

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

FACULDADE DE VETERINÁRIA

**Bem-estar e qualidade de carcaça de frangos de corte submetidos à insensibilização
elétrica pós-sangria**

Giulia Trentini

Porto Alegre

2020/1

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

FACULDADE DE VETERINÁRIA

Bem-estar e qualidade de carcaça de frangos de corte submetidos à insensibilização elétrica pós-sangria

Autora: Giulia Trentini

**Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Banca Examinadora
como requisito parcial para a obtenção
da graduação em Medicina Veterinária**

Orientadora: Prof. Liris Kindlein

Porto Alegre

2020/1

Giulia Trentini

BEM-ESTAR E QUALIDADE DE CARÇA DE FRANGOS DE CORTE SUBMETIDOS
À INSENSIBILIZAÇÃO O ELÉTRICA PÓS-SANGRIA

Aprovado em ____/____/____

APROVADO POR:

Prof. Dra. Liris Kindlein

Orientadora e Presidente da Comissão

Profa. Dra. Susana Cardoso

Membro da Comissão

Profa. Dra. Luciana Sonne

Membro da Comissão

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer à Universidade Federal do Rio Grande do Sul e aos professores da Faculdade de Medicina Veterinária por todas as oportunidades e pelo ensino gratuito de excelência.

Também aos professores e funcionários do Centro de Ensino, Pesquisa e Tecnologia de Carnes UFRGS, que por quatro anos e meio me acolheram e dispuseram do seu tempo para me ensinar e guiar profissionalmente. Em especial à professora Dra. Liris Kindlein, minha orientadora durante todo esse período.

Também gostaria de agradecer aos pós-graduandos do setor que me ajudaram a dar os primeiros passos no mundo da produção científica, e todos os estagiários que passaram pelo laboratório durante esse tempo que, de alguma forma, me permitiram compartilhar conhecimentos e crescer como equipe.

Aos meus pais e ao meu irmão por todo o apoio emocional, por acreditarem no meu potencial e me permitirem buscar meus sonhos.

Ao Arthur, meu companheiro em todos os momentos e o melhor parceiro de vida que a faculdade e a avicultura poderiam me dar.

A todos os meus amigos e colegas da faculdade, em especial à Bianca, ao Leonardo e ao Thiago, que por 6 anos de faculdade estiveram ao meu lado, dando apoio em todos os momentos.

Às minhas melhores amigas Maria Fernanda e Raíssa pelo carinho e cumplicidade durante todos esses anos de amizade. Não teria chegado tão longe sem vocês.

RESUMO

Uma das principais áreas geográficas importadoras da carne de frango brasileira é o Oriente Médio. Os produtos destinados a esse mercado devem estar de acordo com os preceitos religiosos do islã, e desta forma, considerados *Halal* pelas autoridades religiosas, sendo que, uma das principais exigências é a não utilização de insensibilização prévia ao abate de animais de produção. Abatedouros-frigoríficos de aves enfrentam dificuldades operacionais em atender aos preceitos do Islã, sem aumentar as perdas econômicas por condenações de cortes. O trabalho teve como objetivo testar a eficiência da insensibilização elétrica pós-sangria, no bem-estar e na qualidade de carcaça de aves destinadas ao mercado *Halal*. A pesquisa foi realizada em um abatedouro-frigorífico localizado na região Sul do Brasil, foram avaliados parâmetros de bem-estar e qualidade de carcaça de frangos de corte abatidos pelo método *Halal* (controle; T1), e animais submetidos à insensibilização elétrica em cuba seca imediatamente após a sangria (teste; T2). Foi avaliado o tempo de parada de movimentos e reflexos de aves retiradas da linha de abate logo após a sangria, de ambos os tratamentos (controle: n = 21; teste: n= 30). A qualidade de carcaça foi determinada pela avaliação macroscópica de lesões nas asas, peito e pernas de 494 aves (247 de cada tratamento), selecionadas aleatoriamente após a depenaderia. As aves do tratamento controle levaram em média 23,23 segundos (seg.) para cessarem movimentos voluntários, 63 seg. para a perda de reflexos e 57 seg. para a parada da respiração. Enquanto as aves do tratamento teste levaram 5,5 seg. para cessarem movimentos coordenados, 56,76 seg. para a perda de reflexos e 66,43 seg. para a parada da respiração, havendo diferença estatística entre os tratamentos em todos os parâmetros avaliados ($p \leq 0,05$). Foi observada associação entre o abate sem insensibilização, e a presença de lesões como hemorragia nas pontas das asas, extravasamento de sangue nas asas, salpicamento bilateral nas asas, fratura vermelha unilateral nas asas e hematoma nas pernas, havendo maior prevalência de lesões no abate pelo método *Halal* tradicional (tratamento controle). Não houve associação entre os tratamentos e a presença de lesões no peito. A inserção da insensibilização elétrica após a sangria, favoreceu o bem-estar das aves após a jugulação cruenta, a diminuição das perdas de qualidade e econômicas por condenações de cortes de aves abatidas para o mercado muçulmano.

Palavras-chave: abate *Halal*, bem-estar animal, frangos de corte, insensibilização elétrica pós-sangria, qualidade de carcaça.

ABSTRACT

One of the biggest importers of Brazil chicken meat is the Middle East. The products destined must attend the religious precepts of Islam, and thus, considered Halal by religious authorities. One of the main requirements of the market is the non-use of stunning methods in the pre-slaughter of farm animals. Poultry slaughterhouses have operational difficulties in attend the precepts of Islam and keeping the speed of the slaughter line high, without increasing economic losses. The present study aims to test the efficiency of post-slaughter electrical stunning, on the welfare and quality of poultry carcasses destined for the Halal market in a slaughterhouse located in the south of Brazil. Welfare parameters and carcass quality was valued in chickens slaughtered by the Halal method (control treatment), and slaughtered according to the Halal method submitted to electric stunning immediately after bleeding (test treatment). Was measured the time to cease movements and reflexes of birds removed from the slaughter line immediately after bleeding, evaluated on both treatments (control: n = 21; test: n = 30). Carcass quality was determined by macroscopic evaluation of lesions on the wings, chest and legs of 494 birds (247 from each treatment), selected at random after plucking. Control treatment birds took an average of 23.23 seconds (secs) to cease voluntary movements, 63 secs to lose of reflexes and 57 secs on average to stop breathing. While the birds in the test treatment took 5.5 secs to stop coordinated movements, 56.76 secs to lose of reflexes and 66.43 secs to stopping breathing, with statistical difference between treatments ($p \leq 0.05$). A correlation was observed between slaughter without stunning, and the presence of lesions such as bleeding on the wing tips, blood leakage on the wings, bilateral splattering on the wings, unilateral red fracture on the wings and leg hematoma, with a greater risk of such injuries in slaughter by the traditional Halal method. There was no correlation between treatments and the presence of chest lesions. The insertion of electrical stunning after bleeding, favored the welfare ate the time of slaughter, decrease quality and economic losses, due to condemnations of poultry slaughtered for the Middle East market.

Keywords: *animal welfare, carcass quality, Halal slaughter, post-slaughter stunning, poultry.*

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1 – Corrente mínima requerida em miliamperes (mA) por ave, ao utilizar equipamentos de insensibilização por imersão em líquido (EC, 2009). | 20 |
| Tabela 2 – Corrente mínima que deve ser utilizada em equipamentos de insensibilização elétrica em aves, quando utilizado 50 Hz de frequência (OIE, 2011). | 20 |
| Tabela 3 – Corrente mínima necessária para a insensibilização elétrica utilizando altas frequência em frangos de corte e perus (OIE, 2003). | 20 |
| Tabela 4 - Padrão de conformidade para aves corretamente insensibilizadas utilizado no experimento, adaptado de DEFRA, 2007. | 30 |
| Tabela 5 - Tempo em segundos para a perda dos parâmetros bater de asas coordenado e incordenado, reflexos (corneal, pupilar e retirada de membro), e movimentos respiratórios não rítmicos nos diferentes tratamentos (T1 e T2). | 34 |
| Tabela 6 - Avaliação da ocorrência de lesões aparentes nas asas dos frangos de corte logo após sangria de ambos os tratamentos (T1 e T2)..... | 35 |
| Tabela 7 - Contagens visuais (%) dos parâmetros asas caídas sem tremores, bater de asas coordenado e “morte efetiva”, realizadas na sala de sangria, observando a linha de abate do tratamento com insensibilização pós-sangria (T2). | 35 |
| Tabela 8 - Avaliação visual (%) do número de aves com bater de asas coordenado após a sangria nos diferentes tratamentos, Abate Halal Tradicional e Abate Halal com Insensibilização a pós a sangria (T1 e T2, respectivamente). | 36 |
| Tabela 9 - Classificação macroscópica de lesões aparentes nas asas de frangos de corte de ambos os tratamentos (T1 e T2). | 37 |
| Tabela 10 - Classificação macroscópica de lesões aparentes nas pernas dos frangos de corte de ambos os tratamentos (T1 e T2). | 39 |
| Tabela 11 - Classificação macroscópica de hematoma aparentes no peito dos frangos de corte de ambos os tratamentos (T1 e T2)..... | 40 |

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 8 |
| 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 12 |
| 2.2 Indicadores de inconsciência e insensibilidade..... | 13 |
| 2.3 Insensibilização elétrica | 17 |
| 2.3.2 Insensibilização elétrica por imersão em líquido | 19 |
| 2.3.3 Insensibilização elétrica “head-only” | 21 |
| 2.3.4 Insensibilização elétrica “head-cloaca” | 22 |
| 2.4 Insensibilização elétrica pós-sangria | 22 |
| 2.5 Qualidade de carcaça | 23 |
| 3 PROBLEMA E JUSTIFICATIVA DA PESQUISA | 26 |
| 4 OBJETIVOS | 27 |
| 4.1 Objetivo geral | 27 |
| 4.2 Objetivos específicos | 27 |
| 5 MATERIAIS E MÉTODOS | 28 |
| 5.1 Local de obtenção de dados | 28 |
| 5.2 Tratamentos | 28 |
| 5.3 Calibração do equipamento de insensibilização elétrica pós-sangria | 28 |
| 5.4 Análises de bem-estar animal | 29 |
| 5.5 Qualidade de carcaça: avaliação macroscópica de lesões | 30 |
| 5.5.1 Lesões de asas avaliadas | 30 |
| 5.5.2 Lesões de pernas avaliadas | 31 |
| 5.5.3 Lesão de peito avaliada | 31 |
| 5.6 Análises estatísticas | 32 |
| 6 RESULTADOS | 33 |
| 7 DISCUSSÃO | 41 |

8 CONCLUSÕES..... 44

REFERÊNCIAS..... 46

1 INTRODUÇÃO

Os procedimentos técnicos de abate de animais de açougue, além dos requerimentos legais higiênicos-sanitário previstos podem mudar de acordo com a cultura e a religião do consumidor alvo. No Brasil, os dois abates religiosos comercialmente relevantes e permitidos pela legislação higiênico-sanitária são os abates pelos métodos *Halal* e o *Kocher*, destinados à população muçulmana e judaica respectivamente (BRASIL, 2020).

A palavra *Halal* tem origem árabe e significa “lícito”, permitido. Seu conceito não está apenas relacionado com rituais de abate, também se trata de um padrão ético e moral de conduta social, alimentação e vestimentas. Para que o abate de animais de produção seja considerado *Halal*, o ritual de sacrifício dos animais deve ser praticado segundo as Leis do Alcorão, priorizando o abate rápido e sem sofrimento. É de extrema importância que a morte seja exclusivamente pelo corte rápido e certo no pescoço dos animais, e a frase: Em nome de Deus, Deus é maior (em árabe: “*Bismillah Deusu Akbar*”) seja pronunciada imediatamente antes do abate, além disso, a prática deve ser realizada somente por muçulmanos mentalmente saudáveis e com equipamento e utensílios exclusivos para esse tipo de sangria. Só podem ser abatidos animais saudáveis e aprovados pelas autoridades sanitárias dos estabelecimentos, além disso, não são permitidas práticas de insensibilização anterior ao abate (FAROUK *et al.*, 2014).

Enquanto *Halal* significa “lícito”, a palavra *Haram* simboliza práticas “ilícitas”. Como exemplos de alimentos considerados *haram* dentro da religião muçulmana pode-se citar carne e derivados de animais abatidos fora das leis do Alcorão, carne e derivados de suínos, de animais carniceiros, aves predadoras, animais com presas longas, insetos, sangue, bebidas alcoólicas e drogas (AL-QARADAWI, 1960).

Na cultura judaica, as condutas morais e leis são denominadas *Halacha*, nelas estão os preceitos de uma alimentação adequada e segura para os seguidores religiosos do judaísmo. O termo *Kosher* pode ser traduzido semanticamente do Índiche para o português como: “correto, adequado”. Quando um alimento recebe a categorização *Kosher*, significa que ele é apropriado, e assim, há garantia de saúde física e espiritual para os consumidores. Segundo a lei judaica, não é permitido o consumo de carne suína, sangue, animais silvestres, insetos e realizar a mistura de leite com produtos cárneos (REGENSTEIN e CHAUDRY, 2001). Para a realização do abate de aves, assim como o método *Halal*, há normas e costumes a serem seguidos. Não é permitida a insensibilização prévia dos animais e, deste modo, o abate propriamente dito ocorre por jugulação cruenta, ou *Shechita* (IZIDORO B. T., *et al.*, 2012).

