem

As médias e os desvios-padrões de peso e amperagem conforme os diferentes métodos de insensibilização estão dispostos nas tabelas abaixo.

Tabela 1 - Média e desvio padrão do peso (kg) das aves segundo os diferentes métodos de insensibilização

Tratamento	Peso (kg)
Machos/60 Hz/cuba d'água	3,36±0,45
Fêmeas/60 Hz/cuba d'água	2,90±0,28
Machos/60 Hz/contato direto	3,24±0,48
Fêmeas/60 Hz/contato direto	2,68±0,32
Machos/600 Hz/cuba d'água	3,41±0,42
Fêmeas/600 Hz/cuba d'água	2,58±0,48
Machos/600 Hz/contato direto	3,58±0,36
Fêmeas/600 Hz/contato direto	2,65±0,30

Existe correlação linear significativa entre a amperagem e o peso dos animais (coeficiente de correlação de Pearson, $r = 0,0162$), ou seja, animais mais pesados requerem maior intensidade de corrente para que a insensibilização ocorra de maneira eficaz.

Tabela 2 - Análise fatorial da amperagem (mA)

Fator	P-valor
Sexo	0,0001
Frequência	0,9449
Método	0,3237
Sexo X Frequência	0,8718
Sexo X Método	0,7645
Frequência X Método	0,4480
Sexo X Frequência X Método	0,3953
ANOVA	0,0159
CV (%)	43,02

Tabela 3 - Média e desvio padrão da amperagem (mA) das aves segundo os diferentes métodos de insensibilização

Tratamento	Amperagem (mA)
Machos/60 Hz/cuba d'água	125 ± 37,80
Fêmeas/60 Hz/cuba d'água	88 ± 35,36
Machos/60 Hz/contato direto	144 ± 111,48
Fêmeas/60 Hz/contato direto	75 ± 37,80
Machos/600 Hz/cuba d'água	128 ± 24,93
Fêmeas/600 Hz/cuba d'água	63 ± 23,15
Machos/600 Hz/contato direto	144 ± 32,04
Fêmeas/600 Hz/contato direto	94 ± 67,81

Não houve interação significativa entre os fatores. O mesmo foi observado para as diferentes frequências e métodos empregados ao abate. Quanto ao sexo, como já relatado pela literatura, ocorreu interação significativa entre machos e fêmeas, $P\text{-valor}_{\text{Sexo}} < P\text{-valor}_{\text{ANOVA}}$ (Tabela 2).

Hindle et al. (2010) e Prinz et al. (2010) descreveram que altas frequências, 400 a 600 Hz, requerem a combinação de altas intensidades de correntes – valores acima de 100 mA – para garantir insensibilização adequada para frangos de corte. Os primeiros ainda afirmam que fêmeas exigem menos intensidade de corrente ao atordoamento, resultado evidenciado pelo experimento na tabela 3, enquanto que Prinz et al. (2012) encontraram maior resistência elétrica para este sexo, o que requereu utilização de maior intensidade de corrente.

Contudo, estabelecendo um comparativo entre a recomendação de intensidade de corrente, em sistema “head-only”, para se lograr atordoamento eficaz – proposta por Lambooj et al. (2014) e Alves et al. (2014), respectivamente 264 mA e 240 mA – e o presente estudo; os valores médios de amperagem neste foram relativamente inferiores. Mesmo assim, o procedimento de eletronarose foi bem-sucedido em todos os tratamentos.

Mensuração de indicador sanguíneo de estresse

O período de jejum pré-abate das aves ocasiona a diminuição da concentração sanguínea de glicose (MURRAY; ROSEMBERG, 1953; VAN DER WAL et al., 1999; ZHANG et al., 2009). O estresse de viagem está estritamente relacionado com a queda de glicemia dos animais, e o manejo pré-transporte – apanha, acondicionamento e carregamento dos frangos de corte – pode se tornar mais estressante que o transporte em si (VOSMEROVA et al., 2010).

Nijdam et al. (2006) avaliaram quantitativamente indicadores sanguíneos de estresse em frangos de corte de 21 dias de idade, em jejum alimentar, descrevendo valor médio de 222 mg/dL para glicose sanguínea. Vosmerova et al. (2010) ao mensurarem o mesmo parâmetro em aves de 42 dias, também em jejum, durante o transporte até diferentes abatedouros, obtiveram 259 mg/dL como valor médio.

