



UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**PROTOCOLOS DE ELETRONARCOSE PRÉ-ABATE DE FRANGOS DE CORTE PARA
O MERCADO HALAL**

GUSTAVO HENRIQUE JOAZEIRO DE ALMEIDA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação
em Zootecnia da Universidade Federal da Grande
Dourados, como parte das exigências para obtenção do
título de Mestre em Zootecnia.

Área de Concentração: Produção Animal.

Dourados – MS

Abril de 2020



UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**PROTOCOLOS DE INSENSIBILIZAÇÃO ELÉTRICA PRÉ-ABATE DE FRANGOS DE
CORTE PARA O MERCADO HALAL**

GUSTAVO HENRIQUE JOAZEIRO DE ALMEIDA

Médico Veterinário

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Claudia Marie Komiyama

Coorientadores: Prof. Dr. Rodrigo Garófallo Garcia

Dra. Maria Fernanda Castro Burbarelli

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação
em Zootecnia da Universidade Federal da Grande
Dourados, como parte das exigências para obtenção do
título de Mestre em Zootecnia.

Área de Concentração: Produção Animal.

Dourados – MS

Abril de 2020

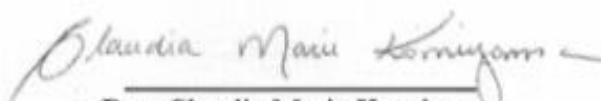
**PROTOCOLO DE ELETRONARCOSE EM FRANGOS DE CORTE PARA O
MERCADO HALAL**

por

GUSTAVO HENRIQUE JOAZEIRO DE ALMEIDA

Dissertação apresentada como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título
de MESTRE EM ZOOTECNIA

Aprovado em: 30/04/2020



Dra. Claudia Marie Komiyama
Orientadora – UFGD



Dr. Alexandre Rodrigo Mendes Fernandes
UFGD



Dra. Brenda Carla Luquetti
IMEPAC

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

A447p Almeida, Gustavo Henrique Joazeiro De
PROTOCOLOS DE ELETRONARCOSE PRÉ-ABATE DE FRANGOS DE CORTE PARA O
MERCADO HALAL: ELETRONARCOSE PRÉ-ABATE DE FRANGOS DE CORTE [recurso
eletrônico] / Gustavo Henrique Joazeiro De Almeida. -- 2020.
Arquivo em formato pdf.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Claudia Marie Komiyama.
Coorientadores: Prof. Dr. Rodrigo Garófallo Garcia, Dra. Maria Fernanda Castro Burbarelli.
Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Universidade Federal da Grande Dourados, 2020.
Disponível no Repositório Institucional da UFGD em:
<https://portal.ufgd.edu.br/setor/biblioteca/repositorio>

1. Atordoamento. 2. Alta frequência. 3. Bem Estar Animal. 4. Corrente Elétrica. 5. Hemorragia.
I. Komiyama, Prof^a. Dr^a. Claudia Marie. II. Garcia, Prof. Dr. Rodrigo Garófallo. III. Burbarelli, Dra.
Maria Fernanda Castro. IV. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.

Dedicatória.

**A Micheli e Cecília, pela paciência, discernimento e apoio, obrigado,
amor infinito as mulheres da minha vida.**

Agradecimentos.

Primeiramente a Deus, que com sua infinita sabedoria, foi um importante guia na minha trajetória e nunca me deixou fraquejar.

Ao meu santo protetor São Francisco de Assis, que na sua infinita bondade me resguardou, me abençoou com este dom de cuidar e lhe dar com animais assim como ele.

A minha esposa Micheli, que sempre foi meu alicerce para que entrasse, fizesse e diante de todas as dificuldades encontradas não desistisse do mestrado.

A minha filha Cecília que a cada dia me ensina a ser uma pessoa melhor e nos seus 4 aninhos de vida soube compreender dias de ausência para que eu me dedicasse aos meus estudos.

Aos meus pais Nair e Antonio, por terem me tornado no homem que sou hoje e terem me dado o prazer de ser seu filho.

Aos meus irmãos Nilza, Thiago e Junior que sempre me apoiaram e me acompanharam em todas as minhas decisões.

A minha sogra Antônia (Jane), pelo seu apoio e por ser minha segunda mãe.

Ao meu sogro Luiz “*in memorian*” que com certeza mesmo lá de cima continua nos dando sua luz com seu sorriso ímpar.

À Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD) e Faculdade de Ciências Agrárias (FCA), pela oportunidade de poder fazer parte do programa de pós graduação em Zootecnia

Meu agradecimento a minha orientadora Prof.^a Dr.^a Claudia Marie Komiyama, pelos ensinamentos, conselhos e orientação a mim prestados durante todo o meu caminho em meu mestrado, pelas madrugadas a dentro durante a realização do meu experimento e por sempre acreditar na pesquisa científica.

Ao Prof. Dr. Rodrigo Garófallo Garcia pela coorientação, que desde 2013 sempre em nossas oportunidades de conversas me aconselhava a realizar o mestrado e nunca deixar de desistir deste título.

Aos alunos da graduação em Zootecnia da UFGD, em particular ao Welligton Santos, Eliéser, Jacqueline Rosa, Erique Ferreira, João Paulo Bueno, Agnes, por topar minhas loucuras a fim de realizar as avaliações de qualidade de carne em tempo hábil.

À técnica de laboratório Adriana Sathie, pela enorme ajuda concedida nas análises realizadas, com sua alegria contagiante.

Aos meus colegas de mestrado Douglas Basaia, Douglas(Doug) e Haynne, que mesmo em um período curto de convivência sempre pude contar nas horas mais difícil do mestrado.

Ao meu amigo Haji Nour Adam, por ter me ensinado um pouquinho do islamismo, a cultura, religião, filosofia de vida, um dia nossas famílias se encontraram em Dubai para conhecer sua terra natal

A empresa BRF – Dourados, por poder abrir as portas da unidade e permitir que realizasse meu experimento.

Ao meus superiores Neri Fin e Sidnei lesbik, por me liberar para realização dos meus estudos e por acreditarem em minha competência de poder conciliar estudo e trabalho.

A Prof. Dra. Brenda Luchetti por ter me mostrado na graduação o quanto o mundo da avicultura é fascinante e ter me conduzido a escolher essa vertente durante minha formação em Médico Veterinário.

Aos demais professores da Pós-graduação em Zootecnia que tive o prazer de ser aluno. Com certeza muitos deles foram fundamentais para minha formação acadêmica.

Muito Obrigado!!

**“Comece fazendo o necessário, depois o que é possível, e de repente
você estará fazendo o impossível”
São Francisco de Assis**

**والحقيقة الفضيلة في لا تميز داند ما ند سدى
(Esforce-se sempre para a excelência na virtude e na verdade.)
Profeta Muhammad**

SUMÁRIO

RESUMO.....	01
ABSTRACT.....	03
CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	05
CAPÍTULO 1	09
REVISÃO DE LITERATURA.....	10
Mercado árabe e sua importância na economia brasileira.....	10
Abate Halal.....	13
Metodologia de Insensibilização.....	16
Potencial de uso de Alta Frequência e baixa voltagem para insensibilização de frango de corte.....	21
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	27
CAPÍTULO 2.....	33
PROTOCOLOS DE INSENSIBILIZAÇÃO ELÉTRICA PRÉ-ABATE DE FRANGOS DE CORTE PARA O MERCADO HALAL.....	33
Resumo.....	34
Abstract.....	35
Introdução.....	37
Material e Métodos.....	41
Resultados.....	50
Discussão.....	56
Conclusão.....	62
Referências bibliográficas.....	63
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	67

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 Peso vivo, tempo de retorno a consciência e percentual de perda de sangue de frangos de corte submetidos a diferentes protocolos de insensibilização.....	52
Tabela 2 Coeficiente de correlação de Pearson entre as fases de inconsciência (tônica/clônica), tempo total de retorno à consciência e a perda de sangue de frangos submetidos a diferentes protocolos de insensibilização.....	53
Tabela 3 Frequência de hematomas no peito, coxa e asas e presença de ossos quebrados no sassami em carcaças de frangos de corte submetidos a diferentes protocolos de insensibilização.....	54
Tabela 4 Qualidade de carne de peito de frangos de corte submetidos a diferentes protocolos de insensibilização.....	55

RESUMO

ALMEIDA, G.H.J. Protocolos de eletronarcose em frangos de corte para o mercado Halal, 2020. 77p. Dissertação (mestrado) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados.

O ritual Halal é um método tradicional para abate de animais baseado nos preceitos religiosos e leis islâmicas de alimentação. As regras são descritas nos livros sagrados *Qur'an* e *Sunnah* que são as escrituras do Profeta Mohammed. Halal em árabe significa “legal” ou “permitido” e, diante dessas leis, não é permitido na maioria dos países mulçumanos a utilização de metodologias que insensibilize o animal antes da sangria. Existem alguns países mulçumanos que permitem a insensibilização desde que a ave permaneça viva após ser submetida ao processo de atordoamento. Objetivou-se avaliar diferentes protocolos de insensibilização elétrica pré-abate de frangos de corte para o atendimento ao mercado Halal sobre o tempo de retorno à consciência, eficiência de sangria e qualidade da carcaça e carne. Foi realizado um experimento em uma planta frigorífica de abate de frangos de corte, localizada na cidade de Dourados – MS. Foram utilizados, 184 frangos de corte da linhagem Cobb®, machos com 43 dias de vida, peso médio de $2,800 \pm 0,285$ Kg e criados em aviários do tipo *Dark House*. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com quatro métodos de eletronarcose como tratamentos e 46 frangos para cada tratamento. Os tratamentos avaliados foram: Protocolo 1: 80v e 600Hz; Protocolo 2: 50v e 1000Hz; Protocolo 3: 60v e 1000Hz e Protocolo 4: 70v e 1000Hz. Avaliou-se o tempo de retorno de consciência das aves, eficiência de sangria, hematomas, presença de ossos quebrados no musculo *Pectoralis maior* e qualidade de carne (medidas físicas do peito, pH, cor, perda por gotejamento, capacidade de retenção de água, perda de peso por cozimento e força de cisalhamento). As aves submetidas à insensibilização pelo Protocolo de 50v/1000HZ apresentaram o menor tempo de retorno da consciência após a insensibilização e alta incidência de hemorragia de peito. Os protocolos de alta frequência, independente da voltagem utilizada,

apresentaram melhor eficiência de sangria. As aves submetidas ao Protocolo de 60v/ 1000Hz apresentaram maior porcentagem de ossos quebrados no peito comparado aos demais tratamentos, assim como a maior perda por gotejamento em comparação ao protocolo 70V/ 1000Hz. Foi observada forte correlação positiva entre o tempo total de inconsciência e a fase clônica para os protocolos 80v/600Hz e 70v/1000Hz. Conclui-se que protocolo de insensibilização de 50v e 1000Hz é o desejado para o mercado Halal pelo menor tempo de retorno da consciência e melhor eficiência de sangria.

Palavras chaves: Atordoamento, Alta frequência, Bem-estar animal, Corrente elétrica, Hemorragia.

ABSTRACT

ALMEIDA, G.H.J. Protocols for pre-slaughter electronarcosis in broilers for the Halal market. 2020. 77p. Dissertação (mestrado) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados.

Halal slaughter is a Muslim method based on Islamic laws extracted from the Koran and Hadiths, in view of these laws it is not allowed in most Muslim countries to use methodologies that desensitize the animal before bleeding, going against existing laws mainly in the BEA category however, there are some Muslim countries that allow the use of stunning methods as long as the bird remains alive after going through the stunning process. The objective of this study was to evaluate different pre-slaughter brooding protocols for broiler chickens to attend the Halal market on the time to return to consciousness, bleeding efficiency, presence of bruises and meat quality. An experiment was carried out in a plant located in Dourados - MS. A total of 104 Cobb® broiler chickens, 43 days old male, with an average weight of $2,800 \pm 0,285$ Kg, were used and raised in Dark House type poultry. The experimental design was completely randomized with four stunning protocols and 46 chickens for each stunning protocol. The protocols used were: Protocol 1: 80v and 600Hz; Protocol 2: 50v and 1000Hz; Protocol 3: 60v and 1000Hz and Protocol 4: 70v and 1000Hz. The return time of bird unconsciousness, bleeding efficiency, bruising, meat quality (physical breast measurements, pH, color (L^* , a^* and b^*), drip loss, water holding capacity, cooking weight loss (PPC) and shear force). Birds subjected to Protocol 2 stunning (50v / 1000HZ) had the shortest time to return to consciousness after numbness and better bleeding efficiency, however, had a high incidence of breast hemorrhage. Birds submitted to Protocol 3 (60v / 1000Hz) presented higher percentage of broken bones in *pectoralis minor*, as well as higher drip loss compared to other treatments. A strong positive and significant correlation was observed between the total unconsciousness time and the clonic phase for the 80v / 600Hz and 70v / 1000Hz protocols. It was concluded

that the 50v and 1000Hz stunning protocol is indicated for Halal market due to the shortest time of consciousness return and better bleeding efficiency.

Keywords: Stunning, High frequency, Animal welfare, Electric current, Bleeding

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O termo Halal de acordo com o descrito no livro sagrado dos muçulmanos, o Alcorão, significa puro, permitido e recompensado por Deus, enquanto que a terminologia Haram é tudo aquilo que é proibido e punível, ou seja, é a forma com que a religião Islâmica difere o que é certo e o que é errado, assim formando a consciência coletiva da comunidade islâmica (Jallad, 2008). Os muçulmanos não consomem alimentos que não sejam produzidos pelos preceitos Halal. Em se tratando de produtos de origem animal, a religião Islâmica impõe que a carne consumida deve ser oriunda de animais manejados e abatidos dentro de preceitos específicos contidos no Alcorão. Desta forma, o mercado Halal apresenta especificidades e grande potencial de mercado a países exportadores de carne como o Brasil.