Em 2016 mais de 300 empresas brasileiras já recebiam a certificação *Halal* (Inmetro, 2018). Obter a certificação garante que os produtos alimentícios são produzidos de acordo com a lei islâmica. As principais certificadoras de carne *Halal* no Brasil são a Central Islâmica Brasileira de Alimentos *Halal* (CIBAL *Halal*), reconhecida pela Federação das Associações Muçulmanas do Brasil (FAMBRAS), e o Centro de Divulgação Islã para a América Latina. A certificação de produtos *Kosher* é concedida por rabinos da região onde o abatedouro-frigorífico está instalado ou por empresas certificadoras. O Certificado *Kosher* é um documento emitido que atesta que os produtos foram fabricados de acordo com as normas judaicas. Para seu processo de emissão, é feito um levantamento de dados sobre o processamento de fábricas e indústrias solicitadoras, o estabelecimento é documentado de forma sigilosa pelo departamento de *Kashrut* responsável, e posteriormente, é feita uma visita ao local por um rabino ortodoxo que irá acompanhar todo o processamento dos produtos a serem certificados (CERTIFICADO *KOSHER*, 2019).

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de carne de frango e, em 2019 foram produzidas 13.245 milhões de toneladas (mil Ton) deste tipo de carne produzida, sendo que os maiores produtores foram os Estados Unidos da América (19.941 mil Ton) e da China (13.750 mil Ton). Quanto à exportação de carne de frango, o Brasil ocupa o primeiro lugar no ranking mundial, registradas 4.214 mil Ton exportadas em 2019, enquanto os Estados Unidos da América ocupam a segunda posição com 3.261 mil Ton. Das exportações brasileiras, 34,39% foram destinadas ao Oriente Médio, uma das principais áreas geográficas de destinação da carne de frango brasileira, atrás apenas da Ásia, que importou 37,53%. Dentre os países importadores de carne de frango brasileira brasileiro no Oriente Médio, o principal importador foi a Arábia Saudita, com 332.065 toneladas (Ton) de frango inteiro e 136.763 Ton de cortes importados em 2019, em seguida foram os Emirados Árabes Unidos (176.826 Ton de carcaças inteiras, 164.042 Ton de cortes), e o Kuwait (85.225 Ton de carcaças inteiras e 29.353 Ton de cortes) (ABPA, 2020).

O produto *Halal* brasileiro está presente em todo o mundo árabe e islâmico graças à globalização e a modernização do mercado, o Brasil se destaca como sendo um dos maiores exportadores de carne de aves com certificação *Halal* do mundo (ARAÚJO, 2019).

A comunidade Judaica no Brasil é a segunda maior da América Latina, atrás da Argentina e à frente do México, com 120 mil pessoas, ou seja, 0,06% da população brasileira (CONIB, 2019), mas a produção de aves comerciais com certificação *Kosher* destinadas ao

mercado interno e externo não possui força econômica no Brasil. Desta forma, o abate industrial religioso no Brasil fornece carne bovina e de aves para o mercado *Halal* e apenas carne bovina *Kosher* para o mercado externo (Revista Globo Rural, 2017).

Aplicar os preceitos religiosos em abates de grande escala, mantendo a produtividade e a qualidade alta, é um grande desafio para a indústria de carne de aves. A qualidade da carne está relacionada com parâmetros intrínsecos e extrínsecos, propriedades físico-químicas, sensoriais e também está relacionada com nutrição e a saúde dos animais abatidos (GRUNERT, 1997). Há um aumento de problemas na qualidade das carcaças nos abates religiosos, incluindo diferentes formas de hemorragias nos músculos e fraturas de membros, quando comparados com animais insensibilizados anteriormente à sangria (MENDES, 2015).

As duas principais formas de insensibilização utilizadas na indústria de carne de aves comerciais são a insensibilização por eletronarcore (pré-sangria) e a exposição ao gás dióxido de carbono (CO₂). O uso de dióxido de carbono durante o processo de insensibilização é muito utilizado em países da União Europeia (McKEEGAN *et al.* 2007).

Um dos objetivos de um abate eficiente e humanitário é remover o sangue do sistema circulatório o mais rápido possível, para interromper o aporte de oxigênio no cérebro (GREGORY, 2007). Diante da perspectiva judeu-islâmica, a perda de sangue deve ser o mais completo possível, pois o sangue é considerado impuro e não pode ser consumido pelos fiéis (REGENSTEIN e CHAUDRY, 2001). Além disso, uma má sangria pode ocasionar o aumento da contagem microbiológica das carcaças, pelo fato do sangue ser nutriente para bactérias ambientais e patogênicas, desta forma, sua presença diminui a vida de prateleira e aumenta a oxidação lipídica das carcaças (SABOW *et al.*, 2015). Os abatedouros-frigoríficos de aves podem utilizar duas alternativas de sangria, a manual e a mecanizada. A sangria manual é utilizada em plantas com comercialização destinada para o mercado *Halal*, já a mecanizada, é utilizada em abatedouros em que o comércio *Halal* não é o foco principal. A sangria mecanizada não é bem aceita pelos mercados de carne *Halal*, pois há a possibilidade de as aves não passarem pelo equipamento corretamente, ultrapassando esta etapa sem serem sangradas, principalmente devido a não uniformidade de peso/tamanho dos lotes e a movimentação das aves pela falta de imobilização, pela não realização da insensibilização (CHE MAN e SAZILI, 2010).

Os métodos *Halal* e *Kosher* preconizam que, para o corte da sangria de aves ser considerado adequado, a lâmina deve seccionar a veia jugular, artérias carótidas, traqueia e esôfago, sem decapitar a ave (FAROUK *et al.*, 2014). O ato de retirar a cabeça durante a sangria

causa excitação do sistema nervoso periférico e movimentos mímicos de sufocamento (ZAMAN *et al.*, 2012). A eficiência da sangria pode depender de vários fatores (SABOW *et al.*, 2015), como por exemplo, parada cardíaca durante a eletronarcole, qualidade do corte, vasoconstrição ou vasodilatação fisiológica no momento do abate, orientação da carcaça na linha e atividade tônico-clônica da musculatura (GREGORY, 2005).

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Para uma melhor compreensão do experimento realizado, será discutida brevemente uma revisão bibliográfica sobre bem-estar animal, indicadores de inconsciência e insensibilidade, insensibilização elétrica, insensibilização elétrica pós-sangria e qualidade de carcaça.

2.1 Bem-Estar Animal (BEA)

O bem-estar animal é popularmente abordado através do conceito das cinco liberdades de Brambell Committee (BRAMBELL REPORT, 1965), caracterizadas pela liberdade de sede, fome e má-nutrição (1), a liberdade de dor e doença (2), a liberdade de desconforto (3), a liberdade para expressar o comportamento natural da espécie (4) e a liberdade de medo e de estresse (5). Mas os princípios do BEA podem mudar de acordo com a cultura, religião e ética da população em questão. O estudo do bem-estar animal começou pela preocupação pública de como os animais são criados e tratados, articulada pela ética e crítica social (FRASER, 1999).

O bem-estar animal, dentro da produção de carne para o mercado *Halal* deve abranger e balancear os fundamentos cientificamente difundidos de bem-estar, os fundamentos éticos sociais gerais, as leis islâmicas e fundamentos islâmicos sobre os princípios éticos que regem o comportamento entre animais e humanos. As cinco liberdades caracterizam a visão científica do bem-estar animal (FAROUK *et al.* 2016) e a ética é simbolizada pela relação entre animais e humanos, estando relacionada com a preocupação humana de zelar pelos animais, pelo seu bom estado físico e por sua qualidade de vida (FRASER, 1999). O BEA, de acordo com a ética do islã é abordada em quatro fontes: no Quran (livro que contém as palavras de Alá, reveladas ao profeta Maomé), Sunnah ou Hadiths (livro com as palavras, ações e aprovações do profeta Maomé), Ijmaa (consensos) e Qiyas, livro que contém as leis desenvolvidas diante de novas situações e problemas, baseadas em analogias (FAROUK *et al.*, 2016).

Para garantir o bem-estar na hora de abater os animais no processamento de abate, é importante garantir que os animais estejam bem acondicionados, no caso das aves, bem inseridos nos ganchos para evitar que os animais fiquem agitados (OIE, 2007), em abates religiosos de aves, normalmente quando realizados em baixa escala de produção, é preferencial que os animais permaneçam em cones, para evitar lesões após a jugulação cruenta (LAMBOOIJ *et al.*, 1999). Além disso, é muito importante garantir que os animais tenham uma insensibilização de qualidade, no caso de abates industriais não religiosos, garantindo inconsciência e insensibilidade de todos os animais antes de serem sangrados (OIE, 2007).

A eficiência da sangria, decorrente da qualidade do corte realizado durante o processamento de abate também é um importante parâmetro de BEA. O número de vasos seccionados durante a sangria interfere no tempo necessário para a perda de sangue e com isso também interfere no tempo necessário para a inconsciência. Para que a perda de sangue máxima das aves comerciais seja alcançada, o corte deve ser realizado no pescoço, logo após a glote, seccionando as duas artérias carótidas, veias jugulares, esôfago e traqueia (CHE MAN e SAZILI, 2010).

Algumas escolas islâmicas e judaicas consideram que o atordoamento no abate, desde que não provoque a morte do animal, mas sim utilizado para promover uma inconsciência reversível, para então minimizar a dor e o stress, aceitável e o consideram “humanitário” (YAQOOB, 2010). Desta forma, a condição para que um método de atordoamento seja considerado aceitável no abate *Halal*, depende se o processo é reversível ou não, ou seja, o animal deve permanecer vivo após o processo, se não for sangrado após a aplicação do atordoamento. Além disso, não deve ser mais doloroso que a sangria de animais conscientes e não deve afetar o fluxo da perda de sangue. Atentando a esses requisitos, o método pode ser considerado *ihsaam* (humanitário), ou se comprovados que causam dor, para evitar uma dor maior, também são aceitáveis e considerados *Al ommor bmaqasidiha* (prática com intenção e propósitos maiores). A resolução da Fiq Academy Makkah afirma que, se o propósito do atordoamento é reduzir a dor do abate e imobilizar o animal, não há problema em realizar a insensibilização prévia ao abate (*Qararat majmaul Fiqhil Islami*, p. 223, apud FAROUK *et al.*, 2016).

2.2 Indicadores de inconsciência e insensibilidade

Um dos pilares do bem-estar animal é a garantia do estado de insensibilidade, ou seja, que os animais não estejam sentindo dor no momento da sangria. Para garantir isso, é muito importante adotar bons indicadores de inconsciência e insensibilidade durante o processo de abate, para aves, não há um teste padrão ouro de certificação do estado de insensibilidade (ERASMUS *et al.*, 2010).

O estado mental de consciência pode ser definido como a capacidade de vivenciar e sentir sensações, pensamentos, emoções e sentimentos (KIRKWOOD e HUBRECHT, 2001). Já o estado de inconsciência, pode ser definido como a perda temporária ou permanente da função cerebral, em que o indivíduo fica incapaz de responder à estímulos, incluindo a dor (EFSA, 2006).

A dor é uma sensação desagradável que, no mundo animal, simboliza perigo de dano tecidual (IASP, 1979), e difere de nocicepção, definida como mudanças fisiológicas decorrentes de uma resposta a estímulos de receptores nervosos. A sensação de dor é produzida no cérebro depois da ativação de nervos nociceptores ou receptores sensitivos à estímulos nocivos, através de dano tecidual, inflamação e dano neuronal (MENSE, 1983). Mas tudo isso só é perceptível se o córtex cerebral estiver funcional, ou seja, se o animal estiver consciente (KIRKWOOD e HUBRECHT, 2001).

A consciência e a insensibilidade estão relacionadas com a formação reticular do tronco encefálico (FRENCH e MAGOUN, 1952). A formação reticular influencia o controle da atividade elétrica cortical, atuando na regulação do sono e da vigília, é capaz de ativar o córtex cerebral criando o conceito de Sistema Ativador Reticular Ascendente (SARA). Um animal sob efeito da anestesia, acorda quando a formação reticular é estimulada, e entra em estado comatoso quando é destruída a parte mais cranial da formação. A ação do SARA, sobre o córtex cerebral se faz através das conexões da formação reticular com os núcleos inespecíficos do Tálamo, que modificam os potenciais elétricos do córtex cerebral. Sabe-se também, que os impulsos sensoriais que chegam ao sistema nervoso central pelos nervos espinhais e cranianos passam pela formação reticular e ativam o SARA (MORUZZI e MAGOUN, 1949). A insensibilidade resulta da interrupção de passagem dos impulsos nervosos pela formação reticular (FRENCH e MAGOUN, 1952; LINDSLEY *et al.*, 1950), sejam ela por lesões que conectam a formação ao córtex cerebral (STARZL *et al.*, 1951), lesões diretas no córtex cerebral (STRITCH, 1956) e/ou lesões ao tronco cerebral (PARVIZI, 2003). Desta forma, o estado de inconsciência é atingido quando há lesão direta (córtex cerebral e tronco cerebral), quando há interrupção física da passagem de impulsos, ou através da despolarização de células nervosas (KIRKWOOD e HUBRECHT, 2001), que pode ocorrer pelo uso de anestésicos gerais (HIGUCH *et al.*, 2003) e durante o atordoamento através de descargas elétricas (RAJ e TSERVENI-GOUSHI, 2000). A primeira fase induzida pelo atordoamento produz a reação tônica através da liberação do neurotransmissor excitatório glutamato. Seguido pela liberação de GABA (ácido gama amino-4-butírico), que fornece um período de analgesia e também auxilia na recuperação do animal caso não seja abatido (LAMBOOIJ e HINDLE, 2018).

No processamento de abate em abatedouros-frigoríficos, um importante ponto de monitoramento de bem-estar animal é a garantia de insensibilidade durante o abate. O eletroencefalograma (EEG) é um indicador de insensibilidade realístico, pois mostra a atividade cerebral do córtex, necessária durante a estado de consciência, o equipamento mostra se há

atividade cortical ao estimular o animal de forma semantossensorial ou visual, observando se há mudanças de telemetria. A ausência de atividade cerebral em resposta a estímulos indica insensibilidade. Durante a anestesia, o EEG pode mostrar resposta cerebral à estímulos, mas isso não indica que o animal está consciente (DALY *et al.*, 1988). Por mais que o EEG seja o indicador mais confiável, ele é restrito para uso em laboratórios. O teste de insensibilidade mais comumente utilizado em frangos de corte, são indicadores de ausência de resposta cerebral à reflexos.