Tabela 4 - Média e desvio padrão do indicador sanguíneo de estresse - glicose (mg/dL) - para aves submetidas a diferentes tratamentos. T1= Machos/60 Hz/cuba d'água, T2= Fêmeas/60 Hz/cuba d'água, T3= Machos/60 Hz/contato direto, T4= Fêmeas/60 Hz/contato direto, T5= Machos/600 Hz/cuba d'água, T6= Fêmeas/600 Hz/cuba d'água, T7= Machos/600 Hz/ contato direto, T8= Fêmeas/600 Hz/ contato direto

Indicador	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	P-valor	CV (%)
Glicose	159,80 ± 38,69	197,20 ± 29,42	182,20 ± 5,81	172,20 ± 30,80	214,60 ± 13,32	174,40 ± 20,57	173,00 ± 30,77	180,20 ± 23,84	0,0701	13,29

A glicemia apresentou moderado coeficiente de variação. Todos os resultados dessa variável foram significativamente menores em relação à média descrita por Bitencourt (2011) – 337,65 mg/dL – para aves submetidas às mesmas condições experimentais: jejum, transporte, apanha, pendura e eletronarcore em cuba d'água.

Não houve diferença estatística quanto à concentração sanguínea de glicose (mg/dL) para ambos os sexos submetidos a diferentes métodos de atordoamento elétrico (Tabela 4). Assim como descrito por Xu et al. (2011) em frangos de corte, uma ligeira diferença de glicemia entre os tratamentos não está relacionada ao estresse de abate, o que leva a crer que o estresse crônico é o responsável pela variação do parâmetro.

pH, temperatura média da carcaça e perda de peso à sangria

Espécie, dieta, estresse pré-abate, procedimentos de insensibilização e de refrigeração das carcaças dos animais; são variáveis que atuam diretamente no resultado da avaliação do pH. A mensuração (medição direta por eletrodo de penetração inserido na massa muscular) deve ser realizada 15 minutos após o abate (pH₁₅), pois a glicólise *post-mortem* é dada de maneira relativamente rápida nesses animais (RAMOS; GOMIDE, 2007).

Tabela 5 - Média e desvio padrão do pH de peito e coxa da carcaça de aves. Letras distintas na linha indicam diferença estatística (P = 0,0106). T1= Machos/60 Hz/cuba d'água, T2= Fêmeas/60 Hz/cuba d'água, T3= Machos/60 Hz/contato direto, T4= Fêmeas/60 Hz/contato direto, T5= Machos/600 Hz/cuba d'água, T6= Fêmeas/600 Hz/cuba d'água, T7= Machos/600 Hz/ contato direto, T8= Fêmeas/600 Hz/ contato direto

pH	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	P-valor
Peito	6,7 ± 0,21 ^{ab}	6,9 ± 0,21 ^a	6,4 ± 0,25 ^b	6,4 ± 0,15 ^b	6,5 ± 0,12 ^{ab}	6,3 ± 0,20 ^b	6,7 ± 0,14 ^{ab}	6,7 ± 0,10 ^{ab}	0,0106
Coxa	6,9 ± 0,26	6,9 ± 0,15	6,7 ± 0,23	6,9 ± 0,23	6,5 ± 0,06	6,5 ± 0,31	6,7 ± 0,10	6,7 ± 0,10	0,2892

O pH médio do peito da carcaça dos animais diferiu em relação ao tratamento utilizado (Tabela 5), contrariando os resultados de Battula et al. (2008) e Xu et al. (2011). Porém, este resultado torna-se inconclusivo devido à impossibilidade de se estabelecer uma comparação entre a diferença de métodos e parâmetros utilizados, em relação ao sexo. O fato do pH médio da coxa da carcaça desses mesmos animais não diferir em relação ao tratamento utilizado, também colabora para a caracterização da diferença de pH encontrada na carne de peito como um achado.

A temperatura média da carcaça dos animais não diferiu em relação ao tratamento utilizado. O mesmo vale para o porcentual de perda de sangue à sangria. Embora Ali et al. (2007) e Roça (2012) tenham descritos que a utilização de baixa intensidade de corrente (voltagem e amperagem de baixo valor) auxilia na drenagem do sangue da carcaça, Papinaho e Fletcher (1995) concluíram que, quando empregado valores de corrente entre 0 e 200 mA ao abate, não existe diferença de

perda de sangue. Os dois métodos de aplicação de corrente elétrica (cuba d'água e contato direto) e os dois parâmetros de frequência adotados (60 e 600 Hz) para atordoamento, não influenciaram na temperatura média da carcaça, tampouco na perda de peso na sangria para ambos os sexos (Tabelas 6 e 7).