No ano de 2019, o Brasil se destacou com um crescimento de 12,3% na exportação de carnes totais em relação ao ano de 2018 e o produto que mais se destacou foi a carne de frango que resultou em uma receita líquida de US\$ 6,994 bilhões, um aumento de 11,2% na receita líquida em comparação ao ano de 2018 durante o mesmo período. O que contribuiu em parte para esse crescimento foi o elo econômico entre Brasil e países Árabes que vem se estreitando nos últimos anos, sendo que em 2018, 4,8% das exportações de carnes de frango do Brasil foram para países árabes e em 2019 as exportações de carne de frango alcançaram 10% em relação ao ano anterior (CNA, 2020).

Diante deste cenário de crescimento de mercado, grandes empresas adaptaram suas plantas frigoríficas a fim de atender o mercado Halal e dentre as normas exigidas estão: a mão de obra que faz a sangria dos animais deve ser exclusivamente muçumana; respeitar todos os critérios religiosos dos funcionários muçumanos que inclui rezas e o calendário *Ramadan* (mês de jejum); os animais devem ser sadios e livres de doenças infectocontagiosas; e um dos principais fatores, a utilização de mecanismo de atordoamento que provoque a insensibilização no animal para que o mesmo não sinta dor, porém não morra durante esta etapa do abate.

De acordo com o Alcorão, as aves destinadas ao mercado Halal não devem passar por nenhum tipo de insensibilização, ou seja, o animal é submetido à sangria em estado de consciência. No entanto, alguns países muçumanos toleram a insensibilização desde que seja de maneira superficial (Nakyinsige, 2012). No Brasil, para realizar a insensibilização de frango de corte pode ser utilizado duas metodologias diferentes, uma delas é o atordoamento por atmosfera controlada, que faz com a ave fique inconsciente após ser submetida a uma câmara de gás controlada e o outro o atordoamento por eletronarcose com imersão da cabeça da ave em cuba de água eletrificada. Essas metodologias, quando devidamente executadas, ocasionam à completa e instantânea inconsciência do animal, fazendo com que a ave possa ser abatida sem a violação de qualquer pré-requisito do Bem-Estar Animal (BEA) durante o abate, sendo que atualmente no Brasil a metodologia de eletronarcose é a mais utilizada pelo seu fácil acesso, mecanismo de funcionamento e manutenção (Gomide et al., 2006).

De acordo com Huang et al. (2017), existem três métodos de insensibilização elétrica, sendo esses, o atordoamento de alta frequência e baixa voltagem, baixa frequência e alta voltagem e voltagem intermediária e alta frequência. Em trabalhos realizados por (Xu et al., 2011a), a insensibilização por baixa voltagem e alta frequência reduz danos a carcaça da ave, sendo um dos protocolos mais adotados pelas indústrias de processamento de frango de corte. Os mesmos autores citam ainda que o atordoamento com alta frequência conduz a uma inconsciência mais profunda, mas com tempo de retorno menor. Contudo, Hotzel et al. (2015) relataram que a utilização de uma corrente mínima de 100mA com baixa frequência, pode provocar parada cardíaca em grande parte das aves, fato observado em seu trabalho, levando a óbito antes mesmo de serem sangradas.

Desta forma, são necessários estudos sobre padrões de insensibilização para atender aos preceitos do Bem-Estar Animal e o protocolo de abate humanitário de aves em acordo com a Instrução Normativa nº 3 de 17 de janeiro de 2000 (Brasil, 2013), bem como atender a demanda crescente do mercado árabe na exportação de produtos Halal. Em virtude de poucos estudos que determinam a adequação de protocolo de insensibilização que atenda ao mercado Halal, bem como a legislação vigente para abate de frangos de corte, objetivou-se avaliar diferentes protocolos de insensibilização pré-abate de frangos de corte para o atendimento ao mercado Halal sobre o tempo de retorno à consciência, eficiência de sangria e qualidade da carcaça e carne.

A dissertação encontra-se dividida em dois capítulos, sendo que o primeiro capítulo consta a revisão bibliográfica. O segundo capítulo é intitulado “Protocolos de insensibilização pré-abate em frangos de corte para o mercado Halal”. Ambos os capítulos foram redigidos nas normas de Revista Brasileira de Zootecnia (ISSN:1806-9290, Fator de impacto: 0,836, Qualis A3, e Percentil 49%).

CAPÍTULO 1

REVISÃO DA LITERATURA

REVISÃO DA LITERATURA

Mercado árabe e sua importância na economia brasileira

O islamismo encontra-se em ascensão mundial nos últimos seis anos (Abdulla et.al, 2019). Hamali et al. (2013) estimaram em seu trabalho que os produtos Halal movimentam anualmente aproximadamente US\$ 2,1 trilhões. Alguns países ocidentais como os países europeus, apresentam crescimento de consumo de produtos Halal, fato fundamentado no aumento de imigrantes muçulmanos juntamente com outras gerações de muçulmanos já pré-existentes nesses países (Miele, 2012). Com essa crescente demanda, o Brasil por se destacar como o maior exportador mundial de carne de frango, também tem destaque internacional quando se trata da exportação para o mercado Islâmico. No ano de 2019, o Brasil exportou 39,62% do volume exportado direcionado para o Oriente Médio e África, sendo os maiores números do mercado Halal (ABPA, 2020).

De acordo com a *Agriculture and Agri-Food Canada - AAFC* (2011), o mercado de produtos Halal é relativamente recente, com início na década de 80 na Malásia, movimentando US\$ 700 milhões dólares no ano de 2011. O mercado de produtos Halal apresenta grandes oportunidades a serem exploradas por diversas empresas em diversos ramos, sendo que os produtos do tipo Halal (carne bovina, aves, grãos, cosméticos) geram em torno de USD 2,3 trilhões anuais (WHF, 2016). Deste montante, aproximadamente USD 700 bilhões estão relacionados ao mercado de alimentos, sendo que o volume de exportação de carne de frango Halal no

ano de 2017 foi de USD 4 bilhões, para os seguintes países: Tailândia, Estados Unidos da América, Argentina, Chile e Turquia, perfazendo o Brasil como principal exportador deste tipo de produto. No ano de 2019, do total de 4,214 mil toneladas de carnes de frango exportados pelo Brasil, aproximadamente 40% deste valor de exportação foram destinadas para o mercado que exige o abate *Halal* (ABPA, 2020).

Tal crescimento da produção e exportação de produtos Halal no Brasil ocorre, pois o país consegue cumprir itens como logística de envio dos alimentos de produtos Halal e programa de rastreabilidade dos produtos, sendo essas questões mencionadas consideradas fundamentais para concretizar esse elo entre os países (Khamarudin et al. 2012).

Para que a produção de alimentos, incluindo a carne, seja produzida para a cultura islâmica, deve ser seguida as regras religiosas sobre a alimentação de seus seguidores, no qual estes alimentos são denominados de alimentos puros e permitidos para consumo, se tratando assim do termo “Halal”, cuja tradução significaria um “alimento puro, legal, aprovado”, caso contrário esse seria considerado “Haran” que quer dizer alimento “sujo, não permitido, ilegal e ilícito” (Ramos et al., 2003). De acordo com os dados da Cibal Halal (2005) a exportação de produtos para países islâmicos com origem do Brasil teve início no ano de 1997.

O crescimento do mercado Halal propicia a investimentos econômicos lucrativos em diversos ramos abrangendo desde a agropecuária (grãos, carne, insumos agrícolas), cosméticos, automobilísticos e turismo no mundo todo. De acordo com FRAMBRAS® (empresa responsável por

fornecer funcionários capacitados para realizar o abate HALAL no Brasil), são aproximadamente 1,8 bilhões de muçulmanos economicamente ativos mundialmente, com crescimento dessa população expressivamente acima da média, o que representaria a terceira economia mundial, ficando atrás apenas dos Estados Unidos e da China, caso a população seguidora do islamismo fosse considerada um país (Frambras, 2019).

Estudos feitos pelo Centro Pew (2015) evidenciaram o alto crescimento dos praticantes da religião islâmica, sendo a religião que mais cresce no mundo, com a previsão de que em 2050, o número de muçulmanos deve igualar a população de cristãos, ou seja, 2,8 bilhões de praticantes. Este crescimento do islamismo está concentrado principalmente em regiões onde se projeta o aumento da renda *per capita* e o avanço da classe média. Com esse crescimento se faz necessário, não apenas uma série de adequações por parte das empresas que desejarem exportar para esses mercados, mas também desafios regulatórios, pois o mercado islâmico requer o ajuste de produção dos produtos a ser consumido aos preceitos do Alcorão, o livro sagrado da religião.

Com a tendência de crescimento do mercado islâmico, se faz necessário atender aos requisitos religiosos e o que a legislação islâmica solicita aos países exportadores, por isso Velarde et al. (2014) relataram sobre as muitas preocupações do bem-estar animal que estão associadas as técnicas de abate Halal, pois nelas pode-se ter desde o abate das aves com a insensibilização elétrica até o abate das aves sem nenhum tipo de insensibilização. Os autores mencionam que no entendimento da legislação

Halal, devido ao tempo que o animal leva para perder a consciência após a sangria, isso pode leva-lo a morte antes de ser sangrado, vindo em desencontro aos preceitos islâmicos.

Abate Halal

De acordo com Farouk et al. (2014), a indústria alimentar destinada ao mercado Halal comercializa um grande volume de carne e para que esse volume seja produzido, a indústria de abate de frango de corte deve sempre seguir os preceitos do abate Halal. Contudo, ainda segundo esses autores, a indústria de produção de carne, principalmente a de abate de frango de corte devem seguir a ética islâmica, no qual respeita o bem-estar animal e este respeito é fundamentado em quatro princípios religiosos sendo esses: o Alcorão que é o livro sagrado da religião islâmica; o *Sunnah* ou *Hadiths* no qual trata toda a legislação, ética e ações do povo mulçumano; o *Ijmaa* no qual trata os achados realizados após colocar em prática o que está descrito no Alcorão pelos estudiosos; e o *Qiyas* no qual faz as análises das situações criadas pelo Alcorão e o *Sunnah*.

“Alimentos proibidos a vocês são: carne morta, sangue, carne de porco, e que foi invocado o nome de outro que não o seu Deus; que foi morto estrangulando, ou por um violento golpe, ou por longa queda de cabeça, ou sendo ferido até a morte; aquilo que foi parcialmente comido por um animal selvagem, a menos que você seja capaz de abatê-lo na devida forma.”

Versículo 4 do Alcorão

De acordo com Fauzi et al. (2013), no momento do abate pelo método Halal os animais devem estar vivos, os sangradores (pessoa responsável pela sangria da ave) devem ser supervisionados por uma autoridade local islâmica, o nome de Deus deve ser mencionado a cada corte feito e o sangue deve drenar o máximo possível da carcaça, fazendo assim que o animal morra pela baixa circulação sanguínea, conseqüentemente por hipóxia cerebral (baixa concentração de oxigênio no cérebro da ave).

Em alguns países muçulmanos o atordoamento de aves antes do abate, não é permitido visto que algumas práticas podem levar o animal à morte antes mesmo da sangria, sendo este animal considerado HARAN (impuro para o consumo humano) (Nakyinsige et al., 2013). No entanto, algumas técnicas de insensibilização pré-abate, no qual existe a possibilidade do animal voltar à consciência caso não seja sangrado, foi aceita por diversos países muçulmanos (Shields et al., 2010).

Contudo, pelo Brasil ter plantas frigoríficas com habilitação para abate Halal, o MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento) homologou no dia 17 de janeiro de 2000 a Instrução Normativa nº 3, no qual descreve como deve ser realizado os Métodos de Insensibilização para o Abate Humanitário em animais para fins de produção. Desta mesma forma na mesma legislação cita-se que:

“É permitido o sacrifício de animais de acordo com preceitos religiosos, desde que sejam destinados ao consumo por comunidade religiosa que os requeira ou ao comércio internacional como países que

façam essa exigência, sempre atendidos os métodos de contenção dos animais” (Brasil, 2000a).

O abate Halal tem sido questionado pelos defensores dos direitos dos animais que alegam que o sacrifício sem insensibilização pode causar dor e sofrimento, contudo, existem registros que as primeiras leis sobre manejo pré-abate, bem-estar animal no pré-abate teriam sido descritos pelo profeta sagrado Muhammad, no qual já pregava que o animal devia ser abatido de forma imediata, sem sofrimento ou dor, pois isso afeta a carne do animal a tornando Haran, com isso os islâmicos creem que estas orientações que foram estabelecidas a 1.400 anos, são as mesmas no manuseio e cuidado dos animais destinados ao abate nos dias atuais (Farouk, 2014).

Segundo Bridi et al. (2012), no abate Halal a ave pode ser sangrada estando ou não insensibilizada, no entanto, de acordo com o entendimento da religião islâmica, as aves que foram submetidas a um método de insensibilização, seja ele qual for, ocorre a diminuição dos batimentos cardíacos, reduzindo assim a capacidade de expulsar o sangue do corpo com eficiência durante a etapa de sangria, estando em desconcontro com os preceitos islâmicos.

O abate de animais de produção é essencialmente realizado para prepará-lo para fins alimentícios, ou seja, tornar o músculo em carne através das transformações bioquímicas da carne (Gomide et al., 2006). No islã essa transformação é regida categoricamente desde o início, nos métodos de manejo pré-abate até o abate propriamente dito, sendo essas etapas

reguladas pelas instruções que constam nas escrituras do profeta (Shahdan et al., 2016)

De acordo com a ciência do bem-estar animal (BEA), a insensibilização tende a ser rápida, sem estresse e de duração suficiente para permitir que a ave permaneça inconsciente até o momento da sangria e posteriormente a morte, minimizando a dor e o sofrimento durante as etapas do abate (Schilling et al., 2012).

De acordo com Bridi et al. (2012), as aves abatidas sem prévia insensibilização, tiveram dor antes o processo de degola, tal constatação foi revelada através dos níveis de ácido láctico presente no exame de sangue, pois o lactato em níveis altos na corrente circulatória está associado ao aumento do metabolismo provocado pelo estresse.