Ao contrário da analgesia, que é caracterizada pela insensibilidade à dor, a anestesia é a perda de sensações e sentidos, incluindo a insensibilidade (BARASH *et al.*, 2009). Normalmente a profundidade da anestesia é controlada por monitores de função cardíaca, padrão respiratório, EEG e pela presença ou ausência de reflexos, em aves, os mais comumente usados são: corneal, palpebral e o reflexo de retirada de membros (patas e asas) (LAWTON, 1996). Além disso, a vocalização deve estar ausente, pois pode ser indicativo de dor ou angústia (EFSA, 2004). Animais normalmente apresentam ações voluntária e reflexos involuntários em resposta a estímulos dolorosos. A perda desses reflexos, pode indicar a perda de sensibilidade. Dentre os reflexos espinhais estão os movimentos de flexão e alongamento de membros. O reflexo de estiramento do membro é provocado por receptores neuronais dentro dos músculos e estão envolvidos na manutenção do tônus muscular, mas não pode ser utilizado para avaliar o estado de insensibilidade (ALTMAN, 1998). Já o reflexo de flexão (pedal, retirada de membro) é ativado por nociceptores (receptores de nervos periféricos que captam sinais de dor profunda e superficial (COENEN *et al.*, 2009), e pode ser utilizado para a avaliação do estado de insensibilidade. A ausência desse reflexo pode também ser utilizado para avaliar a profundidade de uma anestesia, embora não seja consistente em todas as espécies (ALTMAN, 1980). Os reflexos do tronco cerebral não estão sob controle do córtex, e são mediados pelos 12 pares de nervos cranianos que emergem do tronco cerebral (com exceção do olfatório). Os reflexos corneal e palpebral são controlados pelos nervos trigêmeo (V par de nervo craniano) e facial (VII par). O reflexo corneal é elucido quando a córnea é tocada ou estimulada e há o reflexo de piscar ou o fechamento da membrana nictitante sobre o olho, no caso das aves. O reflexo palpebral é similar ao corneal, estimulado ao tocar gentilmente ao redor dos olhos e também resultando no ato de piscar (HAWKINS, 2001). Outro reflexo confiável de insensibilidade é o pupilar, controlado pelo par de nervos óptico (II) e oculomotor (III), pode ser testado ao direcionar um feixe de luz aos olhos e observando se há diminuição do tamanho visível da pupila (CROFT, 1961).

A qualidade da insensibilidade atingida após a descarga elétrica nas cubas de insensibilização de aves, é identificada nos animais por sinais físicos, tais como, a ausência de tensão no pescoço e ausência de movimentos respiratórios rítmicos. Após confirmar a inconsciência, é necessário confirmar se ela é reversível ou não, verificando se os batimentos cardíacos e os movimentos respiratórios cessaram, em associação com a perda de reflexos tais como o corneal, palpebral, reflexo de retirada de membros, indicando assim, morte cerebral. A morte cerebral é definida pela perda irreversível da função cerebral, incluindo córtex e tronco cerebral (WIJDICKS, 1995).

No processo de abate, os indicadores de morte mais utilizados são: ausência de movimentos respiratórios, defecação em conjunto com espasmos musculares tônicos, seguida pela fase clônica e relaxamento muscular completo (EFSA, 2004). Espasmos neuromusculares, podem corresponder à ocorrência de uma convulsão, e são típicos quando os animais são insensibilizados por métodos físicos, também ocorrem durante a decapitação sem analgesia e pela rápida indução de anóxia (COENEN, 2009). Em aves, os espasmos neuromusculares, ocorrem durante a fase clônica da convulsão e são caracterizados pelo intenso movimento de bater de asas. Já na fase tônica, ocorre a quietude das asas, em sequência o estiramento dos membros, movimentos de pedalagem e por fim, o relaxamento e morte efetiva (MOHAN RAJ *et al.*, 1990). Similarmente, espasmos neuromusculares podem ocorrer decorrente do uso de descargas elétricas para a insensibilização, mas estes, não são indicadores de analgesia, pois ocorrem antes da perda de postura, e anteriormente à perda de função do córtex cerebral, segundo estudos utilizando gravações e acompanhamento através do EEG (COENEN, 2009).

Não é possível distinguir espasmos musculares compatíveis com sensibilidade de contrações musculares involuntárias, desta forma, não podem ser usados como indicadores de analgesia, mas a fase tônica, logo após a fase clônica, pode ser utilizado como como indicador de morte cerebral irreversível em aves. Quando a inconsciência é reversível, o primeiro reflexo observado quando o animal está retornando do estado de analgesia é o movimento respiratório rítmico (ANIL, 1991). Em um estudo realizado em perus em 1999, os pesquisadores observaram o momento em que a tensão muscular do pescoço e a respiração rítmica retornaram à normalidade, demonstrando que o tempo médio para a respiração retornar ao normal em animais insensibilizados por eletronarose, utilizando uma corrente de 500 Hz, foi de 20 segundos, enquanto a tensão muscular do pescoço demorou 62 segundos, em média, para retornar após o atordoamento elétrico (WILKINS *et al.*, 1999).

2. 3 Insensibilização elétrica

A insensibilização elétrica pode ser reversível ou irreversível. A insensibilização é considerada reversível quando não causa parada cardíaca, enquanto na irreversível há a parada do sistema cardíaco e culmina com a morte do animal (GRANDIN 1992). O fato de alguns métodos de insensibilização serem reversíveis pode torna-los aceitos diante de preceitos das comunidades muçulmanas e judaicas, desde que a morte do animal seja exclusivamente por degola, e não ocorra através da aplicação do equipamento de insensibilização elétrica (SALAMANO *et al.*, 2013). A atividade epileptiforme que ocorre durante a insensibilização elétrica ocorre em três fases (SIMMONS e DALY, 2004): na fase 1: desenvolvimento da convulsão epileptiforme. Ausência de reflexo pupilar, corneal e respiratório; na fase 2: supressão da atividade cerebral. Durante a fase dois pode ocorrer atividade clônica muscular, caracterizada por contrações, repetitivas e incontroláveis. Em seguida os movimentos respiratórios se tornam novamente evidentes. Não há sinais claros de consciência e resposta à dor; na fase 3: fase de recuperação. Atividades fisiológicas e consciência voltam ao normal gradualmente.

A qualidade da insensibilização do animal, quando submetido à métodos elétricos de atordoamento, depende do formato de onda e da frequência da corrente utilizada, que pode variar de acordo com a espécie dos animais. O valor mínimo da corrente em Hertz, necessário para induzir o estado de inconsciência também altera de acordo com o tipo de onda e da frequência da corrente. O tempo de inconsciência deve ser longo para garantir a insensibilidade durante a sangria e morte do animal, sendo preconizado o tempo mínimo de 40 segundos de inconsciência (ERASMUS *et al.*, 2010).

2.3.1 Parâmetros elétricos

Conhecer e estabelecer os parâmetros elétricos para calibrar corretamente os equipamentos de insensibilização é muito importante para a garantia do estado de inconsciência e assim, garantir o bem-estar animal. Dentre os parâmetros a serem considerados, podemos citar a tensão elétrica, mensurada em Volts (V), a corrente elétrica em Ampères (A), que corresponde ao fluxo ou deslocamento de cargas dentro de um condutor quando há diferença de potencial entre as extremidades. Também devemos considerar a resistência elétrica, mensurada em Ohms (Ω), que indica a capacidade de um corpo se opor à passagem da corrente elétrica. O formato

de onda, que podem ser unidirecionais, como é o caso da corrente contínua (ondas de natureza positiva ou negativa), ou bidirecionais, com inversão de polaridade, cruzando o eixo X, nesse último grupo de ondas está a corrente alternada (CA); a frequência (f) que simboliza quantas vezes o ciclo completos de oscilações de onda ocorrem por segundo, e é expressa em Hertz (Hz) (SATO, 2016).

A corrente elétrica utilizada pode apresentar uma frequência de até 1800 Hz e a onda pode ser de diversos formatos, entre elas, ondas senoidal, quadrada e triangular. Dentre as correntes alternadas, a mais utilizada em equipamentos de insensibilização é a senoidal (LAMBOOIJ e HINDLE, 2018). A onda senoidal ou sinusoidal obedece a uma função seno ou cosseno e é a forma de onda mais simples. Todas as outras formas de onda, mesmo as mais complexas, podem ser decompostas em conjuntos de ondas senoidais através da aplicação das séries de Fourier, por essa razão as ondas senoidais possuem dezenas de aplicações. A onda híbrida é criada através da aplicação de pulsos, com uma determinada frequência aplicada no momento da largura do pulso de outra onda, seja ela, quadrada, senoidal ou triangular (SATO, 2016).

A utilização de altas frequências pode induzir a atividade epileptiforme no córtex cerebral e assim, garantir o estado de inconsciência, mas necessita de altas correntes em associação. (HINDLE *et al.*, 2009). Um estudo realizado pela Federação das Universidades de Bem-Estar Animal no Reino Unido, demonstrou que, diferentemente de ruminantes, apenas uma pequena porção das aves submetidas a esse tipo de insensibilização desenvolvem atividade epileptiforme em frequências baixas de corrente elétrica, observado através do teste de reflexos (palpebral e corneal) ou através do eletroencefalograma (EEG) (GREGORY, 1986), isso demonstra que, diferentemente dos outros animais, o uso de baixas frequências em aves não induzem a inconsciência. Além disso, o seu uso pode causar danos na qualidade do produto, como a contração muscular excessiva, parada cardíaca, hemorragias no músculo peitoral maior e fraturas de membros.

Um trabalho publicado pela *British Poultry Science*, mostrou que frangos de corte submetidos a eletronarcole apresentaram sinais de atividade epileptiforme a partir de 100 e 200 Hertz (Hz). Também observaram que, conforme a frequência aumentava de 400 para 800 e 1500 Hz, algumas aves paravam de apresentar sinais de inconsciência (RAJ e O'CALLAGHAN, 2004).

Além disso, a Associação de Abate Humanitário do Reino Unido (HSA), determinou que, quanto maior a frequência utilizada no processo (>500 Hz), menor foi o tempo de apresentação de inconsciência e insensibilidade (HSA, 2008), desta forma, o uso de frequências

superiores a 500 Hertz dentro dos frigoríficos pode diminuir o bem-estar animal, pela dificuldade que as linhas de abate de aves apresentam em respeitar o espaço de tempo entre a inconsciência e a sangria. Os menores índices de fibrilação ventricular foram encontrados em testes em que foram utilizados 500 Hz e onda alternada (GREGORY et al. 1991).

2.3.2 Insensibilização elétrica por imersão em líquido

A insensibilização elétrica por imersão em líquido é o método mais utilizado em abatedouros-frigoríficos brasileiros, todo o processo é automatizado e permite o abate em larga escala. Nesse sistema, as aves passam através de um tanque com água eletrificada, onde a corrente passa através de todo o corpo da ave (da cabeça aos pés). Anteriormente uma corrente mínima de 120 mili Amperes (50 Hz), por ave era o recomendado em tanques de imersão na União Europeia, para que houvesse força suficiente para a corrente percorrer todo o corpo da ave e induzisse o estado de inconsciência e parada cardíaca nas aves (GREGORY e WOTTON, 1990). Além disso, por muitos anos a solução mais prática adotada para defeitos de qualidade nas carcaças, devido à erros na calibração e ajustes dos equipamentos de insensibilização foi aumentar a frequência da corrente utilizada, ou mudar o tipo de onda empregada pelo equipamento. Após pesquisas serem realizadas, Hindle *et al.* mostraram que que ao aumentar o valor da frequência, a qualidade da insensibilização dos animais diminuía, pois não havia mudanças nos valores de corrente utilizado em conjunto (HINDLE *et al.*, 2009).

Baseado nos dados de Hindle *et al.*, houve uma revisão pela European Council Directive 1099, também em 2009, que padronizou a necessidade de utilização correntes altas em altas frequências para a insensibilização de frangos de corte (EC, 2009). O conselho determinou que para a insensibilização em tanques de imersão, frangos de corte insensibilizados a <200 Hz deveriam receber uma corrente de 100 mA, já ao utilizar frequências entre 200 e 400 Hz, a corrente necessária seria pelo menos 150 mA, e para a utilização de frequências entre 400-1500 Hz, a corrente deveria ser estabilizada em 200 mA. Segundo a European Council Directive 1099 (**Tabela 1**), a utilização conjunta de corrente e frequência mais eficaz e segura está entre 50 e 200 Hz. Ao utilizar frequências menores que 25 Hz os animais não entraram no estado epileptiforme, e assim não há garantia de inconsciência. E ao utilizar frequências entre 200 e 1600 Hz, altas correntes se tornam necessárias para garantir o estado epileptiforme, e com isso a duração da insensibilidade reversível se torna menor, o que pode dificultar o processamento de abate e o sangramento no momento adequando de analgesia.

Tabela 1 – Corrente mínima requerida em miliampères (mA) por ave, ao utilizar equipamentos de insensibilização por imersão em líquido (EC, 2009).

| Frequências (Hz) | 50 | 50 - 200 | 200 - 400 | 400 - 1500 |
|-----------------------------|----------------------|----------|-----------|------------|
| Espécies de aves comerciais | Corrente mínima (mA) | | | |
| Frangos de corte | 100 | 100 | 150 | 200 |
| Poedeiras | 100 | 100 | 150 | 200 |
| Perus | 150 | 250 | 400 | 400 |
| Patos e gansos | 130 | | | |

A Organização Mundial da Saúde Animal (OIE, 2011) indica que não deve haver curvas acentuadas ou desníveis na cuba de insensibilização por imersão em líquido, e que um aparador de peito seja usado para deixar as aves confortáveis ao entrar na cuba, para reduzir o bater de asas e também é aconselhado a inclusão de uma rampa pré-tanque para que os animais não sofram com o desnível da água e não haja choques elétricos pré-atordoamento. Além disso, o sistema deve ser regulável ao tamanho da ave, para garantir que a cabeça e início das asas dos animais estejam abaixo d'água, o eletrodo deve ser imerso no tanque e se estender por toda a sua dimensão. É recomendado que o equipamento tenha uma caixa de controle com amperímetro que exiba a corrente total do tanque.