Bitencourt (2011), em estudo comparativo dos métodos de insensibilização elétrico e gasoso para frangos, e Nicolau (2012), ao avaliar variáveis envolvidas nas etapas de insensibilização, também descreveram não haver diferença de perda de peso à sangria na eletronarcolese.

Tabela 6 - Média e desvio padrão da temperatura da carcaça de aves. T1= Machos/60 Hz/cuba d'água, T2= Fêmeas/60 Hz/cuba d'água, T3= Machos/60 Hz/contato direto, T4= Fêmeas/60 Hz/contato direto, T5= Machos/600 Hz/cuba d'água, T6= Fêmeas/600 Hz/cuba d'água, T7= Machos/600 Hz/contato direto, T8= Fêmeas/600 Hz/contato direto

T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	P-valor
40,3°C	41,1°C	41,5°C	41,2°C	41,7°C	40,8°C	42,8°C	39,7°C	
±	±	±	±	±	±	±	±	0,1303
0,55	0,15	0,47	0,25	0,8	0,58	1,65	0,87	

Tabela 7 - Média e desvio padrão do porcentual de perda de peso na sangria (%). T1= Machos/60 Hz/cuba d'água, T2= Fêmeas/60 Hz/cuba d'água, T3= Machos/60 Hz/contato direto, T4= Fêmeas/60 Hz/contato direto, T5= Machos/600 Hz/cuba d'água, T6= Fêmeas/600 Hz/cuba d'água, T7= Machos/600 Hz/contato direto, T8= Fêmeas/600 Hz/contato direto

T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	P-valor	CV (%)
2,63	3,35	3,93	3,12	3,01	2,27	3,18	3,33		
±	±	±	±	±	±	±	±	0,1400	33,11
0,83	1,13	1,00	1,35	0,67	0,64	1,24	0,70		

Determinação da cor

Tabela 8 - Média e desvio padrão da coloração de peito (P), coxa com pele (CCP) e coxa sem pele (CSP) das aves submetidas a diferentes tratamentos. “L” (luminosidade, 0 = preto puro e 100 = branco puro), “a” (+a = vermelho, -a = verde) e “b” (+b = amarelo, -b = azul). Sistema “HunterLab Color”

Tratamento	L			a			b		
	P	CCP	CSP	P	CCP	CSP	P	CCP	CSP
Machos/60	58,01	74,02	57,39	6,61	2,85	7,67	17,88	11,44	12,31
Hz/cuba	±	±	±	±	±	±	±	±	±
d'água	2,76	3,53	6,02	1,73	1,08	1,49	1,72	4,48	4,78
Fêmeas/60	59,17	70,46	54,63	5,64	3,49	8,15	18,67	12,87	13,79
Hz/cuba	±	±	±	±	±	±	±	±	±
d'água	3,16	0,74	5,13	1,16	1,43	2,08	1,62	3,49	5,63
Machos/60	61,48	71,88	60,05	4,80	2,99	7,15	17,81	10,16	14,34
Hz/contato	±	±	±	±	±	±	±	±	±
direto	6,40	5,12	4,30	2,15	1,47	1,66	1,45	3,18	4,46
Fêmeas/60	58,73	70,10	52,18	5,30	2,94	7,91	18,53	9,39	13,88
Hz/contato	±	±	±	±	±	±	±	±	±
direto	4,34	1,12	6,00	1,28	1,88	1,39	1,75	3,04	5,30
Machos/600	58,91	71,22	58,82	5,33	2,69	6,97	18,57	9,00	8,95
Hz/cuba	±	±	±	±	±	±	±	±	±
d'água	3,40	2,20	4,25	1,75	1,58	1,49	1,98	2,69	2,72
Fêmeas/600	63,92	71,23	56,08	4,01	2,05	7,13	19,12	11,27	14,01
Hz/cuba	±	±	±	±	±	±	±	±	±
d'água	3,94	1,21	5,22	1,69	1,31	1,38	1,13	2,87	3,84
Machos/600	59,01	73,03	59,24	4,91	2,86	6,64	17,57	10,41	12,15
Hz/contato	±	±	±	±	±	±	±	±	±
direto	4,80	3,13	5,27	1,73	0,80	1,69	2,26	2,93	4,70
Fêmeas/600	60,00	70,34	55,58	4,69	3,47	7,81	18,60	11,08	12,75
Hz/contato	±	±	±	±	±	±	±	±	±
direto	3,63	1,32	6,09	1,48	0,63	2,22	2,09	0,88	5,30
P-valor	0,2211	0,0983	0,1259	0,1853	0,5703	0,6943	0,7398	0,3648	0,4552