Metodologia de Insensibilização

Os métodos de abate de animais são aceitáveis quando esses resultam em sinais mínimos de agitação e angústia durante o período em que têm algum grau de percepção e consciência (Coenen et al., 2008). O abate humanitário deve garantir uma eliminação da consciência por meio de alguma das metodologias aprovadas pelo MAPA, esta insensibilização deve ser rápida e indolor, de modo que o ato da sangria do animal só pode ser realizado quando os animais estão totalmente inconscientes.

Segundo o Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal, art. N ° 135 do RIISPOA (Brasil, 2000c), só é

permitido o sacrifício de animais de açougue por métodos humanitários, utilizando-se de prévia insensibilização baseada em princípios científicos, seguida de imediata sangria (Decreto nº 2.244, de 1997). Além disso, em seu artigo primeiro, esse decreto estabelece sobre os métodos empregados para cada espécie de animal de açougue e que estes deverão ser aprovados pelo órgão oficial competente, cujas especificações e procedimentos serão disciplinados em regulamento técnico (Decreto nº 2.244, de 1997). Salvo quando deve ser atendidos requisitos de países importadores ou preceitos religiosos (Brasil, 2000a).

A Instrução Normativa nº 03 de 17 de janeiro de 2000, elaborada pelo MAPA, pondera que o ato de insensibilizar é fundamental para garantir o BEA antes do abate, diminuindo assim o sofrimento e o estresse do animal que antecede a sangria. Este método faz com que os animais fiquem inconscientes e incapazes de sentir dor, no entanto, mantendo os sinais vitais estáveis até o processo de sangria. No mesmo documento, aborda-se a necessidade de padronizar os métodos de insensibilização para o abate humanitário estabelecendo assim, os requisitos mínimos para a proteção dos animais de açougue e aves domésticas, bem como os animais silvestres criados em cativeiro, antes e durante o abate, a fim de evitar a dor e o sofrimento (Brasil, 2000c).

A metodologia de insensibilização a ser utilizada para o abate de animais de produção pode ser realizada seguindo a espécie, tamanho, peso e quantidade a ser abatida, para isso de acordo com a Instrução Normativa nº 03 de 17 de Janeiro de 2000 do MAPA podem ser adotados os seguintes

métodos: método mecânico, método elétrico e método por atmosfera controlada. As indústrias avícolas de frangos de corte utilizam apenas os métodos de insensibilização por eletronarcose e por atmosfera controlada. O método de insensibilização mecânica obtido através das pistolas de dardos penetrantes ou não se faz uso na indústria avícola somente em aves de grande porte, no caso perus e avestruzes (Brasil, 2013).

A insensibilização por atmosfera controlada é uma metodologia no qual através da redução dos níveis de oxigênio dentro uma câmara por sucção de uma bomba a vácuo, faz com que a ave entre em estado fisiológico de anoxia gradual, no entanto, o uso deste tipo de insensibilização ainda não é muito utilizado. Porém, com as perdas que são geradas durante o processo de insensibilização por eletronarcose, principalmente quanto à qualidade da carcaça (fraturas de asas, hematomas de peito e petéquias em coxa e sobrecoxa) e também pela maior preocupação quanto ao BEA no pré-abate, este método tem grande possibilidade de implantação pelas empresas avícolas nos próximos anos (Siqueira et al., 2017). Outra facilidade do método seria que as aves são expostas à atmosfera controlada dentro das próprias caixas de transporte, sem a necessidade da pendura das aves (Lambooi et al., 2014).

Em frigoríficos comerciais de frangos de corte, o atordoamento elétrico em cuba de imersão é atualmente o método mais utilizado para a insensibilização pré-abate. É conveniente, econômico, requer pequena área de instalação e pode ser facilmente adaptado para plantas de processamento comercial (Turcsan et al., 2003). Contudo, Shields e Raj (2010) transcreveram

em seus trabalhos que múltiplas combinações como a forma de onda a ser utilizada (corrente contínua ou corrente alternada), tensões, ciclos e tempos de exposição a corrente podem ser utilizados para insensibilizar a ave, desde que não infrinjam o BEA. De acordo com os parâmetros de tensão e frequência utilizados, os métodos de atordoamento elétrico em cuba de imersão podem ser divididos em três categorias, sendo esses o atordoamento de baixa voltagem e alta frequência, atordoamento de baixa voltagem e baixa frequência e atordoamento de alta voltagem e baixa frequência (Huang et al., 2014).

Segundo Raj (2006), independente dos parâmetros utilizados o objetivo é de induzir a perda imediata da consciência até a morte do animal. A baixa voltagem e a alta frequência, quando comparados com os outros dois métodos de atordoamento elétrico, são amplamente utilizadas pela maioria das plantas de abate de frangos de corte (Xu et al., 2011b).

A voltagem e a forma de onda desempenham papéis importantes nos efeitos do atordoamento elétrico na qualidade final da carne. A duração da inconsciência aumenta com o aumento da voltagem utilizada durante atordoamento, mas a extensão do dano na carcaça é agravada, e a incidência de fibrilação e uma disfunção ventricular são exacerbadas com o aumento da tensão no atordoamento (Xu et al., 2011b).

Na metodologia de insensibilização por corrente elétrica em cubas de imersão, a ave entra em contato com a água e a corrente elétrica por cerca de 7 segundos fazendo com que a corrente seja conduzida da água eletrificada para as aves, ocorrendo assim à perda imediata de consciência

(Kolesar et al., 2009). A Instrução Normativa nº 3 de 17 de Janeiro de 2000, transcreve que, para causar perda da consciência da ave, a corrente elétrica tem que ser necessária para atravessar o seu cérebro, com isso os eletrodos devem ser dispostos a facilitar esta operação e pode ser controlada e avaliada através de um quadro de comando e através de sensores que fazem com que a amperagem e voltagem aplicadas sejam coerentes com o tamanho do animal para que não ocorram lesões e sofrimento desnecessário. Para se obter uma tensão mínima capaz de insensibilizar a ave, além da cuba de imersão se faz necessário a aplicação de técnicas para melhorar essa condução da corrente elétrica no corpo da ave, molhando os ganchos bem como os pés, facilitando assim todo o percurso da corrente elétrica pelo corpo da ave (Brasil, 2000b).

Uma vez a ave insensibilizada existe métodos de avaliação de insensibilização das mesmas, que foram preconizados para avaliar a qualidade da metodologia utilizada. Como reflexo de interesse na avaliação da insensibilização, após o atordoamento, incluem perda de reflexos do tronco cerebral, tais como: o palpebral, córneo e pupilar. Assim como, os reflexos espinhais e ausência de respiração rítmica (Erasmus et al., 2010).

De acordo com Ludtek et al. (2010), a insensibilização por eletronarcose se torna eficiente desde que contenha os parâmetros necessários para evitar que a ave volte a sua consciência antes que ocorra o processo de sangria considerando este tempo de até 2 minutos, período este que a ave passa por duas fases do processo de insensibilização que são a fase tônica e a fase clônica. Os mesmos autores relataram que a fase tônica

é caracterizada pela ave apresentar o pescoço arqueado, asas fechadas rente ao corpo, tremor involuntário das asas, olhos abertos e pernas estendidas, ausência da respiração rítmica, que pode ser visualizada pela ausência de contração dos músculos abdominais próximos à cloaca.

Segundo Prinz et al. (2010), após a fase tônica, inicia-se rapidamente a fase clônica sendo que a ave já passou pela degola no momento desta fase, na qual são observados movimentos das pernas, movimentos descoordenados das asas, ausência de reflexos oculares e da terceira pálpebra (membrana nictante). Além disso, de acordo com Kolesar et al. (2009), alguns fatores como o tamanho da ave, peso e sexo devem ser levados em consideração para estipular os parâmetros a serem utilizados na insensibilização. A Organização Mundial de Saúde Animal (OIE, 2016) relata em sua legislação que 100 mA/ave é o mínimo que deve ser utilizado de corrente elétrica em uma ave.

Potencial de uso de alta frequência e baixa voltagem para insensibilização de frangos de corte

O sistema de atordoamento elétrico utilizado para o abate de aves, afim de que se garanta a perda temporária da consciência das aves e não sinta dor no momento da sangria, faz também com que os frangos não se debatam, diminuindo assim os danos que possam ocasionar na carcaça comprometendo a qualidade da mesma. Essa insensibilização pode ser realizada de acordo com os pré-requisitos que cada país, legislação ou até mesmo a religião. Para frangos que vão ser abatidos e comercializados para

países da União Europeia, o atordoamento deve ser realizado com baixa frequência e alta voltagem com no mínimo 100mA de corrente elétrica. No entanto, nos países cuja cultura segue a religião islâmica, as aves devem ser abatidas pelo método Halal, podendo-se utilizar como método de insensibilização a eletronarcose com alta frequência e baixa voltagem, ou seja, com o mínimo de insensibilização (Craig et al., 1997), como alternativa ao abate sem insensibilização.

Segundo Raj et al. (2006), a constância que uma corrente elétrica utilizada no atordoamento das aves, significa o número de vezes que um ciclo da corrente passa pelo corpo durante um segundo, ou seja, quando se utiliza frequência altas essa passará mais vezes no corpo da ave por segundo. No caso de atordoamento por alta frequência, a corrente elétrica que passa no corpo do animal, de acordo com o tipo de onda que está sendo constituída, será curta, induzindo o animal a uma insensibilização superficial e, portanto, o tempo de retorno a consciência será mais rápido.

Contudo, Daly (2005) citou em seu trabalho que o tempo de duração do pulso elétrico pode afetar diretamente o tempo de despolarização das células em se tratando de relaxamento muscular, ou seja, como o pulso elétrico circulará no corpo do animal por diversas vezes, isso faz com que a musculatura do animal entre em estresse muscular, consequentemente causando fadiga muscular e podendo ocorrer hemorragias, alterando a qualidade da carne. Foi comprovado através do trabalho publicado por Grandin et al. (2004) que animais que receberam alta frequência tiveram uma insensibilidade instantânea devido aos repetitivos ciclos que receberam,

enquanto que animais que foram atordoados com frequência a baixo de 1.000 Hz a dor era perceptível através de exames de eletroencefalograma.

Portanto, o abate Halal visa promover o mínimo de insensibilização possível, ou seja, quando um animal é submetido a um atordoamento de alta frequência o mesmo pode ter uma inibição do sistema nervoso central evitando que o animal sinta dor, porém sem causar uma desfibrilação ventricular e assim, o coração do animal continua a contração de forma compassada facilitando a expulsão do sangue do organismo do animal (Farouk et al., 2014).

O tipo de frequência a ser utilizado no abate de frangos de corte, varia de acordo com o tipo de mercado que se quer atender, em se tratando de frequência alta ou baixa, ambas diferem muito entre si (Has-Humane et al., 2016). O atordoamento com frequência alta mostra que quando aplicado corretamente de forma reversível, por não causar a desfibrilação cardíaca, favorece a sangria da ave, melhorando a qualidade da carcaça e consequentemente a carne. Para que atenda os pré-requisitos de bem-estar animal, se usado este tipo de frequência, o tempo entre o tanque de insensibilização e a linha de sangria não pode ultrapassar três segundos visto que a ave retorna a consciência mais rapidamente (Sabow et al., 2017).

A alta frequência proporciona um período mais curto de inconsciência nas aves, o que leva a um estado de inconsciência mais superficial (Contreras et al., 2001). Siqueira et al. (2017) referem que estes tipos de sinais (relaxamento da musculatura e pescoço, ausência do reflexo corneal e respiração rítmica) presente na fase clônica quando observados em

protocolos de insensibilização de alta frequência, leva a um quadro de inconsciência mais branda e superficial, mas isso não é indicativo que a ave esteja consciente. Deve-se sempre levar em conta que reflexos e comportamentos adicionais devem ser avaliados para se chegar a uma conclusão confiável (Has, 2016). No estudo feito por Siqueira et al. (2017), nenhuma das aves que apresentou reflexo ocular mostrou outros sinais de consciência, concluindo que se uma ave apresenta sinais oculares após a insensibilização, significa que a mesma está viva, mas não necessariamente consciente.

De acordo com PAREDI et al. (2012) o manejo *ante mortem* é um grande fator que pode interferir na qualidade da carne, pois aves que foram submetidas a altos níveis de estresse relacionados a práticas inadequadas de insensibilização por utilização por parâmetros inadequados na insensibilização conduzem a aceleração da glicólise *post mortem* alterando características como maciez, cor, capacidade de retenção de água e pH.

A cor da carne em aves cujo atordoamento foi realizado com alta frequência (1000HZ) após passar pelo espectrofotômetro (Mini Scan XE PLUS) se tornou mais clara (Bitencourt, 2011). Assim como relatado por Xu et al. (2011a) em seu trabalho alegando o fato de que o coração da ave não entra em fibrilação, ou seja, o ritmo do batimento cardíaco continua regular, sendo o sangue expulso mais rápido pelo organismo. No mesmo trabalho, os autores relataram que as aves que foram submetidas à alta frequência (1000 Hz) no momento da insensibilização apresentaram a carne mais macia e afirmaram que a força de cisalhamento em carnes de frango com

atordoamento de alta frequência foi menor associado a voltagem baixa (45v) quando comparado a trabalhos com protocolos de atordoamento de baixa frequência (120Hz) (Bourassa et al., 2017).

Segundo Bridi et al. (2012), aves que foram submetidas ao atordoamento por alta frequência e baixa voltagem (1000Hz e 45v) não apresentaram efeito sobre o pH da carne quando comprado a outros tipos de protocolos, assim como no mesmo trabalho os autores comprovaram que a capacidade de retenção de água não foi influenciada pelos protocolos de atordoamento. No entanto, segundo Xu et al. (2011a), as aves que são atordoadas com protocolos de alta frequência (1000Hz) e baixa voltagem (45V), apresentaram baixa capacidade de retenção de água na carne do peito, da mesma forma que o emprego de alta frequência (1000Hz) aliada à alta voltagem (90V) faz com que a carne fique mais macia através da análise da força de cisalhamento, assim como menor perda de gotejamento quando comparado ao uso de protocolos de baixa frequência (400Hz). Estudos realizados por XU et al. 2011 selecionaram os efeitos da qualidade de carne de aves através da análise do musculo *Pectoralis maior*, os autores encontraram que aves submetidas a alta frequência (1000Hz) apresentaram força de cisalhamento e perda de água por cozimento menor quando comparados a protocolos de baixa frequência (400Hz).