Segundo a Organização Mundial da Saúde Animal, ao utilizar 50 Hz, deve ser usada preferencialmente uma corrente sinusoidal, corrente em miliampères de acordo com a espécie de ave (**Tabela 2**) e os animais devem receber a corrente por pelo menos 4 segundos. Quando for necessário a utilização de frequências elétricas mais altas, a organização também reforça a necessidade de utilizar correntes altas em conjunto (**Tabela 3**) (OIE, 2011).

Tabela 2 – Corrente mínima que deve ser utilizada em equipamentos de insensibilização elétrica em aves, quando utilizado 50 Hz de frequência (OIE, 2011).

| Espécies | Corrente (miliampere por ave) |
|------------------|-------------------------------|
| Frangos de corte | 100 |
| Poedeiras | 100 |
| Perus | 150 |
| Patos e gansos | 130 |

Tabela 3 – Corrente mínima necessária para a insensibilização elétrica utilizando altas frequência em frangos de corte e perus (OIE, 2003).

| Corrente mínima (miliampere por ave) |
|--------------------------------------|
|--------------------------------------|

| Frequência (HZ) | Frangos de corte | Perus |
|------------------------|-------------------------|--------------|
| De 50 a 200 Hz | 100 mA | 250 mA |
| De 200 a 400 Hz | 150 mA | 400 mA |
| De 400 a 1500 Hz | 200 mA | 400 mA |

O Regulamento Técnico de Inspeção Tecnológica e Higiêncio-Sanitária de Carne de Aves (Portaria N° 210 de novembro de 1998 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento), determina que a insensibilização através da eletronarcose sob imersão em líquido, deve ter equipamento com registro de voltagem e amperagem proporcional para a espécie, tamanho e peso das aves (BRASIL, 1998). Mas não há especificação legal da voltagem que deve ser utilizada (CONTRERAS e BERAQUET, 2001) no Regulamento Técnico de Métodos de Insensibilização para o Abate Humanitário de Animais de Açougue (BRASIL, 2000). Porém o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), realizou parcerias com a Sociedade Protetora dos Animais (WSPA, em inglês) e criou o programa STEPS – Abate Humanitário de Aves, com o objetivo de determinar requisitos de bem-estar animal, e desta forma, aconselha a utilização dos parâmetros recomendados pelo European Council Directive acima descritos na **Tabela 1** (LUDTKE *et al.*, 2010). A Portaria N° 210 de 1998 (BRASIL, 1998) também preconiza que deve ser considerado a extensão percorrida pelas aves sob imersão nos tanques de insensibilização, e estabelece o tempo máximo de 12 (doze) para proceder a sangria manual ou mecânica, além disso, determina que a eletronarcose não deve promover a morte das aves. A legislação brasileira prevê a insensibilização por método da exposição à atmosfera controlada (gás) (BRASIL, 2000), e o abate sem prévia insensibilização para atender preceitos religiosos (BRASIL, 1998; BRASIL 2000).

2.3.3 Insensibilização elétrica “head-only”

Como métodos alternativos para a insensibilização elétrica pode-se citar variações de métodos que aplicam correntes elétricas apenas na cabeça dos animais (LINES *et al.*, 2011) e métodos de insensibilização que aplicam correntes que percorrem da cabeça à cloaca (“head-cloaca) sem a utilização de água como condutor elétrico (LAMBOOIJ *et al.*, 2012).

Esses métodos são considerados modos de insensibilização elétrica por contato direto (CA). Para a aplicação da técnica “head-only”, é aconselhado que os animais sejam condicionados em cones que fixem as asas, para que os animais sejam melhor imobilizados durante a atividade epileptiforme, que apresenta movimentos involuntários bruscos dos animais

ao receberem as descargas elétricas na região do crânio por eletrodos (LAMBOOJI e HINDLE, 2018).

Foi demonstrado que frangos de corte podem ser insensibilizados e alcançar o estado de inconsciência, através de equipamentos de atordoamento “head-only”, utilizando uma corrente de 190 ± 30 mA durante 0,5 segundos (LAMBOOIJ *et al.*, 2010). E em escala comercial, os melhores resultados foram alcançados com 250 mA, e ao utilizar esses parâmetros, o tempo de inconsciência foi maior, e dessa forma o risco de os animais recobrem a consciência antes de abate se tornou menor (LAMBOOIJ *et al.*, 2014).

2.3.4 Insensibilização elétrica “head-cloaca”

Nesse método de insensibilização elétrica por contato direto (CA), a corrente elétrica percorre da cabeça ao posterior do animal. Para a sua aplicação, um eletrodo é posicionado na cabeça e outro na proximidade da cloaca. Nessas situações foi observado que frangos de corte são efetivamente insensibilizados quando utilizada correntes de 111 mA (50 V, 640 Hz, e corrente alterada senoidal) por 0,5 segundos. O método é restrito ao uso em pequena escala e em condições laboratoriais, devido à falta de tecnologia adequada e problemas de liberações para mercados e comercializações (LAMBOOIJ *et al.*, 2012).

2. 4 Insensibilização elétrica pós-sangria

A utilização de descargas elétricas após a sangria é praticada em alguns países europeus como complementação à insensibilização pré-abate (EC, 2009). Esse método de insensibilização pode acrescentar parâmetros de bem-estar aos animais quando comparado ao abate apenas com a utilização de métodos mecânicos de insensibilização (inconsciência através da concussão cerebral) e nos abates religiosos, sem a utilização de qualquer método de insensibilização. A aplicação do equipamento de insensibilização elétrica após a etapa de sangria está cada vez mais sendo recomendado, principalmente após o abate de animais pelos métodos *Halal* e *Kosher* (GREGORY *et al.*, 2012).

A recomendação é que o atordoamento pós-sangria deve ser realizado imediatamente ou no máximo 5 segundos após a sangria, sem manipulação do animal entre o corte e a aplicação da descarga elétrica (VELARDE *et al.*, 2003). Principalmente no abate religioso de bovinos, a atividade tônica e clônica é intensa, essa reação natural que ocorre após a sangria de animais conscientes, pode ser perigoso para os trabalhadores de abatedouros-frigoríficos (GREGORY,

2007), desta forma, a imobilização dos animais é importante tanto para o BEA quanto para a segurança dos colaboradores.

A aplicação de correntes elétricas nos animais após a sangria, é mais comumente utilizada em bovinos, através da eletro-imobilização que pode ser feita pela aplicação de eletrodos no focinho e na região do ânus dos bovinos, ou através do método “head-only”. Foi observado que a aplicação de eletrodos apenas na cabeça dos animais (“head-only”) é um método irreversível de insensibilização, pois culmina na parada cardíaca (DEVINE et al., 1986).

Na Nova Zelândia, a técnica de estimulação elétrica pós sangria em ovinos e bovinos mais utilizada é o bastão torácico (FAROUK, 2013). O principal do uso da técnica é aumentar a velocidade de perda de sangue e diminuir o tempo necessário para sangria, morte efetiva do animal e posteriormente para a desossa (ANIL et al., 1995). O bastão torácico utilizado no abate *Halal* de ovinos e bovinos é aplicado imediatamente após o corte no pescoço, na cavidade torácica, perto da base do corte (FAROUK, 2013).

A aplicação de correntes elétricas após a etapa de sangria em frangos de corte, é uma prática utilizada desde os anos 80 nos Estados Unidos, com o objetivo de acelerar a transformação de músculo em carne, diminuindo o tempo de *rigos mortis* (THOMPSON et al. 2008), resposta fisiológica que ocorre por aumentar a depleção de adenosina trifosfato das fibras musculares, e dessa forma, há a diminuição mais rápido do valor do pH. Mesmo assim, a técnica não é tão popular na indústria da carne de aves comerciais, quanto na de carne bovina (CRAIG et al., 1999).

2. 5 Qualidade de carcaça

Dentre os sistemas de avaliação de qualidade de carcaças mais comuns estão os parâmetros visuais, tais como a conformação, coloração, presença ou ausência de defeitos como hemorragias, hematomas, rompimento de pele, fraturas brancas ou vermelhas e a falta de partes das carcaças. Os defeitos podem ser classificados de acordo com suas condições sanitárias, se são decorrentes de mau manejo, problemas no pré-abate, durante as fases do processamento, como o transporte, pendura, insensibilização, sangria (MENDES, 2001) e tecnopatias, decorrentes de erros nos equipamentos da linha, segundo o Decreto 10.468, de 18 de Agosto de 2020 (BRASIL, 2020), que são denominadas como falhas tecnológicas.

As contusões e fraturas, além de provocar perdas econômicas diretas, como a perda da porção da carcaça afetada, também provocam perdas indiretas, tais como a diminuição da

qualidade do produto, por uma menor vida de prateleira, mudanças no pH, e coloração da carcaça (JARVIS e COCKRAM, 1994). Além disso, as contusões e fraturas são indicativos de um bem-estar animal pobre (GRANDIN, 2000).

Um estudo realizado por Mendes (2015) em um abatedouro-frigorífico de aves localizado na região sudoeste do Estado de Goiás, Brasil, comparou a qualidade das carcaças de frangos de corte abatidos pelo método *Halal* com a qualidade e presença de lesões em carcaças de aves abatidas com insensibilização por imersão em líquido prévia à sangria. Os tratamentos foram comparados para a presença de hematomas com diâmetros maiores que 3 cm, má sangria, asa quebrada ou deslocada com hematoma e perna quebrada ou deslocada com hematoma. O autor verificou que quando comparados os dois tipos de abate, houve diferença significativa ($p < 0,05$) nos parâmetros de hematomas maiores que 3 cm, má sangria e asa quebrada ou deslocada com hematoma. O abate pelo método *Halal* apresentou os maiores números de presença de tais lesões. A partir desses resultados, o autor concluiu que o abate industrial pelo método *Halal*, com a utilização de ganchos para a contenção das aves, não consegue atender aos requisitos de bem-estar animal, sendo observado o aumento do número de lesões principalmente nas asas, pelos movimentos intensos após a sangria. Também houve dificuldade de manter a qualidade da sangria manual sem mudar a velocidade da linha, foram observados mais animais má sangrados no abate pelo método *Halal* (MENDES, 2015).

A má calibração dos equipamentos de insensibilização elétrica também pode acarretar em tecnopatias e defeitos na qualidade das carcaças de aves comerciais, tais como hemorragias, ossos quebrados, hematomas, descoloração da pele, petéquias e extravasamento de sangue (GREGORY, 2005). A hemorragia durante a etapa de insensibilização elétrica, ocorre por um aumento brusco na pressão intravascular, que causa a ruptura de vasos sanguíneos, principalmente na ponta das asas, onde se encontram uma quantidade significativa de capilares (LAMBOOIJ, 2014). A utilização de altas frequências em conjunto com níveis altos de correntes elétricas resultam em menores índices de fraturas e hemorragias, além de haver a garantia de insensibilidade. Esses dois defeitos de carcaças podem estar relacionados com o aumento da corrente ou tensão (HINDLE *et al.*, 2009). A aplicação de correntes elétricas após a sangria, acelera o processo de redução do pH no período post-mortem (DALY, 2005) e a inclusão do bastão torácico para a estimulação elétrica da carcaça, também auxilia na perda de sangue após o abate, e conseqüentemente, ajuda a reduzir efeitos negativos de qualidade causados pela presença de sangue residual (ANIL *et al.*, 1995).

Carcças de animais abatidos pelo método *Kosher* possuem diferentes características de qualidade, alcançadas pelo processo tecnológico utilizado pelos rabinos e trabalhadores de abatedouros-frigoríficos habilitados e um dos objetivos do processo tecnológico utilizado, é remover o máximo de sangue residual, mioglobinas e outras proteínas sarcoplasmáticas das carcaças (ASGHAR *et al.*, 1990). Para isso, é utilizada água gelada para a “*Shriah*” (imersão em água fria por 30 minutos) e para a *Hadacha* é utilizada salga, com o sal também denominado *Kosher*. A carne fica no processo de salga durante uma hora, e após é realizado o processo de dessalga (REGENSTEIN *et al.*, 2003). Desta forma, a remoção da mioglobina e outras proteínas alteram a coloração, sabor e o processo oxidativo da carne, fazendo com que a vida de prateleira seja maior (ALAYASH *et. al.*, 2001).

A espiritualidade e a ideologia, influenciam a atitude dos consumidores de carnes certificadas *Halal* e *Kosher*. Desta forma, nestes mercados a qualidade espiritual dos produtos também deve ser considerada, havendo a necessidade de conciliar a produção de carne de alta qualidade e os princípios religiosos dos consumidores (FAROUK *et al.*, 2014).

3 PROBLEMA E JUSTIFICATIVA DA PESQUISA

Os conceitos religiosos que regem o método *Halal* de abate de animais, estão sujeitos à diferentes interpretações e podem ser contestados. Práticas ou flexibilizações são aceitas por alguns países e por outros não, sendo consideradas “*Haram* (“proibidas”). Os regulamentos são baseados no Alcorão, mas sua leitura pode variar de acordo com as autoridades religiosas, países importadores, empresas produtoras e organizações de certificação e auditoria. Dentre as principais controvérsias estão os métodos de insensibilização no abate, a utilização de equipamentos de sangria mecânica e a realização do abate por adeptos ao judaísmo e/ou cristianismo. A ampla variedade de interpretações dos livros sagrados, refletem na não existência de um padrão de protocolo para abate *Halal* universal (ARAÚJO, 2019).