Na intenção de comparar os resultados com outros estudos onde também se objetivou a avaliação da cor da carne após realização de eletronarcose, têm-se que as médias de luminosidade (“L”), para carne de peito de machos (Tabela 8), estão entre os valores descritos por Assakawa et al. (2009) e Nicolau (2012), respectivamente “L = 52,85±2,91” e “L = 62,75”, sendo semelhantes aos de Bitencourt (2011), “L = 60,55±0,41”. Assim como relatado por Xu et al. (2011), em um estudo envolvendo as implicações de diferentes frequências de corrente elétrica na qualidade de carne de frangos de corte; não houve diferença estatística significativa, ao nível de significância de 5 %, para os atributos “L, a e b” da cor da carne, agora também válido para ambos os sexos submetidos a diferentes tipos de eletronarcose.

Portanto, o método de insensibilização alternativo (eletronarcose por contato direto) não alterou a coloração dos principais cortes cárneos das aves.

Avaliação da perda de líquido por gotejamento (PLG), capacidade de retenção de água (CRA), perda de peso no cozimento (PPC) e força de cisalhamento (FC)

Segundo Nicolau (2012), carcaças de frango com menor massa tendem a absorver mais água durante o pré-resfriamento por imersão em água e, assim perder mais líquido durante o degelo. Assim, a variável sexo influi diretamente sobre a perda de teor líquido por degelo, uma vez que a fêmeas são mais leves que os machos. O autor encontrou uma porcentagem média de líquido perdido no degelo das carcaças de 3,21 %, enquanto que Magalhães (2004) descreveu valores entre 4,44 % e 5,47 %.

Tabela 9 – Média e desvio padrão das variáveis intrínsecas de qualidade para carne de frango conforme os diferentes métodos de insensibilização

Tratamento	TPLG (%)	CRA (%)	PPC (%)	FC (kgf/cm ²)
Machos/60 Hz/cuba d'água	2,19±0,38	56,74±2,34	23,37±4,93	0,85±0,14
Fêmeas/60 Hz/cuba d'água	3,21±1,05	55,91±3,93	24,26±5,63	0,73±0,18
Machos/60 Hz/contato direto	3,04±0,96	58,26±7,27	29,00±1,78	0,84±0,19
Fêmeas/60 Hz/contato direto	2,34±0,75	56,44±4,55	24,43±5,41	0,93±0,20
Machos/600 Hz/cuba d'água	2,07±0,68	56,26±4,84	27,40±2,90	0,83±0,40
Fêmeas/600 Hz/cuba d'água	3,25±1,46	58,59±3,53	25,63±2,97	0,98±0,28
Machos/600 Hz/contato direto	2,64±1,34	56,87±4,74	29,27±6,05	1,01±0,33
Fêmeas/600 Hz/contato direto	2,81±0,66	57,02±6,09	25,14±6,08	0,75±0,21
P-valor	0,1698	0,9649	0,2652	0,3890
CV (%)	33,78	8,18	17,23	27,88

Não houve diferença estatística significativa, ao nível de significância de 5 %, no que diz respeito ao teor de perda de líquido por gotejamento para ambos os sexos submetidos a diferentes frequências e métodos de atordoamento (Tabela 9), corroborando com os relatos de Xu et al. (2011). Ressalta-se que todas as médias percentuais foram menores que 6 %, não ultrapassando o limite estabelecido pela legislação (BRASIL, 1998) para a variável.

Takahashi et al. (2009) relataram haver interação significativa entre insensibilização e capacidade de retenção de água. Aves que são abatidas sem qualquer método insensibilizador, como por exemplo, o que acontece em abate religioso do tipo “Halal”, apresentam baixa capacidade de retenção de água na carne do peito. No mesmo estudo, utilizando uma frequência de atordoamento alta, de 800 Hz, e dois valores para voltagem (40 e 90 V), os autores descreveram porcentagens médias para capacidade de retenção de água de 75,17 % e 74,49 %,

respectivamente, ou seja, números relativamente altos para a variável em comparação aos apresentados nesse presente trabalho.

Bitencourt (2011) descreveu uma média de 28,79 % para a perda de peso no cozimento em carne de peito de machos insensibilizados pelo sistema de cuba d'água. Xu et al. (2011), nas mesmas condições de atordoamento, concluíram que o emprego de alta frequência aliada à alta corrente reduz a força de cisalhamento e, conseqüentemente, a perda de peso por cozimento na carne de frangos. Ambas as informações não se confirmaram às análises resumidas pela tabela 9.

Embora Almeida (2007) tenha descrito que a variável sexo não influencia na perda de peso no cozimento, os machos demonstraram maior perda em comparação com as fêmeas em todos os tratamentos da tabela 8, sustentando os relatos de Murakami (2009).