De acordo com Raj et al. (2001), as aves abatidas com frequência acima de 1000 Hz e voltagem moderada (65V), apresentaram menor números de ossos da carcaça fraturados, de forma que a contração muscular durante o choque é muito mais leve e rápida em eletronarcose de alta frequência do

que em baixa frequência. Segundo Estrasburgo (2009) caso a ave seja insensibilizada com corrente elétrica alta poderá ocorrer uma estimulação exacerbada da musculatura podendo ocorrer o rompimento de vasos e artérias ocorrendo a presença de hematomas, podendo ocorrer também equimoses e petéquias. Contudo Rabello (2009) evidência em seu trabalho que um dos principais objetivos do sangramento é reduzir o impacto na conservação e qualidade de carne, o autor demonstra em seu trabalho que as aves submetidas a alta frequência 900Hz com uma corrente elétrica de 150mA promove uma taxa de perda de sangue maior prolongando a vida útil de prateleira da carne.

Referência Bibliográfica

ABPA – Associação Brasileira de Proteína Animal (2019) Relatório Anual 2019. Disponível em: <http://abpa-br.com.br/storage/files/relatorio-anual-2018.pdf>. Acesso em: 21 de Novembro de 2019.

AGROSTAT (2019) Estatísticas de Comercio Exterior do Agronegócio Brasileiro Disponível em: <http://sistemaweb.agricultura.gov.br/pages/AGROSTAT.html>. Acesso em: 22 DE SETEMBRO DE 2019

Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne (ABIEC). Brasil de Olho no Mercado de Carne Halal e Kosher. Junho de 2013 Disponível em: [http://www.abiec.com.br/publicações/brasil_de_olho_no_mercado_de_carne Halal e kosher](http://www.abiec.com.br/publicações/brasil_de_olho_no_mercado_de_carne_Halal_e_kosher) Acesso em: 22 de setembro de 2019.

Bourassa DV, Bowker BC, Zhuang H, Wilson KM, Harris CE, Bhur RJ (2017) Impact of alternative stunning electrical parameters on the ability of broiler chickens to regain consciousness and meat quality impact of stun electric parameters alternatives in the ability of broilers to regain consciousness and meat quality. Poultry Science 96: 3495 – 3501. <https://doi.org/10.3382/ps/pex120>

Brasil, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA. (2000a). Estatísticas de Comércio Exterior do Agronegócio Brasileiro. Disponível em <https://www.gov.br/agricultura/acao-a-informacao/acoes-e-programas/cartas-de-servico/relacoes-internacionais-para-o-agronegocio/sistema-de-estatisticas-de-comercio-exterior-do-agronegocio-agrostat-brasil>. Acessado em 03 de Abril de 2019

Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA. (2000b) Instrução Normativa nº 3 de 17 de janeiro de 2000. Aprova o Regulamento Técnico de Métodos de Insensibilização para o Abate Humanitário de Animais de Açougue. Lex: Diário Oficial da União de 24 de janeiro de 2000. Disponível em: <http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=143662794> . Acessado em 18 de Setembro de 2019

Brasil. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento –MAPA. (2000c) Anexo 1: Métodos de Insensibilização Autorizados. Disponível em: < http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/ANEXO%20%2010%2010%2013%20-%20Final.pdf. Acesso em 03 de Abril. 2019

Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. (2010a) RIISPOA: Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal. Decreto nº 30.691 de 29 de março de 1952. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1950-1969/D30691.htm. Acessado em 19 de Setembro de 2019.

Brasil. Ministério da Agricultura, DIPOA (2010b). Regulamento Técnico da Inspeção Tecnológica e Higiênico-Sanitária de Carne de Aves. Portaria SDA nº 210, nov. de 1998, publicada em D.O.U. em 26/11/98. Disponível em: <http://www.in.gov.br/web/dou/-/portaria-n-210-de-7-de-outubro-de-2019-220483942>. Acessado em 22 de Setembro de 2019

Brasil. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento – MAPA (2013) Anexo 1: Métodos de Insensibilização Autorizados, 2013. Disponível em: < http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/ANEXO%20%2010%2010%2013%20-%20Final.pdf. Acesso em 03 de Abril. 2019

Bridi AM (2012) Indicadores de estresse e qualidade da carne em frangos abatidos pelo método “Halal”. Semina: Ciências Agrárias 33: 2451-2459. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2012v33n6p2451>

Central Islâmica Brasileira de Alimentos Halal (CIBALLAHAL). Conceitos Halal. Disponível em: <http://cibalHalal.com.br/pt/> Acesso em: 1 Novembro. 2019.

Central Islâmica Brasileira de Alimentos Halal. Cibal Halal: Certificação Halal. Cibal Halal. <<http://cibalHalal.com.br>> Acesso em 25 de agosto de 2019.

Centro Pew (2014) The Rival of Shia Islam. 24 de Julho de 2014< <https://www.pewforum.org/2006/07/24/the-revival-of-shia-islam/>>. Acesso em 20 de Agosto de 2019.

Coenen AML, Lankhaar JAC, Lowe JC, McKeegan DEF (2009) Remote EEG monitoring, ECG and behavior during controlled atmosphere stunning (CAS) in broilers: Implications for well-being. Poultry Science 88: 10-19. <https://doi.org/10.3382/ps.2008-00120>

Confederação de Agropecuária e Pecuária do Brasil (CNA) (2001) CNA e governo reforçam importância da parceria comercial com países islâmicos. Disponível em: www.cnabrasil.org.br. Acesso em 03 de Abril de 2020.

Conteras C, Beraquet N (2001) Electric discharge, hot boning and quality of Fran-Go breast meat: electric discharge, hot boned and quality of chicken breast meat. Poultry Science 80 :501-507. <https://doi.org/10.1093/ps/80.4.501>

Craig EW, Fletcher DL (1997) A comparison of high current and low voltage electrical systems impressive in the development of breast rigor and meat quality. Poultry Science 76:1178-1181. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2017.05.021>

Daly CC (2005) The use of alternative electrical frequencies for stunning animals before religious slaughter. Animal Welfare in Ritual Rlaughter 4: 77-84. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2017.05.021>

Erasmus MA, Turner PV, Widowski TM (2010) Measures of insensibility used to determine effective stunning and killing of poultry. *Journal of Applied Poultry Research* 19: 288-298. <https://doi.org/10.3382/japr.2009-00103>

Farouk MM, Hm Al-Mazeedi AB, Sabow AE, Bekhit KD, Adeyemi AQ, Sazili AD, Ghani A (2014) Halal and Kosher slaughter methods and meat quality: a review. *Meat Science* 98: 505-519. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.05.021>

Fauzi M, Irani W, Mohd Mokhttar SS, Sharif S, Yusoff RZ (2013) Retail store attributes in Islamic perspectives. In: Conference on Business Management Research. Disponível em <http://repo.uum.edu.my/id/eprint/16353>. Acessado em 20 de Setembro de 2019.

Frambras H (2019) Mercado Halal no Mundo. Disponível em: <http://www.fambrasHalal.com.br/visao-geral> Acessado em 10 de agosto de 2019.

Gaia (2010) Religious Slaughter and stunning Opinion Survey: Muslims from Belgium. GAIA Brussels Press Conference. Disponível em <https://www.eurogroupforanimals.org/gaia-the-ecj-confirms-that-ritual-slaughter-without-stunning-may-take-place-only-in-approved-slaughterhouses>. Acessado em 10 de Outubro de 2019.

Gomide LAM, Ramos EM, Fontes PR, (2006) Tecnologia de abate e tipificação de carcaças. Viçosa: Editora UFV 370.

Grandin T (2010) Auditing animal welfare at slaughter plants. *Meat Science*, Colorado/EUA 86: 56-65. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.04.022>

Gerritzen MA, Lambooij E, Hillebrand SJ, Lankhaar JA, Pieterse C (2000) Respostas comportamentais de frangos de corte a diferentes atmosferas gasosas. *Ciência das aves domésticas* 79: 928-933. <https://doi.org/10.1093/ps/79.6.928>

Has-Humane Slaughter Association (2016) Online Guide-Electric Immersion in Domestic Water Heaters.-Immersion in domestic poultry heaters. Disponível em: <http://www.hsa.org.uk/downloads/publications/hsaonlineguide-w-aterbathpoultryapril2016.pdf>. Acessado em 20 de Agosto de 2019

Hötzel MJ, Mota SM, Ludtke CB, Poletto R (2018) Knowledge and attitudes of official inspectors at slaughterhouses in southern Brazil regarding animal welfare. *Revista Brasileira de Zootecnia* 47. <https://doi.org/10.1590/rbz4720170065>

Huang JC, Yang J, Huang M, Chen KJ, Xu XL, Zhou GH (2017) The effects of electrical stunning voltage on meat quality, plasma parameters, and protein

solubility of broiler breast meat. Poultry Science 96: 764-769. <https://doi.org/10.3382 / ps / pew335>

Huang JC, Huang M, Yang J, Wang P, Xu XL, Zhou GH (2014) The Effects of Electrical Stunning Methods on Broiler Meat Quality: Effect on stress, glycolysis, water distribution, and myofibrillar ultrastructures. Poultry Science, 93:2087-2095. <https://doi.org/10.3382/ps.2013-03248>

Jallad N (2010) The concept of "shame" in Arabic : bilingual dictionaries and the challenge of defining culture-based emotions». Language design : journal of theoretical and experimental linguistics 12: 31-57. Disponível em: <https://ddd.uab.cat/record/68237>. Acessado em: 20 de Setembro de 2019

Kolesar R, Ludtke C, Ciocca JRP, Dandin T, Vilela JA, Tondatto A, Parker M, Rodgers J (2009) Programa Nacional de Abate Humanitário – Steps. Sociedade Mundial de Proteção Animal WSPA. Rio de Janeiro. 210.

Ludtke CB, Ciocca JRP, Dandin T, Barbalho PC, Vilela JÁ (2010) Abate Humanitário de aves. WSPA - Sociedade Mundial de Proteção animal. Rio de Janeiro: 120. Disponível em: <https://www.worldanimalprotection.org.br/nosso-trabalho/animais-de-producao/abate-humanitario-aves>. Acessado em: 15 de Agosto de 2019

Ludtke C, Gregory N, Costa OD (2012) Bem-estar no manejo pré-abate das aves. Revista Avicultura, Edição nº 01, Brasil: Insight, 2012: 32. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/79757/1/Bem-estar-manejo-pre-abate-aves-Engormix.com.pdf>. Acessado em: 10 de Agosto de 2019

Llonch P, Rodríguez P, Casal N, Carreras R, Muñoz I, Dalmau A, Velarde A (2015) Electrical stunning effectiveness with current levels less than 1 A in lambs and kidgoats. Res. Vet. Sci 98: 154-16. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2014.12.009>

Nakyinsige J, Che Man YB, Zeiad AA, Zulkifli I, Goh YM, Abu Bakar F, Al-Kahtani HA, Sazili AQ (2013) Stunning and animal welfare from Islamic and scientific perspectives. Meat Science, Malaysia 95: 352-361. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.04.006>

Nakyinsige K, Man YBC, Sazili AQ, (2012) Halal authenticity issues in meat and meat products. Meat science 91: 207-214. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.02.015>

OIE. Organização mundial de saúde animal. Código sanitário dos animais terrestres (2016) Disponível em: <http://www.oie.int/en/international-standard-setting/terrestrial-code/access-online/>. Acesso em 10 de Maio de 2019.

Prinz S, Van OG, Bessei W, Ehinger F, Coenen A, (2010) The electroencephalogram of broilers before and after DC and AC electrical

stunning. *European Poultry Science*, Alemanha 73: 67-70.
<https://hdl.handle.net/2066/77181>

Prinz S, Van Oijen G, Bessei W, Ehinger F, Coenen A, Ulmer E (2009) The electroencephalogram of broilers before and after DC and AC electrical stunning. *Waterbath stunning of chickens. Poultry Science* 73: 67-70.
<https://doi.org/10.3382/ps.200900137>

Raj ABM (2006) Recent developments in stunning and slaughter of poultry. *World's Poultry Science Journal* 62: 467-484.
<https://doi.org/10.1017/S0043933906001097>

Ramos VL (2003) Conversion to Islam: a sociologic analyze of assimilation to religions ethos at sunit muslim society in São Bernardo do Campo. *Dissertação (M.Sc.) Universidade Metodista de São Paulo, São Bernardo do Campo. São Paulo.*

Schilling MW, Radhakrishnan V, Vizzier-Thaxton Y, Christensen K, Joseph P, Williams JB, Schmdt TB (2012) The Effects of Low Atmosphere Stunning and Deboning Time on Broiler Breast Meat Quality. *Poultry Science* 91: 3214-3222.
<https://doi.org/10.3382/ps.2007-00454>

Shahdan IA, Regenstein JM, Shahabuddin ASM, Rahman MT (2016) Developing control points for Halal slaughtering of poultry. *Poultry science* 95: 1680-1692. <https://doi.org/10.3382/ps/pew092>

Shields SJ, Raj ABMA (2010) Critical Review of Electrical Water-Bath Stun Systems for Poultry Slaughter and Recent Developments in Alternative Technologies. *Journal of Applied Animal Welfare Science* 13: 281-299.
<https://doi.org/10.1080/10888705.2010.507119>

Siqueira TS, Borges TD, Rocha RMM, Figueira PT, Luciano FB, Macedo RE F (2017) Effect of electrical stunning frequency and current waveform in poultry welfare and meat quality, *Poultry Science*, 96: 2956–2964.
<https://doi.org/10.3382/ps/pex046>

Sullivan PA, Ciocca JRP, Vega LT (2014) Manejo pré-abate e bem-estar. In: *Produção de Frangos de Corte*. MACARI, M., MENDES, A.A.M., MENTEN, J.A., NAAS, I.A. 2a Edição. São Paulo. FACTA – Fundação APINCO de Ciência e Tecnologias Avícolas 11: 205–226.