Atualmente o maior cliente mercado brasileiro de carne de frango com certificação *Halal* é a Arábia Saudita. Em 2018 foram 342.291 toneladas de carcaças inteiras exportadas para o país, e 342.291 toneladas de carne em cortes. O número de exportação se manteve alto em 2019, atingindo 332.065 toneladas de carcaças inteiras, e 136.763 toneladas de cortes (ABPA, 2020). Em março de 2018 a Autoridade Saudita de Alimentos e Medicamentos passou a exigir que os procedimentos de insensibilização fossem eliminados das plantas exportadoras de carne de frango para a Arábia Saudita no Brasil. As autoridades responsáveis argumentaram que tal procedimento não cumpre os princípios do Islã, que preconizam que os animais estejam vivos para o abate (Avicultura Industrial, 2018). Desta forma, foi criada a necessidade de novos estudos técnicos-científicos para a regulamentação da insensibilização e/ou a inserção de novas tecnologias na linha de abate que atendam os preceitos religiosos do Islã, para serem apresentadas e autorizadas pela Organização de Padrões do Golfo (GSO). A partir disso, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), por intermédio da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), em conjunto com universidades, iniciou trabalhos de pesquisa sobre a inserção de novas tecnologias na linha, e adequação dos parâmetros elétricos utilizados pelos abatedouros-frigoríficos brasileiros com certificação *Halal*.

4 OBJETIVOS

Para uma melhor explicação dos objetivos do trabalho, os mesmos foram divididos entre objetivos gerais e específicos.

4.1 Objetivo geral

Avaliar o bem-estar e a qualidade de carcaças de frangos de corte abatidos pelo método *Halal*, conforme a GSO 993/2015, e animais abatidos pelo método *Halal* submetidos à insensibilização elétrica em cuba seca logo após a sangria.

4.2 Objetivos específicos

- Avaliar indicadores de bem-estar comparando aves abatidas sem a etapa de insensibilização (pré e pós-sangria), com aves submetidas à insensibilização elétrica pós-sangria.
- Comparar a ocorrência, localização e características de lesões nas asas, pernas e peito de carcaças de frango abatidas sem a etapa de insensibilização (pré e pós-sangria), com aves submetidas à insensibilização elétrica pós-sangria.

5 MATERIAIS E MÉTODOS

Para a compreensão do estudo experimental, a metodologia utilizada foi descrita abaixo de forma detalhada.

5.1 Local de obtenção de dados

O experimento foi realizado em um abatedouro-frigorífico localizado no estado do Rio Grande do Sul, Brasil, registrado no Serviço de Inspeção Federal, com habilitação de exportação para diversos países compradores de carne com certificação *Halal*. No estabelecimento, todo o processo de sangria era realizado de forma manual por colaboradores de religião muçulmana, com equipamento e utensílios exclusivos para esse tipo de sangria de acordo com as Leis do Alcorão. A velocidade de abate registrada no dia das análises foi de 10.000 aves por hora, divididas em duas linhas.

5.2 Tratamentos

As avaliações foram realizadas em dois tratamentos distintos. O tratamento 1 (T1) foi mantido como controle, ou seja, frangos de corte tipo *griller* abatidos pelo método *Halal* tradicional, sem insensibilização prévia à sangria, e o tratamento 2 (T2) utilizado com teste, frangos de corte tipo *griller* abatidos pelo método *Halal*, com aplicação de corrente elétrica em cuba seca, imediatamente após a etapa de sangria.

5.3 Calibração do equipamento de insensibilização elétrica pós-sangria

No equipamento foi utilizada uma corrente de 190 Volts, 500 Hertz de frequência, ondas híbridas e 150 miliamperes. O tempo de retorno ao estado de consciência, quando não realizada a sangria foi de 1 minuto e 20 segundos, utilizado para a garantia de insensibilização reversível. A corrente registrada na "cuba seca" (medição *in loco*) foi de 150 V no dia do experimento.

5.4 Análises de bem-estar animal

Foram retiradas da linha de abate, de forma aleatória, 21 aves do T1 e 30 aves do T2. No tratamento controle (T1), as aves foram retiradas da linha de abate imediatamente após a sangria e os animais do T2, foram retirados da nória logo após a aplicação de descargas elétricas em todo o corpo do animal pelo equipamento de insensibilização logo após a sangria. Depois de retiradas da linha, as aves de ambos os tratamentos foram penduradas em uma nória fixa instalada dentro da sala da sangria para a execução das análises e foram cronometrados os tempos, em segundos, para a parada do movimento de bater de asas coordenado, bater de asas incoordenado, tempo em segundos para a perda de reflexos (palpebral, corneal e reflexo de retirada de membro), e tempo para a parada de movimentos respiratórios não rítmicos.

As aves foram observadas na nória fixa até apresentarem sinais de morte efetiva, tais como, ausência de movimentos respiratórios, ausência de tensão no pescoço e defecação. Logo após declarar morte efetiva das aves, foram registradas a presença ou a ausência de lesões recentes nas asas, tais como extravasamento de sangue na articulação da tulipa (uni e bilateral), extravasamento de sangue na articulação do úmero (uni e bilateral) e presença de asas quebradas com hemorragia e avaliada a qualidade da sangria, através do número de estruturas cordadas durante a sangria, as aves foram classificadas como conformes (rompimento de duas carótidas, veias jugulares, esôfago e traqueia) ou não conforme (não ruptura das estruturas anteriormente descritas).

A segunda avaliação de bem-estar animal foi realizada observando as aves em linha de abate na sala da sangria. Durante dez minutos, as carcaças da linha foram observadas e foram registrados: o percentual de aves que apresentavam asas caídas sem tremores, bater de asas coordenado, ausência de movimentos respiratórios, ausência de movimentos cloacais contínuos, sem tônus muscular no pescoço, indicadores de morte efetiva (adaptado de DEFRA, 2007) (**Tabela 4**). A observação foi realizada logo após a sangria manual, ou após as aves passarem pelo equipamento de insensibilização elétrica, no tratamento 2. Foi possível contabilizar apenas o bater de asas coordenados em ambos os tratamentos, as demais avaliações foram realizadas apenas no tratamento 2. A velocidade da linha registrada no momento da avaliação, foi de 163 carcaças/minuto, desta forma, foram avaliadas 1630 aves por parâmetro.

Tabela 4 - Padrão de conformidade para aves corretamente insensibilizadas utilizado no experimento, adaptado de DEFRA, 2007.

| Comportamento | Conforme | Não-conforme |
|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Asas junto ao corpo com tremores | Asas junto ao corpo com tremores | Asas caídas sem tremores |
| Movimentos respiratórios rítmicos | Ausente | Presente |
| Reflexo palpebral | Ausente | Presente |
| Movimento cloacal contínuo | Presente | Ausente |
| Batimento de asas | Batimento de asas sem coordenação | Batimento de asas com coordenação |

5.5 Qualidade de carcaça: avaliação macroscópica de lesões

Foram selecionadas aleatoriamente 494 carcaças da linha de abate, 247 carcaças de cada tratamento (T1 e T2). As carcaças foram retiradas da linha logo após o processo de depenagem e avaliadas individualmente para presença de lesões nas asas, pernas e peito. As lesões foram classificadas de 0 a 2 de acordo com o grau de comprometimento da carcaça, de acordo com o seguinte critério: ausência de lesões (0), presença de lesões sem condenação da parte afetada (1), ou seja, que seriam aceitas pelo controle de qualidade da empresa ou presença de lesões com condenação (2).

5.5.1 Lesões de asas avaliadas

Hemorragias na ponta das asas (uni ou bilateral): 0 - ausência de hemorragias, 1 - presença de hemorragias pequenas (menores que 1cm), aceitáveis no controle de qualidade, 2 - presença de hemorragias maiores que 1cm, classificadas como descarte.

Extravasamento de sangue nas articulações asas (rompimento de vasos): 0 - ausência de extravasamento, 1 - presença de extravasamento em 1 articulação da asa, 2 - presença de extravasamento em mais de uma articulação.

Hematoma nos músculos das asas (uni ou bilateral): 0 - ausência de hematoma, 1 - presença de hematoma com diâmetro menor que 2 cm, 2 - presença de hematoma maior que 2 cm.

Salpicamento (lesões menores que um cm e com coloração avermelhada (LUDTKE, 2008)) na asa (uni ou bilateral): 0 - ausência de salpicamento, 1 - presença de salpicamento menor que 2 cm, aceitável no controle de qualidade, 2 - presença de salpicamento maior que 2 cm, descarte.

Fratura vermelha na asa (uni ou bilateral): 0 - ausência de fratura, 1 - presença de fratura vermelha não exposta, 2 – presença de fratura vermelha exposta.

5.5.2 Lesões de pernas avaliadas

Hematoma na coxa/sobrecoxa (uni ou bilateral): 0 - ausência de hematoma, 1 - presença de hematoma com diâmetro menor que 2 cm, 3 - presença de hematoma maior que 2 cm.

Salpicamento (lesões menores que um cm e com coloração avermelhada (LUDTKE, 2008)) na coxa/sobrecoxa (uni ou bilateral): 0 - ausência de salpicamento, 1 - presença de salpicamento menor que 2 cm, aceitável no controle de qualidade, 2 - presença de salpicamento maior que 2 cm, descarte.

Perna deslocada com hematoma (uni ou bilateral): 0 - ausência de deslocamento com hematoma, 2 - presença de deslocamento com hematoma.

Perna quebrada com hematoma (uni ou bilateral): 0 - ausência de fratura com hematoma, 2 - presença de fratura com hematoma.

5.5.3 Lesão de peito avaliada

Hematoma no peito: 0 - ausência de hematoma, 1 - presença de hematoma com diâmetro menor que 2 cm, 2 - presença de hematoma maior que 2 cm.

5.6 Análises estatísticas

Os dados obtidos foram submetidos ao programa SAS (2003) para comparar as análises de variância, seguido pelo teste de comparações múltiplas de Tukey a um nível de significância de 5% ($p \leq 0,05$). Também foi utilizado o Teste de Qui-quadrado, com 95% de confiança, para verificar possíveis associações entre as variáveis categóricas, e o Teste Exato de Fischer para calcular o valor-p, ao nível de 5% de significância.

6 RESULTADOS

Ao considerar o tempo médio em segundos para a perda dos parâmetros bater de asas coordenado, bater de asas incoordenado, tempo para a perda de reflexos e movimentos respiratórios aparentes (**Tabela 5**), foi possível observar diferença estatísticas no tempo médio para a parada do movimento de bater de asas coordenado, para a perda de reflexos (palpebral, corneal e reflexo de retirada de membro) e tempo para a parada de movimentos respiratórios não rítmicos ($p \leq 0,05$). No tratamento 1, ou seja, nas aves abatidas pelo método *Halal* Tradicional, o tempo médio para a parada de bater de asas coordenado foi de 23,23 segundos, enquanto no tratamento 2 (com o uso do equipamento de insensibilização logo após a sangria) foi registrado um tempo médio de 5,5 segundos.

Além disso, as aves do tratamento 1 levaram em média, 54,33 segundos para cessarem o bater de asas incoordenado, em média 63 segundos para não apresentarem reflexos e 57 segundos para a parada de movimentos visíveis de respiração. Já no tratamento 2, foram registrados valores médios de 56,76 segundos para a parada do movimento de bater de asas incoordenado, 56,76 para os reflexos e 66,43 para a parada da respiração. Não houve diferença significativa ($p \geq 0,05$) no tempo médio de parada do bater de asas incoordenado (T1: 54,22 segundos; T2: 58,43 segundos).

Tabela 5 - Tempo em segundos para a perda dos parâmetros bater de asas coordenado e incordenado, reflexos (corneal, pupilar e retirada de membro), e movimentos respiratórios não rítmicos nos diferentes tratamentos (T1 e T2).

| Tratamentos | | Bater de asas coordenado | Bater de asas incordenado | Reflexos | Movimento respiratório não rítmico |
|--|----------------|-----------------------------|------------------------------|--------------------|---------------------------------------|
| T1 - Abate Halal | T médio | 23,23 ^a | 54,33 ^a | 63 ^a | 57 ^a |
| N = 21 | (seg.) | | | | |
| T1 - Abate com Insen. pós-sangria | T médio | 5,5 ^b | 58,43 ^a | 56,76 ^b | 66,43 ^b |
| N=30 | (seg.) | | | | |
| | <i>p value</i> | 0,025 | 0,077 | 0,009 | 0,006 |

Reflexos: perda de reflexos palpebral, corneal e reflexo de retirada de membro.

Insen. pós-sangria: utilização de equipamento de insensibilização elétrica após a etapa de sangria.

T médio: tempo médio em segundos.

N: número amostral avaliado.

Médias seguidas de letras diferentes, em cada coluna, diferem estatisticamente, 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey.

P value: valor-p calculado pelo Teste Exato de Fischer, ao nível de 5% de significância.

Nos resultados das avaliações de presença ou ausência de lesões (**Tabela 6**), realizadas nas mesmas aves retiradas da linha para a mensuração do tempo necessário para a parada de parâmetros, houve associação dos tratamentos com a presença ou ausência de lesões nas asas, as variáveis não se apresentaram independentes, indicando que o tratamento controle, possui mais risco de ocorrência de lesões (14/21) do que o tratamento teste (4/30). Ainda nas avaliações realizadas nas aves selecionadas aleatoriamente da linha de abate na sala de sangria, foi observado que 61% das aves do tratamento controle (13/21) e 70% das aves do tratamento teste (21/30) foram corretamente sangradas pelos colaboradores do abatedouro-frigorífico.

Tabela 6 - Avaliação da ocorrência de lesões aparentes nas asas dos frangos de corte logo após sangria de ambos os tratamentos (T1 e T2).

| Tratamento | Ausência | Presença | Total |
|---|----------|----------|-------|
| T1 - Abate <i>Halal</i> Tradicional | 7 | 14* | 21 |
| T2 - Abate <i>Halal</i> com Insen. pós-sangria | 25* | 5 | 30 |
| Total | 32 | 19 | 51 |

Valor de P < 0,05

Valor de P < 0,05: valor-p calculado pelo Teste Exato de Fischer, ao nível de 5% de significância.