Em relação à força de cisalhamento (kgf/cm²), a média de força máxima para as amostras de peito de machos insensibilizados por eletronarçose descrita por Bitencourt (2011) foi de 1,460 kgf/cm². Magalhães (2004) descreve médias de 1,462 kgf/cm² para machos e 1,789 kgf/cm² para fêmeas utilizando o mesmo sistema de atordoamento e aves de 42 dias. Portanto, comparativamente à literatura, os valores médios do trabalho apresentaram-se numericamente inferiores (menores que 1 kgf/cm² na maioria dos tratamentos), o que traduz a maciez da carne de peito da carcaça independente do sexo ou das condições de insensibilização.

Assim como observado em cor (Tabela 8), não houve diferença estatística significativa, ao nível de significância de 5 % para TPLG, CRA, PPC e FC (Tabela 9) ao se empregar diferentes frequências de atordoamento (alta e baixa) e métodos insensibilizadores (cuba d'água e sistema por contato direto) para machos e fêmeas. O que significa que o método alternativo não exerce influência sobre as variáveis intrínsecas relacionadas à carne de frango.

CONCLUSÃO

A glicose não pode ser considerada como indicador de estresse agudo, ao abate, para frangos de corte.

O equipamento de insensibilização por contato direto mostrou-se viável no que se diz respeito à garantia de um abate humanitário, propicia eletronarcose ao atordoamento sem vocalização das aves, e não prejudica a qualidade do produto final. Estudos direcionados à mecanização do aparelho serão necessários, para que o mesmo possa ser utilizado numa linha industrial de abate.

REFERÊNCIAS

- ALI, A. S. A.; LAWSON, M. A.; TAUSON, A. H.; JENSEN, J. F.; CHWALIBOG, A. Influence of electrical stunning voltages on bleed out and carcass quality in slaughtered broiler chickens. **Arch. Geflügelk.**, v.71, n.1, p.35-40, 2007.
- ALMEIDA, A. P. S. **Efeito do óleo de linhaça no desempenho, características de carcaça e qualidade de carne de frangos de corte.** Dissertação (Mestrado em Ciência Animal – Área de Medicina Veterinária Preventiva e Produção Animal) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Odontologia e Curso de Medicina Veterinária, 2007.
- ALVES, S. P.; CIOCCA, J. R. P.; DE LA VEGA, L. T. Manejo pré-abate e bem-estar. In: MACARI, M.; MENDES, A. A.; MENTEN, J. F.; NAAS, I. A. **Produção de frangos de corte.** 2.ed. Campinas: FACTA, 2014. Cap. 11, p.195-223.
- ASSAKAWA, E.; SILVA, R. A. M.; CONSTANTINO, C.; TARSITANO, M. A.; ZANCANELA, V.; CARDOSO, T. A. B.; FONSECA, N. A. A.; BRIDI, A. M. Avaliação da carne de frangos abatidos pelo método Halal. **Anais do XVIII EAIC.** 2009.
- BATTULA, V.; SCHILLING, M. W.; VIZZIER-THAXTON, Y.; BEHRENDTS, J. M.; WILLIAMS, J. B.; SCHMIDT, T. B. The effects of low-atmosphere stunning and deboning time on broiler breast meat quality. **Poult. Sci.**, v.87, p.1202-1210, 2008. doi: 10.3382/ps.2007-00454.
- BITENCOURT, D. A. **Insensibilização de frangos de corte em atmosfera controlada na promoção do bem-estar animal.** Dissertação (Mestrado em Ciência Animal – Área de Medicina Veterinária Preventiva e Produção Animal) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária de Araçatuba, 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n.º 3 de 17 de outubro de 2000. Aprova o regulamento técnico de métodos de insensibilização para o abate humanitário de animais de açougue. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 24/01/2000. Seção 1, p.14.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria n.º 210 de 10 de novembro de 1998. Aprova o regulamento técnico de inspeção tecnológica e higiênico-Sanitária de carne de aves. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 26/11/1998, Seção 1, p.226.

CIE. **Colorimetry**. 2.ed. Viena: Commission internationale de l'Eclairage, 1986. (CIE Publications, n. 15.2).

DEFRA. Department for Environment, Food and Rural Affairs. IN: LUDTKE, C.B.; CIOCCA, J.R.; DANDIN, T.; DALLA COSTA, O. A. **Abate humanitário de aves**. Rio de Janeiro: WSPA, 2010. p.50.