Turcsan ZS, Varga L, Szigeti J, Turcsan J, Csurak I, Szalai M (2003) Effects of electrical stunning frequency and voltage combinations on the presence of engorged blood vessels in goose liver. *Poultry Science* 82: 1816-1819.
<https://doi.org/10.1093/ps/82.11.1816>

Usmani T (2004) Legal rulings on slaughtered animals. Disponível em: <https://docs.google.com/viewer?url=http%3A%2F%2Ffreepdfhosting.com%2Fd3a6d6755e.pdf>. Acessado em 20 de Setembro de 2019

Velarde A, Rodriguez P, Dalmau A, Fuentes C, Llonch P, Von Holleben KV, Cenci-Goga BT (2014) Religious slaughter: Evaluation of current practices in selected countries. *Meat Science* 96: 278-287.
<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.07.013>

Xu L, Zhang L, Yue HY, Wu SG, Zhang HJ, Ji F, Qi GH (2011) Effect of electrical stunning current and frequency on meat quality, plasma parameters, and glycolytic potential in broilers. *Poultry Science* 90: 1823-1830.
<http://dx.doi.org/10.3397/ps.2011-01297>

Xu L, Zhang L, Yue HY, Wu SG, Zhang HJ, Ji F, Qi GH (2011). Effect of electrical stunning current and frequency on meat quality, plasma parameters, and glycolytic potential in broilers. *Poultry Science* 90: 1823-1830.
<https://doi.org/10.3382/ps.2010-01249>

CAPÍTULO 2

PROTOCOLOS DE ELETRONARCOSE EM FRANGOS DE CORTE PARA O MERCADO HALAL

**Artigo redigido e formatado conforme normas da Revista Animal
Production Science (ISSN: 1836-0939, Fator de impacto: 1,22, Qualis A2)**

RESUMO

ALMEIDA, G.H.J. Protocolos de eletronarcose em frangos de corte para o mercado Halal, 2020 77p. Dissertação (mestrado) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados.

Objetivou-se avaliar diferentes protocolos de insensibilização elétrica pré-abate de frangos de corte para o atendimento ao mercado Halal sobre o tempo de retorno à consciência, eficiência de sangria e qualidade da carcaça e carne. Foi realizado um experimento em uma planta frigorífica de abate de frangos de corte, localizada na cidade de Dourados – MS. Foram utilizados, 184 frangos de corte da linhagem Cobb®, machos com 43 dias de vida, peso médio de $2,800 \pm 0,285$ Kg e criados em aviários do tipo *Dark House*. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com quatro protocolos de insensibilização e 46 frangos para cada protocolo de insensibilização. Os protocolos utilizados foram: Protocolo 1: 80v e 600Hz; Protocolo 2: 50v e 1000Hz; Protocolo 3: 60v e 1000Hz e Protocolo 4: 70v e 1000Hz. Avaliou-se o tempo de retorno de consciência das aves, eficiência de sangria, hematomas, presença de ossos quebrados no músculo peitoral e qualidade de carne. As aves submetidas à insensibilização pelo Protocolo de 50v/1000HZ apresentaram o menor tempo de retorno da consciência após a insensibilização e alta incidência de hemorragia de peito. Os protocolos de alta frequência, independente da voltagem utilizada, apresentaram melhor eficiência de sangria. As aves submetidas ao Protocolo de 60v/ 1000Hz apresentaram maior porcentagem de ossos quebrados no sassami comparado aos demais tratamentos, assim como o maior *drip loss* em comparação ao protocolo 70V/1000Hz. Foi observada forte correlação positiva e significativa entre o tempo total inconsciência e a fase clônica para os protocolos 80v/600Hz e 70v/1000Hz. Conclui-se que protocolo de insensibilização de 50v e 1000Hz é o desejado para o mercado Halal pelo menor tempo de retorno da consciência e melhor eficiência de sangria.

Palavras chaves: Atordoamento, Alta frequência, corrente elétrica, Hemorragia, Qualidade de carne, pH.

ABSTRACT

ALMEIDA, G.H.J Protocols for pre-slaughter electronarcosis in broilers for the Halal market., 2020 77p. Dissertação (mestrado) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados.

The objective was to evaluate different protocols for pre-slaughter electric broiler chickens to serve the Halal market on the return to slaughter time, science, bleeding efficiency and carcass and meat quality. An experiment was carried out in a slaughterhouse for slaughtering broilers, located in the city of Dourados - MS. Were used, 184 broilers lineage Cobb®, males with 43 days of age, average weight of 2.800 ± 0.285 kg and poultry raised on the type Dark House. The experimental design used was completely randomized with four stunning protocols and 46 chickens for each stunning protocol. The protocols used were: Protocol 1: 80v and 600Hz; Protocol 2: 50v and 1000Hz; Protocol 3: 60v and 1000Hz and Protocol 4: 70v and 1000Hz. The time to return to the birds' consciousness, bleeding efficiency, hematomas, presence of broken bones in the *sassami* and meat quality (physical measurements of the breast, pH, color (L^* , a^* and b^*), drip loss, water holding capacity, cooking weight loss (PPC) and strength of shear). Birds subjected to stunning by the 50v / 1000HZ Protocol showed the shortest time to return to consciousness after stunning and high incidence of breast hemorrhage. The high frequency protocols, regardless of the voltage used, showed better bleeding efficiency. The birds submitted to the 60v / 1000Hz protocol showed a higher percentage of broken bones in the *pectoralis minor* compared to the other treatments, as well as the highest drip loss compared to the 70V / 1000Hz protocol. A strong positive and significant correlation was observed between the total time in consciousness and the clonic phase for the 80v / 600Hz and 70v / 1000Hz protocols. It is concluded that the 50v and 1000Hz stunning protocol is the desired for the Halal market due to the shorter time to return to consciousness and better bleeding efficiency.

Keywords: Stunning, High frequency, Animal welfare, Electric current, Bleeding, meat quality, pH

INTRODUÇÃO

A religião islâmica se destacará como sendo a de maior crescimento no mundo nas próximas décadas, aumentando assim a procura por alimentos produzidos seguindo os preceitos Halal (Pew, 2014). A produção de alimentos Halal deve seguir os regulamentos descritos no livro sagrado (Alcorão) (Benzertiha, 2017). Dentre os procedimentos descritos nesse livro que promove discussões de como o alimento Halal deva ser produzido, está à metodologia pré-abate de aves, sendo que esta deve ser sangrada viva. Contudo, alguns países de cultura islâmica permitem que as aves sejam submetidas a insensibilização superficial, mas sem causar a morte, já outros países querem que as aves sejam sangradas de acordo com o Alcorão, ou seja, sem a insensibilização (Seidler, 2012).

Em frigoríficos comerciais de frangos de corte, a insensibilização elétrica realizada no pré-abate em cuba de imersão é atualmente o método mais utilizado, por ser conveniente, econômico, requer pequena área de instalação e pode ser facilmente adaptado para plantas de processamento comercial (Awan et al., 2016). Segundo Raj et al. (2004), essa metodologia permite que as empresas possam atender diferentes mercados. Os métodos de insensibilização elétrica em cuba de imersão podem ser divididos em três categorias, sendo esses o atordoamento de baixa voltagem e alta frequência, atordoamento de baixa voltagem e baixa frequência e atordoamento de alta voltagem e baixa frequência (Huang et al., 2014).

Porém, existem divergências quando aos protocolos de insensibilização pré-abate a serem adotados quanto ao abate Halal. Como alternativa tem-se o uso da insensibilização com baixa voltagem (45 a 50 v) e alta frequência (900 a 1000Hz), ocasionando uma amperagem abaixo de 120mA provocando na ave uma inconsciência por menor tempo (Farouk et al., 2014). Tal associação de baixa voltagem e alta frequência possui influências fisiológicas na bomba de sódio e potássio do sistema nervoso central minimizando o estímulo dos impulsos das células nervosas que como consequência reduz a fibrilação ventricular (Sabow et al., 2017). Segundo Farouk et al. (2016) ao se utilizar um protocolo com alta frequência e baixa voltagem além de atender aos pré-requisitos do abate Halal por provocar uma insensibilização branda, ou seja, reversível contribui também para melhorar a eficiência da sangria, pois não causa a desfibrilação cardíaca e consequentemente parada cardíaca. De acordo com Nakyinsige et al. (2013) ao se fazer a utilização de protocolos de insensibilização incorretamente este pode influenciar diretamente na qualidade da carne como através da aceleração da glicólise *post mortem* alterando a macies, cor, capacidade de retenção de água e perda por cozimento afetando assim o tempo de vida útil desse produto em exposição. Em acordo com o autor citado anteriormente um dos fatores importantes que causam mudanças de qualidade, de acordo com Ali, Abdalla e Mahgoub (2011) é a quantidade de sangue remanescente na carne, provenientes muitas vezes da ocorrência da desfibrilação cardíaca, assim com ocorrência de asas vermelhas, ossos quebrados e hemorragias, assim como a ocorrência da oxidação lipídica devido a presença de concentrações altas de hemoglobina na musculatura

Em virtude de escassos estudos que determinam a adequação de protocolo de insensibilização que atenda ao mercado Halal, bem como a legislação vigente para o abate de frangos de corte, objetivou-se avaliar diferentes protocolos de insensibilização elétrica pré-abate de frangos de corte para o atendimento ao mercado Halal sobre o tempo de retorno à consciência, eficiência de sangria e qualidade da carcaça e carne.

MATERIAL E MÉTODOS

Local e animais utilizados

O experimento foi realizado nos meses de agosto a outubro de 2019 em uma planta frigorífica comercial de frangos de corte com certificação Halal localizada na cidade de Dourados-MS e capacidade de abate de 145 mil aves por dia. De acordo com a classificação climática de *Koppen* a cidade de Dourados localiza-se em latitude de 22°13'18,54"Sul, longitude, de 54°48'23,09" Oeste e altitude média de 430 m, possui um clima mesotérmico úmido (Cwa), sendo o verão chuvoso e o inverno seco. A pesquisa teve aprovação do Comitê de Ética no Uso de Animais BRF/SIF 18 sob número 076/18/14, respeitando a Norma Corporativa de Abate Halal - Aves número 14.2.050 de julho de 2013.

Foram utilizados frangos de corte machos da linhagem Cobb®, criados em aviários de sistema *Dark House* com capacidade de alojamento de 35 mil aves e densidade de criação de 14 aves/m². Aos 43 dias de vida e com o peso médio de 2,850 kg foram enviadas ao frigorífico após jejum alimentar de 6 horas. A distância percorrida até o abatedouro foi de 23 Km com velocidade média de 85 Km/h e tempo de transporte de aproximadamente 40 minutos até o abatedouro. O caminhão utilizado para o transporte das aves é do tipo aberto nas laterais, com tela de sombrite na parte superior e lona no início da carroceria, com capacidade de 540 caixas com média de 8 aves cada, o que equivale a 23 kg de frangos por caixa, somando um total de 4.320 aves por caminhão.

Ao chegarem ao frigorífico, as aves permaneceram por 20 minutos no galpão de espera climatizado (sistema termorregulador automático com acionamento de ventilador e sistema de nebulização) para realizar o controle da temperatura do ambiente (média de 17°C) e garantir o conforto térmico das aves durante o período de descarregamento. Para a redução das possíveis fontes de variação na execução do experimento foi realizado a padronização quanto ao peso, sexo e linhagem.

Procedimento experimental

Ao serem encaminhadas para a plataforma de descarregamento, 50 caixas de transporte foram retiradas do mesmo caminhão e as aves foram pesadas em balança de precisão de forma individual e identificadas com lacres numéricos na sobrecoxa esquerda, sendo selecionadas aves com peso médio de 2,850 kg $\pm$ 0,285, totalizando 184 frangos, sendo divididos em quatro tratamentos de 46 aves cada.

As aves selecionadas foram direcionadas para a sala de pendura, onde funcionários treinados fizeram a pendura das aves pelas pernas nos ganchos de metais da linha de abate e as aves foram encaminhadas para o setor de insensibilização, sendo utilizado o método de insensibilização elétrica por imersão da cabeça da ave em cuba com água eletrificada.

As aves foram insensibilizadas por eletronarcose, utilizando o insensibilizador da marca Fluxor®, modelo UFX7, composto de barramento de condução elétrica de cobre por toda a extensão da base da cuba de insensibilização, sendo utilizada a corrente quadrática contínua como forma

de onda da corrente utilizada em todos os tratamentos. A cuba de insensibilização é confeccionada de polipropileno, tendo 4 m de comprimento, 60 cm de largura, 90 cm de altura, capacidade de 31 aves imersas em água clorada, sem adição de eletrólitos e tempo de passagem de cada ave na cuba de 12 segundos a velocidade de 140 aves/ minuto.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com quatro protocolos de insensibilização, sendo testados os protocolos de alta frequência com diferentes voltagens frente ao padrão Europeu (baixa frequência e alta voltagem). Os protocolos de insensibilização utilizados foram: Protocolo 1: Voltagem de 80 V e frequência de 600Hz (112 mA por ave) (Padrão europeu); Protocolo 2: Voltagem de 50 V e frequência de 1000Hz e (92 mA); Protocolo 3: Voltagem de 60 v e frequência de 1000 Hz (110 mA); e Protocolo 4: Voltagem de 70 v e frequência de 1000 Hz (129 mA). Durante o experimento, entre as trocas de padrões de insensibilização utilizou-se um intervalo de aproximadamente 1000 aves entre um protocolo e outro, visto que a planta estava em pleno funcionamento durante a realização da pesquisa. Em cada protocolo de insensibilização avaliado, 10 aves foram analisadas quanto ao tempo inconsciência (fase tônica, clônica e total), 10 aves foram utilizadas para avaliação da eficiência da sangria e as demais aves (26 aves) foram utilizadas para a visualização de presença de hematomas, petéquias, fratura de ossos no peito e qualidade da carne do peito.