*Associação entre as variáveis categóricas teste de Qui-quadrado

Insen. pós-sangria: utilização de equipamento de insensibilização elétrica após a etapa de sangria.

Ao observar a linha de abate durante a aplicação do tratamento teste e então realizar a contagem de aves com asas caídas sem tremores, bater de asas coordenado ou com sinais de morte efetiva, tais como, ausência de tônus muscular no pescoço, ausência de movimentos respiratórios ou cloacais (**Tabela 7**), foi possível observar que apenas 2,26% das 1670 aves avaliadas apresentavam asas caídas, 18% ainda apresentavam o bater de asas coordenado e apenas 0,59% morreram logo após a passagem pelo equipamento de insensibilização elétrica em cuba seca após a etapa de sangria.

Tabela 7- Contagens visuais (%) dos parâmetros asas caídas sem tremores, bater de asas coordenado e “morte efetiva”, realizadas na sala de sangria, observando a linha de abate do tratamento com insensibilização pós-sangria (T2).

| N | Asas caídas sem tremores | Bater de Asas coordenado | Morte efetiva |
|-----------|--------------------------|--------------------------|---------------|
| 1670 | 2,26% | 18% | 0,59% |
| desv.pad. | 1,15 | 3,31 | 0 |

N: número amostral avaliado

desv.pad.: desvio padrão da média em segundos de cada parâmetro.

Morte efetiva: ausência de movimentos respiratórios, movimentos cloacais contínuos e tônus muscular no pescoço.

Só foi possível realizar a contagem visual da presença de bater de asas coordenado na linha de abate do tratamento controle, devido ao intenso bater de asas e agitação das aves sangradas sem insensibilização. Das 1336 aves avaliadas do tratamento 1, 82,87% apresentavam coordenação no movimento, enquanto apenas 18,07% das 1670 aves avaliadas

no tratamento teste, apresentam o parâmetro avaliado, havendo diferença estatística entre os tratamentos ($p \leq 0,05$) (**Tabela 8**).

Tabela 8 - Avaliação visual (%) do número de aves com bater de asas coordenado após a sangria nos diferentes tratamentos, Abate Halal Tradicional e Abate Halal com Insensibilização a pós a sangria (T1 e T2, respectivamente).

| Tratamento | Média (%) | Desvio padrão (%) | N amostral |
|---|--------------------|-------------------|------------|
| T1 - Abate <i>Halal</i> Tradicional | 82,87 ^a | 5,65 | 1336 |
| T2 - Abate <i>Halal</i> com Insen. pós-sangria | 18,07 ^b | 3,31 | 1670 |

N amostral: número amostral avaliado.

Insen. pós-sangria: utilização de equipamento de insensibilização elétrica após a etapa de sangria.

Médias seguidas de letras diferentes, em cada coluna, diferem estatisticamente, 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey.

A partir dos dados apresentados na **Tabela 9**, podemos verificar se há ou não independência entre os tratamentos e o grau de severidade das lesões (ausente, presente sem condenação, ou presente com condenação do corte), ou seja, se existe associação entre as variáveis considerando 5% de significância. Não foi encontrada associação entre os tratamentos e a presença de lesões como hemorragia na ponta da asa unilateral, extravasamento de sangue uni e bilateral, hematoma na asa uni e bilateral, salpicamento unilateral e fratura vermelha bilateral. Houve associação entre o tratamento 1 e a presença de hemorragia na ponta da asa bilateral (grau 1: 20/247; grau 2: 33/247), mostrando que no abate *Halal* sem insensibilização dos animais, há mais risco de haver grau 2 (lesão com condenação) do que no tratamento 2, com insensibilizadas após a etapa de sangria (grau 2: 4/247). A ocorrência de hemorragia na ponta da asa grau 1, está associada com do uso do equipamento de insensibilização testado no experimento (32/247). Também foi possível observar associação (Valor $P < 0,05$) entre a presença de extravasamento de sangue unilateral grau 1 (16/247) e grau 2 (27/247), salpicamento (petéquias) bilaterais com condenação (83/247) e sem condenação (40/247) e o abate pelo método *Halal* tradicional (controle). Além disso, houve relação entre as variáveis presença de salpicamento nas asas grau 1 (83/247) e o uso de correntes elétricas após a sangria. A presença de fratura vermelha unilateral nas asas, independente do grau (grau 1: 12/247; grau 2: 14/247), está associada com abate de frangos de corte sem insensibilização, método *Halal*.

Tabela 9 - Classificação macroscópica de lesões aparentes nas asas de frangos de corte de ambos os tratamentos (T1 e T2).

| Hemorragia na ponta unilateral | | | | |
|--|-----|-----|-----|-------|
| Classificação da lesão | 0 | 1 | 2 | Total |
| T1 - Abate Halal Tradicional | 219 | 17 | 11 | 247 |
| T 2 - Abate Halal com Insen. Pós-sangria | 224 | 19 | 4 | 247 |
| Total | 443 | 36 | 15 | 494 |
| Valor de P > 0,05 | | | | |
| Hemorragia na ponta bilateral | | | | |
| Classificação da lesão | 0 | 1 | 2 | Total |
| T1 - Abate Halal Tradicional | 194 | 20 | 33* | 247 |
| T 2 - Abate Halal com Insen. Pós-sangria | 211 | 32* | 4 | 247 |
| Total | 405 | 52 | 37 | 494 |
| Valor de P < 0,05 | | | | |
| Extravasamento de sangue unilateral | | | | |
| Classificação da lesão | 0 | 1 | 2 | Total |
| T1 - Abate Halal Tradicional | 204 | 16 | 27 | 247 |
| T 2 - Abate Halal com Insen. Pós-sangria | 240 | 1 | 6 | 247 |
| Total | 444 | 17 | 33 | 494 |
| Valor de P < 0,05 | | | | |
| Extravasamento de sangue bilateral | | | | |
| Classificação da lesão | 0 | 1 | 2 | Total |
| T1 - Abate Halal Tradicional | 237 | 1 | 9 | 247 |
| T 2 - Abate Halal com Insen. Pós-sangria | 245 | 0 | 2 | 247 |
| Total | 482 | 1 | 11 | 494 |
| Valor de P > 0,05 | | | | |
| Hematoma unilateral | | | | |
| Classificação da lesão | 0 | 1 | 2 | Total |
| T1 - Abate Halal Tradicional | 218 | 15 | 14 | 247 |
| T 2 - Abate Halal com Insen. Pós-sangria | 231 | 9 | 7 | 247 |
| Total | 449 | 24 | 21 | 494 |
| Valor de P > 0,05 | | | | |
| Hematoma bilateral | | | | |
| Classificação da lesão | 0 | 1 | 2 | Total |
| T1 - Abate Halal Tradicional | 241 | 2 | 4 | 247 |
| T 2 - Abate Halal com Insen. Pós-sangria | 246 | 1 | 0 | 247 |

| | | | | |
|--|-----|-----|-----|-------|
| Total | 487 | 3 | 4 | 494 |
| Valor de P > 0,05 | | | | |
| Salpicamento unilateral | | | | |
| Classificação da lesão | 0 | 1 | 2 | Total |
| T1 - Abate Halal Tradicional | 208 | 31 | 8 | 247 |
| T 2 - Abate Halal com Insen. Pós-sangria | 225 | 17 | 5 | 247 |
| Total | 433 | 48 | 13 | 494 |
| Valor de P > 0,05 | | | | |
| Salpicamento bilateral | | | | |
| Classificação da lesão | 0 | 1 | 2 | Total |
| T1 - Abate Halal Tradicional | 124 | 40 | 83* | 247 |
| T 2 - Abate Halal com Insen. Pós-sangria | 143 | 83* | 21 | 247 |
| Total | 267 | 123 | 104 | 494 |
| Valor de P < 0,05 | | | | |
| Fratura vermelha unilateral | | | | |
| Classificação da lesão | 0 | 1 | 2 | Total |
| T1 - Abate Halal Tradicional | 221 | 12* | 14* | 247 |
| T 2 - Abate Halal com Insen. Pós-sangria | 243 | 3 | 1 | 247 |
| Total | 464 | 15 | 15 | 494 |
| Valor de P < 0,05 | | | | |
| Fratura vermelha bilateral | | | | |
| Classificação da lesão | 0 | 1 | 2 | Total |
| T1 - Abate Halal Tradicional | 245 | 1 | 1 | 247 |
| T 2 - Abate Halal com Insen. Pós-sangria | 247 | 0 | 0 | 247 |
| Total | 492 | 1 | 1 | 494 |
| Valor de P > 0,05 | | | | |

0: ausência de lesão

1: presença de lesão aceitável pelo controle de qualidade da empresa.

2: presença de lesão com características de condenação pelo programa de qualidade.

Abate *Halal* com Insen. pós-sangria: utilização de equipamento de insensibilização elétrica após a etapa de sangria.

Valor de P < 0,05: valor-p calculado pelo Teste Exato de Fischer, ao nível de 5% de significância.

*Associação entre as variáveis categóricas teste de Qui-quadrado

Nos resultados das avaliações e categorizações das lesões de hematoma unilateral, perna deslocada com hematoma e perna quebrada com hematoma de ambos os tratamentos, houve hipótese nula, as variáveis mostraram-se independentes, ou seja, os diferentes tratamentos não estão relacionados com essas lesões (**Tabela 10**). Foi observada relação entre o tratamento controle, com a presença de hematoma bilateral nas pernas grau 1 (22/247) e grau 2 (19/247), havendo mais risco de frangos de abatidos pelo método *Halal* tradicional apresentarem tal lesão,

do que animais insensibilizados, mesmo que a insensibilização seja realizada após a etapa de sangria (grau1: 7/247; grau 2: 3/247).

Tabela 10 - Classificação macroscópica de lesões aparentes nas pernas dos frangos de corte de ambos os tratamentos (T1 e T2).

| Hematoma unilateral | | | | |
|--|-----|-----|-------|-------|
| Classificação da lesão | 0 | 1 | 2 | Total |
| T1 - Abate Halal Tradicional | 193 | 36 | 18 | 247 |
| T 2 - Abate Halal com Insen. Pós-sangria | 203 | 27 | 17 | 247 |
| Total | 396 | 63 | 35 | 494 |
| Valor de P > 0,05 | | | | |
| Hematoma bilateral | | | | |
| Classificação da lesão | 0 | 1 | 2 | Total |
| T1 - Abate Halal Tradicional | 206 | 22* | 19* | 247 |
| T 2 - Abate Halal com Insen. Pós-sangria | 237 | 7 | 3 | 247 |
| Total | 443 | 29 | 22 | 494 |
| Valor de P < 0,05 | | | | |
| Perna deslocada com hematoma | | | | |
| Classificação da lesão | 0 | 2 | Total | |
| T1 - Abate Halal Tradicional | 247 | 0 | 247 | |
| T 2 - Abate Halal com Insen. Pós-sangria | 245 | 2 | 247 | |
| Total | 492 | 2 | 494 | |
| Valor de P > 0,05 | | | | |
| Perna quebrada com hematoma | | | | |
| Classificação da lesão | 0 | 2 | Total | |
| T1 - Abate Halal Tradicional | 247 | 0 | 247 | |
| T 2 - Abate Halal com Insen. Pós-sangria | 244 | 3 | 247 | |
| Total | 491 | 3 | 494 | |
| Valor de P > 0,05 | | | | |

0: ausência de lesão

1: presença de lesão aceitável pelo controle de qualidade da empresa.

2: presença de lesão com características de condenação pelo programa de qualidade.

Abate *Halal* com Insen. pós-sangria: utilização de equipamento de insensibilização elétrica após a etapa de sangria.

Valor de P < 0,05: valor-p calculado pelo Teste Exato de Fischer, ao nível de 5% de significância.

*Associação entre as variáveis categóricas teste de Qui-quadrado.

As variáveis da **Tabela 11** são independentes entre si, não houve associação entre os tratamentos e a presença de hematoma no peito das aves (grau 1 do T1: 5/247; grau 2 do T1: 2/247) (grau 1 do T2: 2/247; grau 2 do T2: 4/247).

Tabela 11 - Classificação macroscópica de hematoma aparentes no peito dos frangos de corte de ambos os tratamentos (T1 e T2).

| Hematoma | | | | |
|--|-----|---|---|-------|
| Classificação da lesão | 0 | 1 | 2 | Total |
| T1 - Abate Halal Tradicional | 239 | 5 | 3 | 247 |
| T 2 - Abate Halal com Insen. Pós-sangria | 241 | 2 | 4 | 247 |
| Total | 480 | 7 | 7 | 494 |
| Valor de P > 0,05 | | | | |

0: ausência de lesão

1: presença de lesão aceitável pelo controle de qualidade da empresa.

2: presença de lesão com características de condenação pelo programa de qualidade.

Abate *Halal* com Insen. pós-sangria: utilização de equipamento de insensibilização elétrica após a etapa de sangria.

Valor de P < 0,05: valor-p calculado pelo Teste Exato de Fischer, ao nível de 5% de significância.

*Associação entre as variáveis categóricas teste de Qui-quadrado

7 DISCUSSÃO

Para que o abate de animais de produção seja considerado eficiente, é importante tanto a garantia de inconsciência, quanto o tempo levado para alcançá-la. O abate sem insensibilização pré-sangria pode ser considerado humanitário, desde que o animal atinja o estado de hipovolemia rapidamente, diminua o aporte de oxigênio no cérebro, e desta forma, alcance o estado de inconsciência e analgesia (GREGORY, 2007). Além disso, ao alcançar o estado de inconsciência, os animais param de realizar movimentos voluntários, diminuindo o risco de ocorrer lesões por movimentos intensos de bater de asas e agitação das pernas na nória.