HARVEY, S.; MERRY, B. J.; PHILLIPS, J. G. Influence of stress on the secretion of corticosterone in duck (*anas platyrhynchos*). **J. Endocrinol.**, v.87, n.1, p.161-171, 1980.

HINDLE, V. A.; LAMBOOIJ, E.; REIMERT, H. G. M.; WORKEL, L. D.; GERRITZEN, M. A. Animal welfare concerns during the use of water bath for stunning broilers, hens, and ducks. **Poult. Sci.**, v.89, p.401-412, 2010. doi: 10.3382/ps.2009-00297.

LAMBOOIJ, E.; REIMERT, H. G. M.; HINDLE, V. A. Evaluation of head-only electrical stunning for practical application: assessment of neural and meat quality parameters. **Poult. Sci.**, v.89, p.2551-2558, 2010. doi: 10.3382/ps.2010-00815.

LAMBOOIJ, E.; REIMERT, H.; VAN DE VIS, J. W.; GERRITZEN, M. A. Head-to-cloaca Electrical Stunning of Broilers. **Poult. Sci.**, v.87, p.2160-2165, 2008. doi: 10.3382/ps.2007-00488.

LAMBOOIJ, E.; REIMERT, H. G. M.; VERHOEVEN, M. T. W.; HINDLE, V. A. Cone restraining and head-only electrical stunning in broilers: effect on physiological responses and meat quality. **Poult. Sci.**, v.93, p.512-518, 2014. doi: 10.3382/ps.2013-03318.

- LAMBOOIJ, E.; REIMERT, H. G. M.; WORKEL, L. D.; HINDLE, V. A. Head-cloaca controlled current stunning: assessment of brain and heart activity and meat quality. **Br. Poult. Sci.**, v.53, n.2, p.168-174, 2012. doi: 10.1080/00071668.2012.665434.
- MAGALHÃES, P. C. **Efeitos da utilização de proteína de origem vegetal em substituição à proteína de origem animal sobre a absorção de água da carcaça e maciez do músculo *pectoralis major* em frangos de corte.** Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias). Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, p.30, 2004.
- MURAKAMI, K. T. T. **Óleo de linhaça como principal fonte lipídica na dieta de frangos de corte.** Dissertação (Mestrado em Ciência Animal – Área de Medicina Veterinária Preventiva e Produção Animal). Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária de Araçatuba, 2009.
- MURRAY, H. C.; ROSEMBERG, M. M. Studies on blood sugar and glycogen levels in chickens. **Poult. Sci.**, v.32, p.805-811, 1953.
- NAKAMURA, M.; KATOH, K. Influence of thawing method on several properties of rabbit meat. **Bull. Ishikawa Prefec. Coll. Agric.**, v.11, p. 45-49, 1985.
- NICOLAU, J. P. **Variáveis envolvidas nas etapas de insensibilização e pré-resfriamento no abate de frangos.** Dissertação (Mestrado em Ciência Animal – Área de Medicina Veterinária Preventiva e Produção Animal) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária de Araçatuba, 2012.
- NIJDAM, E.; LAMBOOIJ, E.; NABUURS, J. A.; DECUYPERE, E.; STEGEMAN, J. A. Influences of feeding conventional and semisynthetic diets and transport of broilers on weight gain, digestive tract mass, and plasma hormone and metabolite concentrations. **Poult. Sci.**, v.85, p.1652-1659, 2006.
- OIE. Organização Mundial de Saúde Animal. **Código sanitário para animais terrestres.** Tradução e elaboração pelo Conselho Nacional da Pecuária de Corte. Manaus: CNPC, 2008. CD-ROM. Produzido por Cooperdisc Indústria de Tecnologia Digital da Amazônia Ltda.
- PAPINAHU, P. A.; FLETCHER, D. L. Effect of stunning amperage on broiler breast muscle rigor development and meat quality. **Poult. Sci.**, v.74, p.1527-1532, 1995.