As aves insensibilizadas foram sangradas individualmente e manualmente ao saírem da cuba de insensibilização (1,5 segundos após insensibilização) por equipe treinada seguindo os preceitos religiosos, uma

vez que a planta é habilitada para o abate Halal. Durante o experimento, a velocidade média da linha foi de 140 aves/minuto, totalizando 8.160 aves abatidas por hora. Após a sangria, as aves foram direcionadas para o túnel de sangria onde permaneceram por um período de três minutos, tempo mínimo para que o sangue saia do corpo do animal por gotejamento através dos cortes dos grandes vasos (artérias carótidas e veias jugulares).

Em seguida, as aves foram escaudadas em água a 53 °C na parte inicial e 57 °C na parte final do tanque, depenadas e evisceradas de forma automática. Em seguida as carcaças foram direcionadas para sala de pré-resfriamento (12 °C) e resfriamento (2 °C) permanecendo por um período total de uma hora e vinte minutos. As carcaças resfriadas foram direcionadas para sala de corte, onde as carcaças anilhadas foram avaliadas quanto à presença ou ausência de hemorragias nas asas, peitos e coxas. As carcaças foram cortadas e os peitos desossados para as análises de presença de hemorragias no músculo do peito (*Pectoralis major* e *Pectoralis minor*) e acondicionadas à temperatura de 5°C. Com 24 horas *post mortem*, foi realizada a análise de presença de ossos fraturados no peito e peso do peito desossado. Os peitos foram separados em filés direito e esquerdo e analisados quanto ao pH, medidas físicas do filé, cor, perda por exsudação (*drip loss*) e capacidade de retenção de água (filé direito do músculo *Pectoralis major*). O filé esquerdo foi congelado em freezer a -18 °C para posterior análise de perda por descongelamento e por cocção e força de cisalhamento.

Variáveis avaliadas:

Tempo de inconsciência

Após as aves serem submetidas aos protocolos de insensibilização as aves foram alocadas no piso em posição de estação sobre os membros, com o pescoço estendido para frente, facilitando a respiração, cronometrou-se o tempo de retorno sendo separado pelas fases tônica e clônica, sendo os resultados apresentados em segundos.

Eficiência da sangria

A avaliação da eficiência de sangria foi medida conforme a metodologia proposta por Contreras et al. (2001), no qual a estimativa da perda de sangue foi avaliada através da diferença de peso do frango antes de ser pendurado na linha de abate e após o tempo de três minutos de sangria. Para isso, dez aves foram pesadas antes da pendura na linha de abate e penduradas nos ganchos para serem insensibilizadas por eletronarcose. Após a insensibilização, essas aves foram retiradas da linha de abate e penduradas em ganchos fixos e imediatamente feito o corte manual das duas veias jugulares e carótidas e deixadas sangrar por três minutos. Após, as aves foram novamente pesadas para se obter o peso pós-sangria e calculado a porcentagem de perda de sangue. Para melhor acurácia do método, foi realizada a estimativa do ganho de água pelo corpo da ave durante a passagem da cuba de insensibilização e para isso, foram pesadas 10 aves antes e após a insensibilização para o cálculo da estimativa.

Hematomas de asas, coxas e peito

Os hematomas de coxas, asas e peito (*Pectoralis major*) foram avaliados na sala de corte do frigorífico, sendo classificados quanto à ausência ou presença sendo este classificado de acordo com Ludtek et al. (2010) onde o mesmo classifica a presença de hematoma como uma área de extravasamento de sangue superior a 3 cm de diâmetro. Já no músculo peitoral profundo (*Pectoralis minor*), a avaliação foi realizada após a retirada da pele do peito e da extração da musculatura da carcaça e foram classificados de acordo com a sua extensão da lesão ocasionada em ausente (= 0cm), leve (0cm a 1cm), moderado (1cm a 2cm) e grave (≥ 2 cm) (Zanetti et al., 2010).

Presença de osso quebrado no músculo *Pectoralis major*

Essa análise foi realizada antes da avaliação da qualidade de carne, sendo realizado através da palpação do músculo de forma a sentir a presença de fragmentos do osso coracoide durante a avaliação, este foi classificado quanto à ausência ou presença segundo metodologia preconizada por USDA (2002).

Qualidade da carne:

Peso do peito

Os peitos (*Pectoralis major*) foram pesados em balança semi-analítica após a desossa e retirada do sassami (*Pectoralis minor*).

Medidas físicas dos filés

O dimensionamento do peito foi realizado com auxílio de um paquímetro digital seguindo a metodologia de Mudalal et al. (2014), mensurando-se largura (mm), comprimento (mm) e espessuras dos filés (cm).

Medida de pH

Os valores de pH dos filés de peito frango foram mensurados utilizando-se pH-metro digital Texto 205 (calibrado com soluções tampões com pH 4,0 e 7,0 + 0,05/25 °C) diretamente no músculo *Pectoralis major* em triplicata.

Cor Objetiva

A cor dos filés do peito foi determinada através do espectrofotômetro Minolta portátil CR 400, no sistema CIELab, na qual foram avaliados os parâmetros L* (luminosidade), a* (teor de vermelho) e b* (teor de amarelo), medidos em três diferentes pontos na superfície ventral do músculo *Pectoralis major*. Para estas determinações, os filés de peito foram expostos ao ar livre por 30 minutos à uma temperatura de 15°C antes das medidas da cor, de acordo com metodologia proposta por Van Laack et al. (2000).

Perda por Exsudação (*Drip loss*)

Amostra de 100 gramas do músculo *Pectoralis major* foram utilizadas para a análise de *drip loss*. Cada amostra foi suspensa em rede e colocada em recipiente plástico, por período de 48 horas à temperatura de 4 °C para a determinação da perda por exsudação, conforme metodologia adaptada descrita por Rasmussen & Anderson (1996). A determinação da porcentagem de perda por exsudação foi realizada pela diferença entre o

peso final e peso inicial da amostra conforme a seguinte equação: $\% PE = (Pf - Pi) \times 100 / Pi$, sendo que PE = perda de exsudato; Pf = peso final da amostra; Pi = peso inicial da amostra.

Capacidade de retenção de água

As amostras cúbicas de carne de peito de frango de 2,0 gramas foram pesadas em balança analítica e posteriormente colocadas entre dois papéis de filtro. O filtro contendo a amostra de peito foi colocado entre duas placas de vidro e um peso de 10 kg sendo mantido por um período de 5 minutos. Após este procedimento a amostra de peito foi retirada e pesada novamente (Hamm, 1960). A determinação da porcentagem de CRA foi realizada pela diferença entre o peso final e peso inicial da amostra.

Perda de peso por descongelamento

Os filés foram pesados antes do congelamento e permaneceram congelados por duas semanas a temperatura de -18 °C. Após esse período, os filés foram colocados em câmara de resfriamento a temperatura de 5 °C por 24 horas para o descongelamento. As amostras foram novamente pesadas e foi calculada a porcentagem de perda por descongelamento das amostras.

Perda por Cocção

Amostras de filés de peito foram colocados em embalagens plásticas e cozidas em banho maria a 85 °C por 30 minutos, até atingir uma temperatura interna final de 75 a 80 °C. Após o cozimento, os filés foram resfriados em temperatura ambiente e pesados novamente. A porcentagem

da diferença entre o peso inicial (peito in natura) e final (peito cozido) correspondeu à perda de peso por cozimento (Honikel, 1987).

Força de cisalhamento

Foram utilizadas as amostras usadas para determinação da perda de peso por cozimento, as quais foram cortadas em paralelepípedos com dimensões de 1x1x2 cm em quintuplicada e colocadas com as fibras orientadas no sentido perpendicular às lâminas Warner-Blatzler acoplado ao analisador de textura TA.XT plus (Stable Micro Systems), com velocidade de descida da lâmina de 200 mm/minuto e os valores expressos em Kg/força/cm² (AMSA, 1995).

Análise Estatística

Os resultados das análises realizadas após abate e de qualidade de carnes foram verificados quanto à normalidade dos resíduos utilizando-se o teste de Shapiro-Wilk e homogeneidade das variâncias com uso do teste de Levene. Posteriormente, foram submetidos à análise de variância através do procedimento MIXED do SAS (SAS 9.3). Quando observado efeito significativo foram realizadas comparações de médias com uso do teste de Tukey. Para análise dos resultados referentes ao retorno a consciência também foram estimados os coeficientes de correlação de Pearson entre estas variáveis para isso adotou como valores de classificação para a correlação os seguintes intervalos: $r = 0,10$ até $0,30$ (fraco); $r = 0,40$ até $0,60$ (moderado); $r = 0,70$ até $1,00$ (forte). Os resultados de frequência para

hemorragias por não obedecerem às premissas de homogeneidade das variâncias e normalidade dos resíduos de foram avaliados de forma não paramétrica, com uso do teste de Chi-quadrado. Para todas as análises realizadas o nível de significância utilizado foi de 5%.

Resultados

Os pesos vivos dos frangos de corte antes do abate submetidos aos diferentes protocolos de insensibilização não diferiram entre si ($p = 0,2594$). Os protocolos de 60 v/ 1000 Hz e 70 v/ 1000 Hz apresentaram o maior tempo de fase tônica, sendo seguido pelo protocolo de 80 v/ 600 Hz e o de menor tempo foi o de 50 v/ 1000 Hz (Tabela 1). Para fase clônica, os protocolos que provocaram maior tempo total de inconsciência nos frangos foram os tratamentos com 80 v/ 1000 Hz, 60 v/ 1000 Hz e 70 v/ 1000 Hz, em comparação ao protocolo de 50 v/ 1000 Hz que apresentou o menor tempo de fase clônica. Quando se analisou o tempo total de inconsciência das aves após a insensibilização, o protocolo de 50 v/1000 Hz foi o de menor tempo em relação aos outros três protocolos utilizados que não diferiram entre si.

Para a porcentagem de perda de sangue no processo de sangria, o protocolo de 80V/600Hz diferiu estatisticamente dos demais protocolos testados, mostrando assim que os protocolos de insensibilização com a utilização de 1000Hz independente da voltagem utilizada, apresentaram maior perda de sangue em comparação ao protocolo padrão (80V/600Hz).

Observou-se correlação significativa e positiva entre o tempo total de inconsciência e a fase clônica em todos os protocolos de insensibilização utilizados, ou seja, quanto maior a fase clônica, maior é o tempo total de inconsciência (Tabela 2). Analisando os protocolos individualmente, as aves que foram insensibilizadas com 80 v/ 600 Hz obtiveram uma correlação forte e positiva ($r=0,96$) entre o tempo total de inconsciência e o tempo da fase clônica, isso ocorreu também para as aves que foram insensibilizadas com os protocolos de 60 v/ 1000 Hz e 70 v/ 1000 Hz, sendo que em ambos os tratamentos foram observadas correlação forte e positiva ($r=0,93$ e $0,96$, respectivamente). Houve também correlação significativa positiva, porém de forma moderada ($r=0,80$) para o protocolo de insensibilização de 50 v/ 1000 Hz indicando que o tempo de fase clônica influenciou de maneira moderada o tempo total de inconsciência.

Tabela 1: Peso vivo, tempo da fase tônica, clônica e total de inconsciência e percentual de perda de sangue de frangos de corte submetidos a diferentes protocolos de insensibilização.

Protocolos	Fase tônica (seg.)	Fase clônica (seg.)	Total inconsciência (seg.)	Perda sangue (%)
80v/600HZ	30,60 b	56,36 a	93,40 a	12,64 b
50v/1000Hz	16,60 c	30,50 b	47,10 b	16,08 a
60v/1000Hz	41,50 a	48,40 a	89,90 a	15,18 a

70v/1000Hz	38,11 a	49,11 a	87,22 a	14,95 a
EPM	1,773	2,638	3,975	0,289
Valor de P	<0,0001	0,0016	<0,0001	<0,0001

EPM: Erro Padrão da Média. Frequências seguidas de letras diferentes na linha diferem pelo teste de Tukey a 5% de significância

Notou-se também uma correlação significativa positiva e moderada ($r = 0,68$) entre o tempo da fase tônica e o tempo total de inconsciência no protocolo de 70v/1000Hz, indicando que quanto maior for o tempo de fase tônica neste protocolo maior será o tempo total de inconsciência. Foi observada correlação significativa positiva e moderada ($r = 0,79$) entre a perda de sangue e a fase clônica das aves submetidas ao protocolo de insensibilização 50v/1000Hz isso nos mostra que quanto maior a fase clônica maior será a perda de sangue dessa ave. Da mesma forma, foi observada correlação significativa positiva e forte ($r=0,88$) entre o tempo total de inconsciência e a perda de sangue, mostrando que quanto maior o tempo total de inconsciência, maior é a perda de sangue. Para os demais protocolos não se obteve nenhuma correlação significativa entre os parâmetros.

Tabela 2: Coeficiente de correlação de Pearson entre as fases de inconsciência (tônica/clônica), tempo total de inconsciência e a perda de sangue de frangos submetidos a diferentes protocolos de insensibilização.

Protocolos	80 v/ 600 Hz				50 v / 1000 Hz				60 v/ 1000 Hz				70 v/ 1000 Hz			
	Tônica	Clônica	TTI	PS	Tônica	Clônica	TTI	PS	Tônica	Clônica	TTI	PS	Tônica	Clônica	TTI	PS
Tônica	1	-0,3984*	-0,1457	-0,3593	1	-0,1907	0,2938	0,3078	1	-0,4857	-0,1320	-0,5330	1	0,4806	0,6824	-0,1345
		(0,2540)**	(0,6880)	(0,3079)		(0,5979)	(0,4100)	(0,3870)		(0,1547)	(0,7163)	(0,1127)		(0,1904)	(0,0428)	(0,7299)
Clônica		1	0,9654	0,3981		1	0,8823	0,7964		1	0,9306	-0,0893		1	0,9690	0,4827
			(<0,0001)	(0,2546)			(<0,0007)	(0,0058)			(<0,0001)	(0,8063)			(<0,0001)	(0,1882)
Total			1	0,3273			1	0,9230			1	-0,3244			1	0,3643
				(0,3560)				(0,0001)				(0,3604)				(0,3350)

PS: Perda de sangue; TTI: tempo total de inconsciência * Coeficiente de correlação; ** Nível de significância.