A perda de capacidade das aves de realizar o movimento de bater de asas é importante para o processamento de abate, pois o movimento intenso das asas pode acarretar em fraturas, hematomas, rompimento de vasos e outras lesões (LAMBOOIJ, 2014). Durante o experimento, as aves foram retiradas de forma aleatória da linha de abate logo após a sangria, e colocadas em uma nória fixa para acompanhar a perda de parâmetros. Ao observar o tempo médio em segundos para a parada do movimento de bater de asas coordenado, pôde-se observar que as aves não insensibilizadas (T1) apresentaram um tempo mais longo para perda do movimento, sendo registrada uma média de 23,23 segundos, enquanto as aves insensibilizadas após a sangria (T2) ainda possuíam capacidade de bater as asas por apenas 5,5 segundos médios. Além disso, 12 das 30 aves observadas do tratamento teste (40%) já não apresentavam movimentos voluntários ao serem retiradas da linha, enquanto o tempo mínimo observado para a perda do parâmetro no T1 foi de 12 segundos.

Como apresentado anteriormente na **Tabela 5**, não houve diferença estatística ($p \geq 0,05$) no tempo de parada de movimentos incoordenados nas asas entre os tratamentos. O bater de asas incoordenado não é um bom indicador de inconsciência e insensibilidade, pois não é possível distinguir espasmos musculares compatíveis com sensibilidade de contrações musculares involuntárias (ANIL, 1991), desta forma, o fato dos tratamentos não diferirem, não significa que houve piora ou melhora no bem-estar das aves abatidas. Já a ausência de reflexos, como o corneal, palpebral e o reflexo de retirada de membros, são os indicadores de insensibilidade mais utilizado no campo (LAWTON, 1996), desta forma, o tratamento com insensibilização elétrica após a etapa de sangria, apresentou o menor tempo para a perda dos reflexos corneal, palpebral e de retirada de membro ($p \leq 0,05$), ou seja, o menor tempo para atingir a insensibilidade, e perda da função cerebral.

A presença de movimentos respiratórios aparentes foi mais longa nas aves insensibilizadas após a sangria (66,43 segundos, em média) quando comparados com as aves do tratamento controle (57 segundos), esses resultados podem estar relacionados com a eficiência da sangria realizada, pois a não secção completa das duas carótidas, veias jugulares, traqueia e esôfago podem aumentar o tempo necessário para a morte por hipovolemia (CHEMAN e SAZILI, 2010). A técnica de insensibilização elétrica pós sangria, com a utilização do bastão torácico em bovinos, é utilizada para aumentar a eficiência da sangria e diminuir o tempo para a morte efetiva (ANIL et al., 1995), mas tais resultados não foram observados na utilização de correntes elétricas em cuba seca, aplicadas em todo o corpo de frangos de corte após a etapa de sangria.

Foi possível observar associação ($p \leq 0,05$) entre o tratamento controle e a avaliação de presença ou ausência de lesões, tais como, extravasamento de sangue na articulação da tulipa (uni e bilateral), extravasamento de sangue na articulação do úmero (uni e bilateral) e presença de asas quebradas, mostrando que o método *Halal* tradicional possui mais risco de apresentar lesões pela intensa movimentação durante o período agônico, após a degola de animais conscientes (Tabela 6). Além disso, ao comparar os resultados encontrados nas contagens visuais da presença do movimento de bater de asas coordenado na linha de abate, foi possível observar que, das 1336 aves observadas no tratamento controle, 82,87% apresentavam o parâmetro, com sinais claros de agitação e vocalização, enquanto apenas 18,07% das 1670 aves avaliadas do tratamento teste apresentavam movimento rítmicos, havendo diferença estatística entre os tratamentos ($p \leq 0,05$).

Ao observar a linha de abate, a maioria das aves insensibilizadas após a sangria apresentavam-se imóveis ou apenas com movimentos de tremores das asas junto ao corpo (concordando com parâmetros de eficiência da insensibilização descritos por DEFRA, 2007). Além disso, o equipamento facilitou a operação dos colaboradores durante a sangria, os animais não sangrados eram observados mais facilmente pelos colaboradores. Diminuiu o ruído na sala, causado pelo intenso bater de asas e agitação das aves durante o período agônico e pela vocalização das aves no tratamento controle.

Os parâmetros de acompanhamento da eficiência de equipamentos de insensibilização descritos por DEFRA (2007), foram adaptados para então realizar o diagnóstico da ineficiência do equipamento testado. Diagnóstico necessário para avaliar se a utilização do equipamento de insensibilização atende aos princípios do abate *Halal*, entre eles, a necessidade que o óbito dos

animas seja por hipovolemia após a jugulação cruenta. Para isso, foi contabilizado o número de aves que apresentavam asas caídas sem tremores e sinais de morte efetiva logo após o equipamento de insensibilização, tais como ausência de movimentos cloacais rítmicos, movimentos respiratórios, ausência de tensão no pescoço e quaisquer tipos de movimentos, voluntários e involuntários. Das 1670 aves observadas, 2,26% apresentavam asas caídas sem tremores, e 0,59% apresentaram sinais de morte efetiva logo após o equipamento.

Houve associação entre o abate sem insensibilização, e a presença de lesões nas asas como hemorragia na ponta da asa bilateral com condenação (grau dois), extravasamento de sangue unilateral grau um e dois, salpicamento bilateral com condenação e presença de fratura vermelha unilateral, havendo mais risco de as lesões estarem presentes no abate pelo método *Halal* tradicional. A ocorrência de lesões aparentes nas asas, principalmente lesões com a necessidade de condena total ou parcial do membro, pode estar relacionado com o intenso bater de asas após a sangria de animais conscientes (MENDES, 2015). Durante a coleta de dados, foi possível observar agitação intensa dos animais quando comparado com animais submetidos às correntes elétricas após a sangria.

O tratamento teste está relacionado com a ocorrência de lesões nas asas características com hemorragia na ponta da asa grau 1 e salpicamento nas asas grau 1, ambas aceitáveis pela inspeção sanitária nas linhas de inspeção e pelo controle de qualidade da empresa. Os aparecimentos de tais lesões são considerados tecnopatias comuns na linha de abate de frangos de corte insensibilizados através de correntes elétricas (DEFRA, 2007), e já são consideradas aceitáveis pelo controle de qualidade e consumidores. O avermelhamento na ponta da asa e petéquias nos músculos, possuem relação com o aumento brusco na pressão intravascular causada pelas descargas elétricas da insensibilização, que causam ruptura de pequenos vasos sanguíneos (LAMBOOIJ, 2014).

Em relação às lesões de perna, apenas foi observada associação entre o tratamento controle e a presença de hematoma bilateral grau um e dois, indicando que animais abatidos sem insensibilização possuem maior prevalência de apresentar tal lesão. O aparecimento de hematomas nas pernas pode estar relacionado com a movimentação dos animais e a pressão das pernas contra a nória, pois os hematomas foram encontrados principalmente no local onde encontravam-se os ganchos de pendura (MENDES, 2015).

8 CONCLUSÕES

Após o comunicado da Autoridade Saudita de Alimentos e Medicamentos em 2018, que vetou a flexibilização do uso de equipamentos de insensibilização elétrica, houve a necessidade de estudos para a inserção de novas tecnologias que atendam os preceitos do Islã e auxiliem as empresas a manterem a velocidade da linha de abate alta (Avicultura Industrial, 2018). O equipamento testado na presente pesquisa, respeita as exigências religiosas pois tem como característica não causar a parada cardiorrespiratória nem dano cerebral permanente, considerado um método reversível de insensibilização. Testes realizados em frangos de corte tipo *griller*, mostraram que a atividade cerebral retorna após um minuto e 30 segundos da aplicação de descargas elétricas, além disso, o equipamento garantiu o estado de inconsciência e insensibilidade.

Foi observado que, animais abatidos pelo método *Halal* sem insensibilização, demoram mais tempo para perder a consciência por hipovolemia. Mostrando que o uso de descargas elétricas, pode aumentar a qualidade do bem-estar das aves, diminuindo o tempo de consciência e agitação dos animais após a degola.

Os movimentos bruscos de asas e pernas na linha de abate podem causar lesões nas aves, sendo indicativos de ineficiências no bem-estar, além de trazerem problemas de qualidade nas carcaças. Ao inserir o equipamento de insensibilização na linha de abate, houve diminuição no número de lesões condenáveis pelo controle de qualidade da empresa tais como, hemorragia na ponta da asa bilateral, extravasamento de sangue dos vasos nas articulações das asas, salpicamento nos músculos das asas bilateral e fratura vermelha unilateral.

A presença de lesões ocasiona perdas econômicas diretas no abate de animais de produção, mas seu impacto econômico na produção de carne de frango para o mercado *Halal* pode ser ainda maior, pois o produto exportado é constituído principalmente por carcaças inteiras e sem miúdos, pesando entre 600 e 1500 gramas. Desta forma, o corte de pedaços impossibilita a exportação da carcaça de acordo com o padrão do mercado, e a comercialização do produto em cortes é dificultada pelo fato da carcaça ser menor que o padrão brasileiro, não sendo bem aceito no mercado interno e destinando-se para o processo industrial. A inserção da etapa de insensibilização elétrica após sangria em abates sem uso de insensibilização pré-sangria, contribui na qualidade de carne, diminui perdas quantitativas de produção e

econômicas, além de aumentar a qualidade do bem-estar das aves abatidas para mercados religiosos.

REFERÊNCIAS

- ALAYASH, A. I., *et al.* Redox Reactions of Hemoglobin and Myoglobin: Biological and Toxicological Implications. **Antioxidants & Redox Signaling**, v. 3, n. 2, p. 313–327, 2001.
- AL-QARADAWI, Y. **The lawful and the prohibited in Islam**. *In*: Al-Halal Wal Haram Fil Islam (Ed.). Indianapolis: American Trust Publications, 1960.
- ALTMAN, R. Avian anesthesia. **Compendium on Continuing Education for the Practising Veterinary**, v. 2, p. 38-42, 1980.
- ALTMAN, R. Twenty years of progress in avian anesthesia and surgery. **Animal Welfare Forum: Pet Bird Welfare**, New York, v. 212, n. 8, Apr. 1998.
- ANIL, M. H. Studies on the return of physical reflexes in pigs following electrical stunning. **Meat Science**, Bristol, v. 30, n. 1, p. 13-21, Jul. 1990.
- ARAÚJO, H. S. Assembling halal meat and poultry production in Brazil: Agents, practices, power and sites. **Geoforum**, Brasília, p. 220-228, Jan. 2019.
- ASGHAR, A., *et al.* Effect of salt on myoglobin derivatives in the sarcoplasmic extract from pre- and post-rigor beef in the presence or absence of mitochondria and microsomes. **Meat Science**, Michigan, v. 27, p. 197–209, Jul. 1989.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. **Anuário 2020**. Associação Brasileira de Proteína Animal. Disponível em: < <https://abpa-br.org/relatorios/>>. Acesso em: 25 de set. 2020.
- BARASH, P. G., *et al.* Clinical Anesthesia. **British Journal of Anaesthesia**, Philadelphia, v. 97, n. 1, p. 121, Jul. 2009.
- BRAMBELL REPORT. Report of the Technical Committee to enquire into the welfare of animals kept under intensive livestock husbandry systems. **Brambell Report**, London, 1965.
- BRASIL apresenta estudos técnicos sobre abate de frango para a Arábia Saudita. **Revista Avicultura Industrial**, Redação, 27 de mar. 2018. Disponível em: < <https://www.aviculturaindustrial.com.br/imprensa/brasil-apresenta-estudos-tecnicos-sobre-abate-de-frango-para-arabia-saudita/20180327-150820-a396>>. Acesso em 22 de julho de 2020.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa 3 de 17 de Janeiro de 2000. Regulamento técnico de métodos de insensibilização para o abate humanitário de animais de açougue. **Diário Oficial [da] União**, Brasília DF, 17 jan. 2000.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Portaria N° 210 de novembro de 1998. Regulamento técnico da inspeção tecnológica e higiênico-sanitária. **Diário Oficial [da] União**, Brasília DF, 10 nov. 1998.

CERTIFICADO KOSHER. **Em que consiste o certificado Kosher**. 2019. Disponível em: < <https://certificadokosher.com.br/kosher/>>. Acesso em: 6 de jun. de 2020.

CHE MAN, Y.B. & SAZILI, A. Q. **Food production from the halal perspective**. *In*: Handbook of Poultry Science and Technology: Primary Processing. Isabel-Guerrero-Legarreta (Ed.) New Jersey: John Wiley & Sons, 2010, v. 1, p. 183-215.

COENEN, A. M. L., *et al.* Remote monitoring of electroencephalogram, electrocardiogram, and behavior during controlled atmosphere stunning in broilers: Implications for welfare. **Poultry Science**, Glasgow, v. 88, n. 1, p. 10-19, Aug. 2008.

CONFEDERAÇÃO ISRAELITA DO BRASIL (CONIB). Judaísmo no Brasil. **Confederação Israelita do Brasil**, 2019. Disponível em: < <https://www.conib.org.br/historia/>>. Acesso em 25 de set. 2020.

CRAIG, E., *et al.* The effects of antemortem electrical stunning and postmortem electrical stimulation on biochemical and textural properties of broiler breast meat. **Poultry Science** [S.L.], Athens, v. 78, n. 3, p. 490-494, Mar. 1999.

CROFT, P. G. The photomotor reflex as an indicator of consciousness in the immobilized dog. **Journal of Small Animal Practice**, London, v. 2, p. 206-214, 1961.

DALY, C. C. The use of alternative electrical frequencies for stunning of livestock before religious slaughter. **Animal Welfare at Ritual Slaughter**, Berlin, p. 77-84, 2005.

DALY, C. C., *et al.* Cortical function in cattle during slaughter: Conventional captive bolt stunning followed by exsanguination compared with shechita slaughter. **Veterinary Record**, v. 122, n. 14, p. 325-329, Apr. 1988.