- PRINZ, S.; VAN OIJEN, G.; EHINGER, F.; BESSEI, W.; COENEN, A. Electrical waterbath stunning: Influence of different waveform and voltage settings on the induction of unconsciousness and death in male and female broiler chickens. **Poult. Sci.**, v.91, p.998-1008, 2012. doi: 10.3382/ps.2009-00137.
- PRINZ, S.; VAN OIJEN, G.; EHINGER, F.; BESSEI, W.; COENEN, A. Eletroencefalogramas and physical reflexes of broilers after electrical waterbath stunning using an alternating current. **Poult. Sci.**, v.89, p.1265-1274, 2010. doi: 10.3382/ps.2009-00135.
- RABELLO, M. M. **Proposta de um sistema de atordoamento elétrico em aves para abatedouros**. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Elétrica - Universidade Estadual de Londrina), 2009.
- RAMOS, E. M.; GOMIDE, L. A. M. **Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologias**. 1. ed. Viçosa: Ed. UFV, 2007. p. 388.
- ROÇA, R. O. **Abate de aves**. Disponível em <<http://www.fca.unesp.br/Home/Instituicao/Departamentos/Gestaoetecnologia/Teses/Roca104.pdf>> Acesso em: 05 set. 2014.
- SAS Institute. **SAS/STAT software 9. 3**: changes and enhancements through release. Cary: SAS Institute, 2015.
- TAKAHASHI, S. E.; MENDES, A. A.; KOMIYAMA, C. M.; SOUZA, H. B. A.; PAZ, I. C. L. A.; GARCIA, R. G.; MOREIRA, J.; BALOG-NETO, A.; BOIAGO, M. M. Efeito do atordoamento elétrico e tipo de desossa sobre a ocorrência de carne pálida em frangos de corte. **Vet. Zootec.**, v.19, n. 2, supl.2, p.131, 2012.
- VAN DER WAL, P.G.; REIMERT, H. G. M.; GOEDHART, H. A.; ENGEL, B.; UIJTENBOOGAART, T. G. The effect of feed withdrawal on broiler blood glucose and nonesterified fatty acid levels, post-mortem liver pH values, and carcass yield. **Poult. Sci.**, v.78, p.569-573, 1999.
- VOSMEROVA, P.; CHLOUPEK, J.; BEDANOVA, I.; CHLOUPEK, P.; KRUSIKOVA, K.; BLAHOVA, J.; VECEREK, V. Changes in selected biochemical indices related to transport of broilers to slaughterhouse under different ambient temperatures. **Poult. Sci.**, v.89, p.2719-2725, 2010. doi: 10.3382/ps.2010-00709.

XU, L.; ZHANG, L.; YUE, H. Y.; WU, S. G.; ZHANG, H. J.; JI, F.; QI, G. H. Effect of electrical stunning current and frequency on meat quality, plasma parameters, and glycolytic potential in broilers. **Poult. Sci.**, v.90, p.1823-1830, 2011. doi: 10.3382/ps.2010-01249.

ZAR, J.H. **Biostatistical analysis**. 4. ed. New Jersey: Prentice-Hall, 1992. p.930.

ZHANG, L.; YUE, H. Y.; ZHANG, H. J.; XU, L.; WU, S. G.; YAN, H. J.; GONG, Y. S.; QI, G. H. Transport stress in broilers: I. Blood metabolism, glycolytic potential, and meat quality. **Poult. Sci.**, v.88, p.2033-2041, 2009. doi: 10.3382/ps.2009-00128.

APÊNDICES

APÊNCIDE A

METODOLOGIAS ANALÍTICAS

TEOR DE PERDA DE LÍQUIDO POR GOTEJAMENTO (“DRIPPING TEST”)

Metodologia descrita pela Portaria n.º 210, de 10 de novembro de 1998 do MAPA.

- Pesar as carcaças congeladas, obter “M0”.
- Retirá-las das embalagens, enxugar e pesar individualmente cada embalagem, obter “M1”.
- Introduzir as carcaças individualmente em sacos plásticos com a cavidade abdominal voltada para o fundo do saco, logo em seguida fechá-los realizando nó com o cuidado de retirar o excesso de ar por meio de pressão manual.
- Mergulhar os sacos plásticos contendo as carcaças em banho de água, mantido a $42 \pm 2^\circ\text{C}$, até atingir 4°C no centro das carcaças.
- Retirar, pendurar e abrir os sacos plásticos na parte inferior, de modo que a água liberada pelo descongelamento das carcaças escorra durante uma hora à temperatura ambiente (18 e 25°C).
- Retirar as carcaças dos sacos plásticos, enxugá-las interna e externamente com toalha de papel e em seguida pesá-las para obtenção de “M2”.
- O teor de perda de líquido por gotejamento (%) é estimado por meio da seguinte fórmula:

$$\frac{M0 - M1 - M2}{M0 - M1} \times 100$$

APÊNCIDE B

CAPACIDADE DE RETENÇÃO DE ÁGUA NA CARNE

Metodologia de Nakamura e Katoh (1985)

- Filés de peito
- Pesar aproximadamente 1g de carne (peso cru) e envolver a amostra em papel-filtro
- Centrifugar a 1500 x G durante 4 minutos as amostras
- Realizar nova pesagem (peso centrifugado)
- Acondicionar em estufa a 70°C durante 12 horas
- O índice de CRA (%) é obtido por meio da seguinte fórmula:

$$\frac{P_{\text{centrifugado}} - P_{\text{seco}}}{P_{\text{cru}}} \times 100$$

Subtrai-se o peso da amostra centrifugada durante 4 minutos pelo peso da amostra seca em estufa após 12 horas e divide-se o resultado pelo peso inicial da amostra (crua).