Para a porcentagem de ocorrência de hemorragia na asa, coxa e músculo peitoral, não houve diferença significativa entre os protocolos de insensibilização testados (Tabela 3). No entanto, foram observadas diferenças significativas para hemorragia de peito e porcentagem de ossos quebrados no músculo peitoral das carcaças submetidas a diferentes protocolos de insensibilização. O protocolo de insensibilização com 50 v/ 1000 Hz apresentou a maior incidência de peitos hemorrágicos comparados aos protocolos 60 v/1000 Hz e 70 v/ 1000 Hz que obtiveram as menores frequências de hemorragia de peito. O protocolo com 80 v/ 600 Hz não diferiu estatisticamente dos demais tratamentos. Quando se avaliou a presença de osso quebrado no musculo peitoral, o protocolo de 60 v/ 1000 Hz apresentou maior ocorrência durante o estudo realizado, sendo que os demais tratamentos não diferiram significativamente entre si.

Tabela 3: Frequência de hemorragia no peito, coxa e asas e presença de ossos quebrados no músculo peitoral em carcaças de frangos de corte submetidos a diferentes protocolos de insensibilização.

Variável	80 v/ 600 Hz	50 v/ 1000 Hz	60 v/ 1000 Hz	70 v/ 1000 Hz	Valor de P
Hemorragia de asa	69,23%	76,92%	69,23%	50,00%	0,2029
Hemorragia de peito	15,38% AB	34,62% A	11,54% B	3,85% B	0,0341
Hemorragia de coxa	30,77%	26,92%	30,77%	15,38%	0,5417
Osso quebrado no musculo peitoral	34,62% B	26,92% B	61,54% A	23,08% B	0,0176
Score					
Hemorragia de musculo peitoral	0	23,08%	0,00%	11,54%	19,23%
	1	23,08%	26,92%	11,54%	23,08%
	2	30,77%	46,15%	30,77%	26,92%
	3	23,08%	26,92%	46,15%	30,77%

Frequências seguidas de letras diferentes na linha diferem pelo teste de Chi-quadrado a 5% de significância.

Hemorragia de Sassami:0: Ausente, 1:Leve, 2:Moderado, 3:Grave

Não foram observadas diferenças significativas no peso vivo ($p = 0,2938$) da ave e o peso do peito ($p = 0,1609$) *in natura* entre os protocolos de insensibilização. Não foram encontradas diferenças para as variáveis de qualidade da carne, exceto para o perda por gotejamento (*drip loss*) na qual foi observado diferenças ($p = 0,0053$) entre os protocolos de insensibilização (Tabela 4). O protocolo de insensibilização de 70 v/ 1000 Hz apresentou o menor valor de *drip loss* quando comparado ao protocolo de 60 v/ 1000 Hz. Os demais tratamentos (80 v/ 600 Hz e 50 v/ 1000 Hz), não diferiram entre si e dos demais protocolos avaliados.

Tabela 4: Qualidade de carne de peito de frangos de corte submetidos a diferentes protocolos de insensibilização.

VARIÁVEIS	80V/600HZ	50v/1000Hz	60v/1000Hz	70v/1000Hz	EPM	Valores de P
ALTURA (mm)	35,40	33,48	35,23	34,54	0,34	0,1808
LARGURA (mm)	7,94	7,91	8,00	7,89	0,05	0,9257
ESPESSURA (cm)	1,73	1,74	1,76	1,71	0,00	0,3806
pH	6,00	5,96	5,94	5,99	0,01	0,4053
L*	44,51	44,86	44,98	45,13	0,21	0,7497
a*	1,97	2,1	1,77	2,08	0,07	0,3909
b*	6,52	6,65	6,64	7,22	0,12	0,1814
DRIP LOSS (%)	5,10 ab	5,09 ab	5,61 a	4,05 b	0,16	0,0053
CRA (%)	34,42	34,79	35,08	34,84	0,31	0,9034
PD (%)	7,01	5,29	6,76	6,14	0,24	0,0504
PPC (%)	26,71	27,22	26,84	26,32	0,32	0,8132
FC (Kg/cm ²)	1,86	1,75	1,88	1,76	0,04	0,6429

CRA: Capacidade de retenção de água; PPC: Perda de Peso por Cozimento; FC: Força de Cisalhamento; PD: Perda por descongelamento.

Médias seguidas de letras diferentes na linha diferem pelo teste de Tukey a 5% de significância

Discussão

Alguns países muçumanos (Malásia, Omã, Kuwait, Bahrein), já permitem a insensibilização desde promova perda de consciência superficial de modo que as aves não morram antes da sangria. No entanto, este tipo de insensibilização (alta frequência e baixa voltagem) que provoca tempo de retorno a consciência de no máximo 30 segundos, gera discussão perante o atendimento do bem-estar animal (Shabbir, 2010).

O protocolo de insensibilização no qual foi utilizado 50v/1000Hz (94mA) do presente trabalho se destacou por apresentar o tempo de inconsciência menor em relação aos outros protocolos. Esse resultado está em acordo com o exposto por Raj et al. (2015) que em seus trabalhos compararam os protocolos de alta frequência (950Hz) com voltagem média (70V), em comparação a baixa frequência (400Hz) e baixa voltagem (40V). Da mesma forma, Prinz et al. (2010) citaram que o uso de alta frequência (1000Hz) quando associado a baixa voltagem (40V) é capaz de induzir a período curto de inconsciência na ave. Além disso, houve correlação positiva significativa entre o tempo total de inconsciência e a perda de sangue no protocolo de insensibilização de com o uso de alta frequência (1000Hz).

Tal protocolo de baixa voltagem e alta frequência de 50V/1000Hz promove a insensibilização superficial, pois de acordo com Terlow et al. (2016), a corrente elétrica ao atravessar o sistema nervoso central apresenta intensidade suficiente (1mA para aves) para causar a despolarização dos neurônios em todo o cérebro da ave através da liberação de aminoácidos excitatórios (glutamato) no espaço extracelular, provocando a

despolarização das células nervosa e permitindo a entrada de cálcio. Isso causa episódios de epilepsia voluntária e consequentemente a perda da consciência assim como também promove a contração muscular fase esta que comprova que a ave está na fase subsequente conhecida como fase tônica. Segundo XU *et al.*, 2011 quanto maior a frequência e menor a voltagem, o tempo dessa despolarização é menor (0,2 e 0,4 milésimo de segundo) fazendo com que a ave recupere a consciência de forma mais rápida.

Durante essa despolarização do sistema nervoso, os impulsos nervosos são reduzidos para o corpo da ave, sendo possível a mensuração deles através dos indicadores de fase tônica e fase clônica com o uso de eletroencefalogramas ou através da medição de tempo (Llonch *et al.*, 2015). No presente trabalho, a metodologia utilizada de avaliação da despolarização foi à avaliação dos sinais característicos das fases tônica e clônica e mensurado o tempo de cada fase, sendo que o protocolo de 50V/1000Hz foi o de menor tempo de ocorrência das duas fases em comparação aos outros protocolos testados.

Resultados de tempo total de inconsciência semelhantes ao encontrado no trabalho, também foram mostrados por Sabow *et al.* (2016) na qual os mesmos relataram de forma fisiológica o que ocorre durante a fase tônica, sendo que nessa fase a ave apresenta uma atividade epileptiforme (epilepsia voluntária), ou seja, quando todas as células cerebrais disparam impulsos nervosos juntos em um padrão harmonizado (atividade hipersíncrona), reduzindo assim os reflexos básicos de movimentação e causando uma rigidez da contração muscular ocorrendo mínimo de

movimento. Após esta fase, em fração de segundos as aves entram na segunda fase (fase clônica), no qual ocorre uma supressão da atividade cerebral reduzindo as atividades do sistema nervoso central com maior liberação de substâncias químicas (neurotransmissores) que estimulam as células nervosas, reduzindo o estado de convulsão da ave, tendo a recuperação dos movimentos respiratórios, reflexos oculares e, na terceira e última fase o retorno da consciência.

Assim como neste trabalho, Ludtke et al. (2010) obtiveram em sua pesquisa tempo total de inconsciência das aves menor quando utilizaram baixa voltagem (40V) associado a uma alta frequência (850Hz). Prinz et al. (2010) mostraram que aves insensibilizadas por protocolos de baixa frequência (400Hz) e voltagem moderada (65V) tiveram maior tempo de fase clônica quando comparado a protocolos de alta frequência (1500Hz) e voltagem média (75V).

No presente trabalho, as aves submetidas ao protocolo de insensibilização de 50v/1000Hz apresentaram o menor tempo de inconsciência reduzindo assim o risco da ave morrer antes de ser sangrada. Além disso, as aves submetidas aos protocolos de insensibilização de alta frequência (1000Hz) apresentaram maior eficiência de sangria, pois de acordo com Curado (2012) quando se utiliza a alta frequência (1000Hz) ocorre um aumento na pressão no sistema cardiorrespiratório, o que pode favorecer o sangramento, reduzindo a quantidade de sangue na musculatura. Sabow et al. (2016) encontraram os mesmos resultados em seus experimentos ao se utilizar alta frequência e baixa voltagem, em decorrência do baixo risco de parada cardíaca com o uso de alta frequência.

É notório que o manejo pré-abate das aves pode influenciar diretamente na qualidade das carcaças de frango de corte, dentre esses manejos estão os protocolos de insensibilização a ser utilizados pelas empresas, que ao final do procedimento podem resultar em hemorragias de carcaças, hematomas em cortes como asa, peito e coxa e a presença de ossos quebrados. A incidência de hemorragia de peito foi maior quando se utilizou o protocolo de 50V/1000Hz quando comparado aos protocolos de 60V/1000Hz e 70V/1000Hz. Tais achados segundo Farouk et al. (2014a) ocorrem visto que as aves quando exposta a uma insensibilização da alta frequência (1000Hz) associado a baixa voltagem, permanecendo dentro da cuba por tempo acima de 13 segundos, pode ocorrer a contração muscular exacerbada, provocando como consequência lesões hemorrágicas de alta intensidade. No entanto, Sabowet et al. (2016) citaram que a utilização de frequência baixa (400Hz) causa contrações musculares exacerbadas levando a hemorragias causadas por altas pressões nas artérias, ocorrendo o rompimento dos vasos sanguíneos, levando ao extravasamento de sangue entre o tecido conjuntivo e a gordura subcutânea do tecido que recobre toda a musculatura. Contudo Farouk et al. (2014b) em seu trabalho relata que como a perda de sangue pelo método Halal é maior, assim como encontrado neste trabalho, a qualidade da carnes de aves abatida por essa metodologia mesmo que com presença de hematomas na musculatura se torna melhor, visto que a concentração de hemoglobina vai ser menor quando comparado aos outras metodologias ou protocolos de insensibilização a perda de sangue é menor concentrando-se mais hemoglobina na carne propiciando a oxidação lipídica.

Perante aos resultados obtidos neste trabalho, a utilização do protocolo de 60v/1000Hz se destacou significativamente diante dos demais para presença de ossos quebrados no peito, diferente ao encontrado por Siqueira et al. (2017) no qual relatam que a incidência de ossos quebrado em protocolos com uso de baixas frequências (500HZ), independente da voltagem utilizada, resulta em maior número de ossos quebrados devido a força da contração muscular ao receber a descarga elétrica. Contudo, Girassole et al. (2016), afirmaram que devido ao uso de alta frequência (1200Hz) durante o processo de insensibilização das aves, por provocar uma insensibilização superficial existe uma probabilidade da ave ter sua consciência recuperada antes do processo de sangria estar completo, levando o animal a se debater podendo ocorrer fraturas de ossos na carcaça.

No presente trabalho, o único parâmetro de qualidade da carne que foi alterado pelos protocolos de insensibilização testados foi a perda por gotejamento (*drip loss*), com maiores perdas por gotejamento da carne de peito nas aves submetidas ao protocolo de insensibilização de 60v/1000HZ comparado ao de 70V/1000Hz. Tais achados foram compatíveis com os de Hunget al. (2014), na qual as carcaças que foram submetidas a protocolos de insensibilização de alta frequência e baixa voltagem, apresentaram menores perdas por gotejamento *post mortem*. Da mesma forma, Xu et. al (2011) relataram que aves que foram submetidas a protocolos de frequência média (400Hz) e voltagem média (65 V), tiveram a perda por gotejamento maiores quando comparados ao uso de protocolos de alta frequência (1000Hz) com a voltagem de 60V.

O pH da carne de peito de frangos de corte não foi influenciado pelos diferentes protocolos de insensibilização, assim como a coloração da carne. Tais resultado se assemelham aos achados por Huang et al. (2014) em seu trabalho. Os demais parâmetros como perda por cocção, força de cisalhamento, capacidade de retenção de água se comportaram de forma semelhante entre os protocolos de insensibilização utilizados por Huang et al. (2016) que testaram protocolos de insensibilização de baixa frequência (750Hz) e alta frequência (1150HZ) com diversos padrões de voltagens (15, 25 e 35V) não havendo diferenças nas medições já mencionadas anteriormente.