DEPARTMENT FOR ENVIROMENT, FOOD AND RURAL AFFAIRS (DEFRA). **The welfare of poultry at slaughter or killing**. London, 2007. P. 75. Available from:

<<http://www.defra.gov.uk/publications/2011/06/10/pb13539-welfare-poultryslaughter/>>.

Access em: 4 Jun. 2019.

DEVINE, C. E. Electroencephalographic studies of adult cattle associated with electrical stunning, throat cutting and carcass electro-immobilisation. **New Zealand Veterinary Journal**, v. 34, p. 210–213, 1986.

ERASMUS, M. A., *et al.* Measures of insensibility used to determine effective stunning and killing of poultry. **Journal of Applied Poultry Research**, [S.L.], v. 19, n. 3, p. 288-298, Set. 2010.

EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY. Welfare aspects of the main systems of stunning and killing the main commercial species of animals. **European Food Safety Authority Journal**, v. 45, p. 1-29, 2004.

EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY. The welfare aspects of the main systems of stunning and killing applied to commercially farmed deer, goats, rabbits, ostriches, ducks, geese and quail. **European Food Safety Authority**, v. 326, p. 1-18, Jan. 2006.

EUROPEAN UNION COUNCIL. Regulamento (CE) n° 1099 de 24 de Setembro de 2009 relativo à proteção dos animais no momento da occisão. **Jornal Oficial da União Europeia**, 24 set. 2009.

FAROUK, M. M. Advances in the industrial production of halal and kosher red meat. **Meat Science**, Hamilton, v. 95, n. 4, p. 805–820, Apr. 2013.

FAROUK, M. M., *et al.* Halal and kosher slaughter methods and meat quality: A review. **Meat Science**, Hamilton, v. 98, p. 505-519, Jun. 2014.

FAROUK, M. M., *et al.* Industrial halal meat production and animal welfare: A review. **Meat Science**, v.120, p. 60-70, Hamilton, 2016.

FRASER, D. Animal ethics and animal welfare science: Bridging the two cultures. **Applied Animal Behaviour Science**, Vancouver, v. 65, n. 3, p. 171–189, 1999.

FRENCH, J. D., MAGOUN, H. W. Effects of chronic lesions in central cephalic brain stem of monkeys. **Archives of Neurology and Psychiatry**, Long Beach, v. 68, p. 591-604, Nov. 1952.

GRANDIN, T. Observations of cattle restraint devices for stunning and slaughtering. **Animal Welfare**, Ford Collins, v. 1, n. 2, p. 85-90, May 1992.

GRANDIN, T. Effect of animal welfare audits of slaughter plants by a major fast food company on cattle handling and stunning practices. **Journal of American Veterinary Medical Association**, Schaumburg, v. 216, n. 6, P. 848-851, 2000.

GREGORY, N. G. The Physiology of Electrical Stunning and Slaughter. **Humanely Ending the Life of Animals Symposium**, Hertfordshire, 1986.

GREGORY, N. G., S. B. WOTTON. An evaluation of the effectiveness of handheld stunners for stunning chickens. **Veterinary Record**, v. 126, p. 290-291, 1990.

GREGORY, N.G., *et al.* Effect of electrical stunning frequency on ventricular fibrillation, downgrading and broken bones in broilers, hens and quails. **British Veterinary Journal**, Langford, v. 147, n.1, p. 71-77, May. 1991.

GREGORY, N. G. Welfare and Hygiene during pre-slaughter handling. **Meat Science**. Barking, v. 43, p. 35-46, 1996.

GREGORY, N.G. Recent concerns about stunning and slaughter. **Meat Science**, Hatfield, v. 70, n. 3, p. 481-491, May. 2005.

GREGORY, N.G., GRANDIN, T. **Animal Welfare and Meat Production**. 2. ed. Wallingford: CABI Publishing, 2007. p. 213-226.

GREGORY, N. G., *et al.* Arrested blood flow during false aneurysm formation in the carotid arteries of cattle slaughtered with and without stunning. **Meat Science**, v. 90, n. 2, p. 368-372, Jul. 2012.

GRUNERT, K.G. What's in a steak? A cross-cultural study on the quality perception of beef. **Food Quality and Preference**, Haslegaardsvej, v. 8, n. 3, p. 157-174, 1997.

HAWKINS, P. Laboratory birds: Refinements in husbandry and procedures. **Laboratory Animals**, New York, v. 35, p. 1-163, Oct, 2001.

HIGUCHI, H., *et al.* Suppression of the hyperpolarization-activated inward current contributes to the inhibitory actions of propofol on rat CA1 and CA3 pyramidal neurons. **Neuroscience Research**, Shikata-cho, v. 45, n. 4, p. 459-472, Apr, 2003.

HINDLE V. A., *et al.* Electrical waterbath stunning of poultry. Rapport 200: an evaluation of the present situation in Dutch slaughterhouses and alternative electrical stunning methods. **Animal Science Group**, Wageningen, 2009.

HSA. Electrical Waterbath Stunning of Poultry. **Humane Slaughter Association**, Brewhouse, n. 7, 2015 Available from: <<https://www.hsa.org.uk/downloads/hsagn7electricalwaterbathpoultry1.pdf>>. Access: 25 Set. 2020.

INMETRO. Inmetro e a certificação Halal. **Secretaria Geral**, 2018. Disponível em: <<https://asmetro.org.br/portalsn/2018/02/07/inmetro-e-a-certificacao-halal/>>. Acesso 6 de jun. de 2020.

INTERNATIONAL ASSOCIATION FOR THE STUDY OF PAIN. Pain terms: A list with definitions and notes on usage. **International Association for the Study of Pain**, v. 6, p. 249-252, 1979.

IZIDORO, B. T., *et al.* O abate de frangos pelo método kosher: definições, conjuntura de mercado e perspectivas de estudo. **Veterinária e Zootecnia**, Botucatu, v. 19, n. 3, p. 274-282, set. 2012.

JARVIS, A. M., COCKRAM, M. S. Effects of handling and transport in bruising of sheep sent directly from farms to slaughter. **Veterinary Record**, London, v. 135, n. 11, p. 523-527, 1994.

KIRKWOOD, J. K., HUBRECHT, R. Animal consciousness, cognition and welfare. **Animal Welfare**, South Mimms, v. 10, n. 3, p. 5-17, Feb. 2001.

LAMBOOIJ, E., *et al.* The effects of captive bolt and electrical stunning, and restraining methods on broiler meat quality. **Poultry Science**, v. 78, p. 600-607, 1999.

LAMBOOIJ, E., *et al.* Evaluation of head-only electrical stunning for practical application: assessment of neural and meat quality parameters. **Poultry Science**, Lelystad, v. 89, n. 12, p. 2551-2558, Set. 2010

LAMBOOIJ, E., *et al.* Head-cloaca controlled current stunning: assessment of brain and heart activity and meat quality. **British Poultry Science**, Lelystad, v. 53, n. 2, p. 168-174, Apr. 2012.

LAMBOOIJ, E., *et al.* Cone restraining and head-only electrical stunning in broilers: effects on physiological responses and meat quality. **Poultry Science**, Lelystad, v. 93, n. 3, p. 512-518, 2014.

LAMBOOIJ, E., HINDLE, V. **Electrical stunning of poultry**. In: Mench, J.A. (Ed) Food Science, Technology and Nutrition – Advances in Poultry Welfare, 2018. Woodhead Publishing, Elsevier, Duxford, p. 77-98.

LAWTON, M. P. C. **Anaesthesia**. In: Manual of Psittacine Birds (Ed.). Iowa: Iowa State University Press, 1996. p. 49–50

LINDSLEY, D. B., *et al.* Behavioral and EEG changes following chronic brain stem lesions in the cat. **Clinic Neurophysiol**, Chicago, v. 2, p. 483-498, 1950.

LINES, J.A., *et al.* Head-only electrical stunning of poultry using a water bath: a feasibility study. **British Poultry Science**, Bristol, v. 52, n. 4, p. 432-438, Aug. 2011.

LUDTKE, C. B. *et al.* **Abate Humanitário de aves**. 1. Ed. Rio de Janeiro: WSPA, 2010.

McKEEGAN, D.E.F., *et al.* Controlled atmosphere stunning of broiler chickens: II. Effects on behaviour, physiology and meat quality in a commercial processing plant. **British Poultry Science**, Hertfordshire, v. 48, n. 4, p. 430-442, Aug. 2007.

MENDES, A. A. **Rendimento e qualidade da carcaça de frangos de corte**. In: Conferência APINCO de ciência e tecnologia avícolas. Campinas, 2001. Anais. Campinas: FACTA, 2001. P 79-99.

MENDES, P. V. C. **Cortisol sanguíneo e qualidade de carcaças de frangos abatidos pelo método Halal ou com insensibilização por eletronarcose**. 2015. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Unesp, Jaboticabal, 2015.

MENSE, S. Basic neurobiologic mechanisms of pain and analgesia. **The American Journal of Medicine**, Kiel, v. 75, p. 4-14. Nov. 1983.

MOHAN RAJ, A. B., *et al.* Effect of carbon dioxide stunning on somatosensory evoked potentials in hens. **Research in Veterinary Science**, v. 49, p. 355-359, 1990.

MORUZZI, G., MAGOUN, H.W. Brain stem reticular formation and activation of the EEG. **Electroencephalography and Clinical Neurophysiology**, [S.L.], v. 1, n. 1-4, p. 455-473, Jan. 1949.

NAKYINSIGE, K., *et al.* Stunning and animal welfare from Islamic and scientific perspectives. **Meat Science**, Selangor, v. 95, n. 2, p. 352-361, Apr. 2013.

OIE. Guidelines for the slaughter of animals. **World Organisation for Animal Health**, Terrestrial Animal Health Code, Appendix 3.7.5, 2007.

OIE. Terrestrial Animal Health Code. **World Organisation for Animal Health**, Paris, v. 1, p. 332-382, 2011. Available from:
<http://www.oie.int/index.php?id5169&L50&htmfile5titre_1.7.htm>. Access: 25 Set. 2020.

PARVIZI, J., DAMASIO, A. R. Neuroanatomical correlates of brainstem coma. **Brain**, Iowa, v. 126, n. 7, p. 1524–1536, Jun, 2003.

RAJ, M., TSERVENI-GOUSHI, A. Stunning methods for poultry. **World's Poultry Science Journal**, Cambridge, v. 56, n. 4, p. 291-304, Dec. 2000.

RAJ, M., O'CALLAGHAN, M. Effects of electrical water bath stunning current frequencies on the spontaneous electroencephalogram and somatosensory evoked potentials in hens. **British Poultry Science**, Langford, v. 45, n. 2, p. 230-236, Apr. 2004.

REGENSTEIN, J. M., CHAUDRY, M. A brief introduction to some of the practical aspects of the practical aspects of the kosher and halal laws for the poultry industry. **Poultry meat processing**, p. 409-428, 2001.

REGENSTEIN, J. M., *et al.* The kosher and Halal Food Laws. **Food Science and Food Safety**, v. 2, n. 3, p. 111-127, Apr. 2003.

SABOW, A. B., *et al.* A comparison of bleeding efficiency, microbiological quality and lipid oxidation in goats subjected to conscious halal slaughter and slaughter following a minimal anaesthesia. **Meat Science**, v. 104, p. 78-84, Feb. 2015.

SAIBA tudo sobre os abates halal e kosher. **Revista Globo Rural**, Redação, 7 set. 2017.

Disponível em:

<<https://revistagloborural.globo.com/Noticias/Criacao/Boi/noticia/2017/09/saiba-tudo-sobre-os-abates-halal-e-kosher.html#:~:text=O%20Brasil%20exporta%20carne%20kosher,foi%20de%20US%24%2073%2C104%20milh%C3%B5es>>. Acesso em: 25 de outubro de 2020.

SALAMANO, G., *et al.* Acceptability of electrical stunning and post-cut stunning among Muslim communities: A possible dialogue. **Society & Animals**, Leiden, v. 21, p. 443-458, 2013.

SATO, D. **Medida da corrente elétrica de frequência híbrida no cérebro de frangos de corte para fins de insensibilização**. 2016. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, USP, Pirassununga, 2016.

SIMMONS, N.J., DALY, C.C. Electrical stunning of sheep: principles and auditing methods. **Meat New Zealand Milestone Report**, Wellington, n. 24, 2004.

STARZL, T. E., *et al.* Ascending conduction in reticular activating system, with special reference to the diencephalon. **American Physiological Society**, Chicago, v. 14, n. 6, p. 461-477, Dec. 1951.

STRITCH, S. J. Diffuse degeneration of the cerebral white matter in severe dementia following head injury. **Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry**, Oxford, v. 19, n. 3, p. 163-185, 1956.

THOMPSON, J. M., *et al.* Beef quality grades as determined by Korean and Australian consumers. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 48, n. 11, p. 1380–1386, 2008.

THOMPSON, L. D., *et al.* Tenderness and physical characteristics of broiler breast fillets harvested at various times from post-mortem electrically stimulated carcasses. **Poultry Science**, Gainesville, v. 66, n. 7, p. 1158–1167, Aug. 1986.

VELARDE, A., *et al.* Effect of electrical stunning on meat and carcass quality in lambs. **Meat Science**, v. 63, n. 1, p. 35–38, Jan. 2003.

WIJDICKS, E. F. M. Determining brain death in adults. **Neurology**, Rochester, v. 45, n. 5, p. 1003-1011, May. 1995.

WILKINS, L. J., *et al.* Effectiveness of different electrical stunning regimens for turkeys and consequences for carcass quality. **British Poultry Science**, Bristol, v. 40, n. 4, p. 478-484, Feb. 1999.

YAQOOB, A. **Ma'ayee Al Halal Wal Haram**. Jakarta, v. 138, 2010.

ZAMAN, R., *et al.* Effects of different methods of slaughtering on protein expression in chicken meat. **IIUM Engineering Journal**, v. 13, n. 1, p. 27–34, 2012.