APÊNCIDE C

COR

Metodologia de Minolta (2007)

- Remover a pele do peito e de uma das coxas das carcaças.
- Por meio de espectrofotômetro de cor refletida portátil Mini Scan XE Plus (Hunterlab), calibrado com padrões branco e preto, avaliar em três pontos distintos – triplicata – a carne do peito, da coxa com pele e da coxa sem pele das carcaças.
- As médias dos valores são expressas conforme o sistema de cor CIE ($L^*a^*b^*$) da *Comission Internationale de l'Eclairage*, como L^* (luminosidade, onde 0 = preto puro e 100 = branco puro), a^* (+a = vermelho, -a = verde) e b^* (+b = amarelo, -b = azul).

APÊNCIDE D

PERDA DE PESO NO COZIMENTO E FORÇA DE CISALHAMENTO

Metodologias de Froning et al. (1978) e Honikel (1987) modificadas

- Filés de peito
- Envolver os filés em papel alumínio e cozinhar em chapa metálica aquecida até a temperatura interna do filé atingir 82°C.
- Envolver os filés cozidos em papel absorvente e pesá-los após atingir a temperatura ambiente, então, por diferença de peso antes e após o cozimento, obter o porcentual de perda de peso por cozimento por meio da seguinte fórmula:

$$\frac{P_{\text{filécru}} - P_{\text{filécozido}}}{P_{\text{filécru}}} \times 100$$

- Cortar os filés utilizados na determinação da perda de peso por cozimento em 5 ou mais cubos com a dimensão de 1x1x2cm e colocar no texturômetro com as fibras orientadas no sentido perpendicular às lâminas de cisalhamento. Os resultados dos picos de força extraídos do gráfico são expressos em kgf/cm².

APÊNCIDE E




Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA)
Committee for Ethical Use of Animals (CEUA)

CERTIFICADO

Certificamos que o Projeto "*Eletronarcose e eletrocussão no abate de frangos de corte*" sob responsabilidade do Pesquisador **MARCOS FRANKE PINTO** e colaboração de Juliana Pampana Nicolau, Elisa Helena Giglio Ponsano, Silvia Helena Venturoli Perri, Manoel Garcia Neto e Iderlipes Luis Carvalho Bossolani está de acordo com os Princípios Éticos da Experimentação Animal (COBEA) e foi aprovado pelo CEUA, de acordo com o processo **00127-2013**.

CERTIFICATE

We certify that the research "*Eletronarcosis and eletrocussion in the slaughter of broilers*", process number **00127-2013**, under responsibility of **MARCOS FRANKE PINTO** and with collaboration of Juliana Pampana Nicolau, Elisa Helena Giglio Ponsano, Silvia Helena Venturoli Perri, Manoel Garcia Neto and Iderlipes Luis Carvalho Bossolani agree with Ethical Principles in Animal Research (COBEA) and was approved by CEUA.



Prof. Dr. Edilson Ervolino
Coordenador da CEUA
CEUA Coordinator

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria n.º 210 de 10 de novembro de 1998. Aprova o regulamento técnico de inspeção tecnológica e higiênico-Sanitária de carne de aves. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 26/11/1998, Seção 1, p.226.

CIE. **Colorimetry**. 2.ed. Viena: Commission internationale de l'Eclairage, 1986. (CIE Publications, n. 15.2).

FRONING, G.; BABJI, A. S.; MATHER, F. B. The effect of preslaughter temperatures, stress, struggle and anesthetization on color, textural characteristics of turkey muscle. **Poult. Sci.**, v.57, n.3, p.630-633, 1978.

HONIKEL, K.O. The water binding of meat. **Fleischwirtschaft.**, v.67, n.4, p. 418-422, 1987.

MINOLTA, K. 2007. **Precise color communication**. Disponível em <http://www.konicaminolta.com/instruments/knowledge/color/pdf/color_communication.pdf>. Acesso em: 1 set. 2014.

NAKAMURA, M.; KATOH, K. Influence of thawing method on several properties of rabbit meat. **Bull. Ishikawa Prefec. Coll. Agric.**, v.11, p. 45-49, 1985.