Para a exportação de carne de frango para a União Europeia, tem se um forte apelo para as questões de bem-estar animal e abate humanitário de animais de produção (Ludtke et al., 2010), para este mercado se utiliza padrões com baixas frequência e voltagem, semelhante ao protocolo de 80v/600Hz utilizado neste trabalho, afim de se atingir uma amperagem de no mínimo 100mA. Segundo trabalhos realizados por Prinz et al. (2012), tal protocolo faz com que a ave apresente maior tempo de inconsciência (acima de 60 segundos), havendo grande risco de desfibrilação cardíaca pela falta da transmissão dos impulsos nervosos para as células neuromusculares do coração, aumentando as chances de causar parada cardíaca, o que conduz a uma perda na eficiência do processo de sangria, podendo afetar diretamente a qualidade da carne. Tais achados também foram relatados por Novoa et al. (2019) no qual explicaram que com o uso de baixa frequência (500Hz) ocorre a prevalência da desfibrilação ventricular podendo estar associado ao aumento de danos na carcaça como a presença de hematomas

na musculatura do peito e hemorragia de ponta de asa. No entanto, Shields et al. (2010) relataram que essa perda de consciência de maior duração faz com que a ave não recupere seus reflexos antes do processo final da sangria, com isso a ave não se debate no momento da sangria, obtendo assim um produto final sem risco de hemorragia em cortes e de presença de fragmentos de ossos quebrados na carne de frango.

Tais resultados se assemelham aos encontrados no presente estudo quando se utilizou o protocolo de insensibilização com 80V/600Hz, cujo o tempo de inconsciência foi o maior quando comparado ao protocolo de insensibilização de 50v/ 1000Hz, assim como os resultados obtidos para fase clônica e tônica que apresentaram maiores valores de tempo total nessas fases. Para qualidade de carne de peito o protocolo de 80V/600Hz quando comparado aos protocolos de alta frequência não diferiram estatisticamente. Contudo, ao avaliar a presença de hematoma de peito para este protocolo (80v/1000Hz) não diferiu dos demais protocolos.

Conclusão

O protocolo de insensibilização de baixa voltagem (50v) e alta frequência (1000Hz) é o parâmetro indicado para o mercado *Halal* pelo menor tempo de retorno da inconsciência e eficiência de sangria, além de não interferir nas avaliações físicas químicas avaliadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

American Meat Science Association AMSA (1995) Research guidelines for cookery, sensory evaluation and instrumental tenderness measurements of

fresh meat. American Meat Science Association and Nature Live Stock and Meat Board. Chicago, IL.

Awan JA, Sohaib M (2016) Halal and humane slaughter; Comparison between Islamic teachings and modern methods. *Pakistan Journal of Food Sciences* 26:, 234-240. <https://doi.org/10.2226/j.foodsci2016.234.240>

Benzertiha A, Kierończyk BARTOSZ, Rawski MATEUSZ, Jozefiak A, Mazurkiewicz J, Jozefiak D, & Świątkiewicz SYLWESTER (2018) Cultural and practical aspects of halal slaughtering in food production. *Med. Weter* 74: 371-376. <https://doi.org/dx.doi.org/10.21521/mw.6023>

CENTRO PEW (2014) The Rival of Shia Islam. 24 de Julho de 2014< <https://www.pewforum.org/2006/07/24/the-revival-of-shia-islam>. Acesso em 20 de agosto de 2019.

Conteras C, Beraquet N (2001) Electric discharge, hot boning and quality of Fran-Go breast meat: electric discharge, hot boned and quality of chicken breast meat. *Poultry Science* 80: 501-507. <https://doi.org/10.1093/ps/80.4.501>

Farouk MM, Al-Mazeedi HM, Sabow AB, Bekhit AED, Adeyemi KD, Sazilli AQ, Ghani A (2014a) Halal and Kosher slaughter methods and meat quality: A review. *Meat Science* 98: 505-519. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.05.021>

Farouk, MM (2014b). Halal and kosher slaughter methods and meat quality. The 60th International Congress of Meat Science & Technology. [www. Icomst 2014 .org / files /presentations / Thursday / 14_50_Mustafa. pdf](http://www.Icomst2014.org/files/presentations/Thursday/14_50_Mustafa.pdf). Acesso em 16 de Agosto de 2020

Farouk MM, Pufpaff KM, & Amir M (2016) Industrial halal meat production and animal welfare: A review. *Meat Science* 120: 60-70. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.04.023>

Girasole M, Marrone R, Anastasio A, Chianese A, Mercogliano R, & Cortesi M L (2016) Effect of electrical water bath stunning on physical reflexes of broilers: evaluation of stunning efficacy under field conditions. *Poultry science* 95: 1205-1210. <https://dx.doi.org/10.3382/ps/pew017>

Hamm R (1961) Bioquímica da hidratação da carne. In *Advances in food research*. 10: 355-463. Academic Press. [https://doi.org/10.1016/S0065-2628\(08\)60141-X](https://doi.org/10.1016/S0065-2628(08)60141-X)

Honikel KO (1987) Influence of cooling on pork meat quality attributes with rapid glycolysis. In *Evaluation and control of meat quality in pigs*. Springer 27 3-283, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-009-3301-9_21

HUANG JC, HUANG M, YANG J, WANG P, XU XL, ZHOU GH (2014) The Effects of Electrical Stunning Methods on Broiler Meat Quality: Effect on stress, glycolysis, water distribution, and myofibrillar ultrastructures. Poultry Science, 93,2087-2095. <https://doi.org/10.3382/ps.2013-03248>

Huang JC, Yang J, Huang M, Chen KJ, Xu XL, Zhou GH (2016) The effects of stunning electrical tension on meat quality, plasma parameters and protein solubility in broiler chickens. Poultry Science 0: 1–6. <http://dx.doi.org/10.3382/ps/pew335>

Llonch P, Rodríguez P, Casal N, Carreras R, Muñoz I, Dalmau A, Velarde A (2015) Electrical stunning effectiveness with current levels less than 1 A in lambs and kidgoats. Res. Vet. Sci., 98: 154-161. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2014.12.009>

Ludtke CB, Ciocca JRP, Dandin T, Barbalho PC, Vilela JA (2010): Abate Humanitário de aves. WSPA - Sociedade Mundial de Proteção animal. Rio de Janeiro, p.120. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/boas-praticas-e-bem-estar-animal/arquivos-publicacoes-bem-estar-animal/programa-steps-abate-humanitario-de-aves.pdf>. Acesso em: 12 de março de 2019

Prinz S, Van Oijen G, Ehinger F, Coenen A, Bessei W, 2010. Electroencephalograms and physical reflexes of broilers after stunning electric water bath using an alternator current. Poult Sci 89 (6): 1265-1274. <https://doi.org/10.3382/ps.2009-00135>

Prinz S, Van Ol, Jen G, Eheinger F, Bessei W, Coenen A (2012). Electrical waterbath stunning: Influence of different waveform and voltage settings on the induction of unconsciousness and death in male and female broiler chickens. Poultry Science 91: 998-1008. <http://dx.doi.org/10.3382/ps.2009-00137>

Raj ABM, M O'Callaghan (2004b). Effects of electrical waterbath stunning current frequencies on the spontaneous electroencephalogram and somatosensory evoked potentials in hens. Br. Poultry Science 45: 230–236. <https://doi.org/10.1080/00071660410001715830>

Raj M, Berg C (2015). A review of different stunning methods aspects relating to the welfare of poultry (stunning methods for poultry). Animals 5: 1207-1219. <https://doi.org/10.3390/ani5040407>

Rasmussen A, Andersson M, (1966) New methods for determination of drip loss in pork muscles. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF MEAT SCIENCE AND TECHNOLOGY, Lillehammer. Proceedings Matforsk, Lillehammer, Norway 46: 286-287. <https://doi.org/10.2527/jas.2008-1404>

Sabow AB, Nakyinsige K, Adeyemi KD, Sazili QD, Johnson CB, Webster J, E Farouk MM (2016) High frequency pre-slaughter electrical stunning in

ruminants and poultry for halal meat production: A review, *Livestock Science*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.livsci.2017.05.021>

Sabow AB, Adeyemi KD, Zulkifli I, Goh YM, Ab Kadir MZA, Kaka U, Aghwan ZA, Abubakar AA, Sazili AQ (2017) Carcase characteristics and meat quality assessments in goats subjected to slaughter without stunning and slaughter following different methods of electrical stunning, *Italy Jornal Animal Science*. <https://doi.org/10.1080 / 1828051X.2017.1291287>.

Seidler PPB (2012) Exportações Brasileiras de Carne Bovina para o Mundo Muçulmano do Oriente Médio e Norte da África: perfil das transações comerciais e principais características do campo organizacional. Dissertação (Mestrado em agronegócios) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília

Shabbir AUR (2010) The relationship between religiosity and new product adoption. Disponível em: www.emeraldinsight.com/1759-0833.htm. Acesso em: 10 de novembro de 2019

Shields SJ, Raj ABMA (2010) Critical Review of Electrical Water-Bath Stun Systems for Poultry Slaughter and Recent Developments in Alternative Technologies. *Journal of Applied Animal Welfare Science* 13: 281-299. <https://doi.org/10.1080/10888705.2010.507119>

SIQUEIRA TS, BORGES TD, ROCHA RMM, FIGUEIRA PT, LUCIANO FB, MACEDO REF (2017) Effect of electrical stunning frequency and current waveform in poultry welfare and meat quality, *Poultry Science*, 96,(8), 2956–2964. <https://doi.org/10.3382/ps/pex046>

Terlouw C, Bourguet C, Deiss V (2016) Consciousness, unconsciousness and death in the context of slaughter. Part I. Neurobiological mechanisms underlying stunning and killing. *Meat science* 118: 133-146. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.03.011>

United States Department of Agriculture (USDA).- (2002). Classes, standards and grades for poultry. Washington 70: 24. Disponível em : <https://books.google.com.br/books?hl=ptBR&lr=&id=MRyft1uFZ3UC&oi=fnd&pg=PA2&dq=Classes,+standards+and+grades+for+poultry.&ots=bbFbR6nM8n&sig=1MOdU55Gt0uY1gF4yL4QpZL5D78#v=onepage&q=Classes%2C%20standards%20and%20grades%20for%20poultry.&f=false>. Acessado em : 30 de Setembro de 2019

Van Laack RLJM, Liu CH Smith MO, Loveday .D (2000) Characteristics of pale, soft, exudative broiler breast meat. *Poultry Science* 79: 1057-1061. <https://doi.org/10.1093/ps/79.7.1057>

Xu L, Zhang L, Yue HY, Wu SJ, Zhang HJ, Ji F, Qi, GH (2011) The Effect of Electrical Stunning Current and Frequency on Meat Quality, *Plasma*

Parameters, and glycolytic Potential in Broilers. Poultry Science 90: 1823-1830. <https://doi.org/10.3382/ps.2010-01249>.

Zanetti E, De Marchi M, Dalvi C, Molette C, Remignon H, Cassandro M (2010) Carcass characteristics and qualitative meat traits of three Italian local chicken breeds. Br. Poultry. Science. 51:629–634. <https://doi.org/10.1080/00071668.2010.521142>

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pontos como a religião e cultura ditam como um mercado quer o seu produto final. Algumas religiões são bastante rígidas e impõem proibições, outras nem tanto, colocando apenas recomendações com relação a determinadas ocasiões. Diante desse cenário de diversidade étnico-religiosa, é imprescindível que a indústria de alimentos forneça produtos adequados para diferentes segmentos de consumidores. Dentre esses mercados cuja exigência sobre a produção de alimentos deve ser seguida a risca é o mercado de alimentos Halal.

O crescimento desse mercado tem feito com que países exportadores como Brasil se aprofundem mais na produção de alimentos incluindo a carne de frango, que tem hoje um dos principais nichos de mercado para a exportação aos países árabes. No entanto, quando se fala na produção de carne de frango para o mercado Halal este por vezes acaba entrando em conflito com os pré-requisitos de abate humanitário e bem-estar animal, visto que a ave deve ser abatida com o mínimo de insensibilização ou por vezes sem nenhuma insensibilização, quando se trata especificamente de exportação para Arábia Saudita. Contudo, as empresas exportadoras de carne de frango tem um mix de produtos em suas plantas que faz com a exportação seja abrangente ou seja atende a diversos mercados, para isso a metodologia de insensibilização adotada na grande maioria acaba sendo o protocolo europeu (80v/600Hz) tornado os protocolos de atendimento ao mercado Halal de difícil aceitação. Uma das dificuldades

que se tem em utilizar protocolos com alta frequência e baixa voltagem também vem de encontro com a uniformidade do peso dos lotes, visto que a resistência é um ponto fundamental na condução elétrica no corpo da ave, além do conhecimento prático-teórico dos colaboradores responsáveis pelo manuseio do equipamento de insensibilização onde notou-se uma grande dificuldade em entender todo o conceito e funcionamento do equipamento, além das medições necessárias para avaliar a qualidade da insensibilização na ave.

Como pode ser observado no presente trabalho, existem diversos protocolos de insensibilização a ser utilizado de forma a atordoar a ave, porém tentando causar o mínimo de impacto no seu bem-estar. Notou-se também que protocolos com alta frequência e baixa voltagem tem grande perspectiva em ser um protocolo padrão para atendimento ao mercado *Halal*, uma vez que ele atendeu aos pré-requisitos básicos, porém alguma interferência quanto à qualidade final da carcaça, no entanto como o experimento foi realizado dentro de um abatedouro comercial durante a rotina de abate das aves, se faz necessários a avaliação de mais protocolos de insensibilização de baixa frequência, medindo a interferência na qualidade de carne através de tecnologias e metodologias avançadas de medição e aferição de parâmetros bem como a avaliação da qualidade de carcaça em animais abatidos sem o utilização de métodos e insensibilização

Pesquisas ainda precisam ser feitas para esclarecer melhor as influências de um protocolo de insensibilização para atendimento ao mercado *Halal*. Com isso, fica claro que mais pesquisas com alta frequência

e baixa voltagem devem ser realizadas no sentido de entender e mitigarmos os efeitos deste protocolo na qualidade final do produto, fazendo com que a cada evolução obtida durante as pesquisas possa contribuir para que o país se destaque ainda mais no cenário econômico como um dos maiores exportadores de carne *Halal*.