

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**IDENTIFICAÇÃO DE BOVINOS COM MARCA A FOGO:
CARACTERIZAÇÃO, EFICIÊNCIA DE MANEJO, IMPACTOS NO
BEM-ESTAR ANIMAL E ALTERNATIVAS À PRÁTICA**

**Jaira de Oliveira
Médica Veterinária**

2022

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**IDENTIFICAÇÃO DE BOVINOS COM MARCA A FOGO:
CARACTERIZAÇÃO, EFICIÊNCIA DE MANEJO, IMPACTOS NO
BEM-ESTAR E ALTERNATIVAS À PRÁTICA**

Jaira de Oliveira

**Orientador: Prof. Dr. Mateus J. R. Paranhos da Costa
Coorientador: Dr. Tiago da Silva Valente**

**Dissertação de mestrado apresentada à
Faculdade de Ciências Agrárias e
Veterinárias - Unesp, Câmpus de
Jaboticabal, como parte das exigências
para obtenção do título de Mestra em
Zootecnia.**

2022

O48i	Oliveira, Jaira de Identificação de bovinos com marca a fogo: caracterização, eficiência de manejo, impactos no bem-estar animal e alternativas à prática / Jaira de Oliveira. -- Jaboticabal, 2022 43 p. : tabs., fotos Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal Orientador: Mateus Rodrigues Paranhos da Costa Coorientador: Tiago da Silva Valente 1. Bem-estar animal. 2. Produção de bovinos. 3. Zootecnia de precisão. 4. Marca a fogo. 5. Sistemas de identificação por radiofrequência. I. Título.
------	--

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

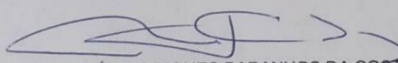
TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: IDENTIFICAÇÃO DE BOVINOS COM MARCA A FOGO: CARACTERIZAÇÃO, EFICIÊNCIA DE MANEJO, IMPACTOS NO BEM-ESTAR E ALTERNATIVAS À PRÁTICA

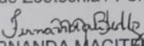
AUTORA: JAIRA DE OLIVEIRA

ORIENTADOR: MATEUS JOSÉ RODRIGUES PARANHOS DA COSTA

COORIENTADOR: TIAGO DA SILVA VALENTE

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em ZOOTECNIA, pela Comissão Examinadora:


Prof. Dr. MATEUS JOSÉ RODRIGUES PARANHOS DA COSTA (Participação Virtual)
Departamento de Zootecnia / FCAV UNESP Jaboticabal


Prof. Dra. FERNANDA MACITELLI BENEZ (Participação Virtual)
Universidade Federal do Mato Grosso/UFMT / Sinop/MT


Dra. JANAÍNA DA SILVA BRAGA (Participação Virtual)
BEA Consultoria e Treinamento na Produção Animal Ltda - Sacramento, MG

Jaboticabal, 29 de julho de 2022

DADOS CURRICULARES DA AUTORA

Jaira de Oliveira nasceu em Araraquara no Estado de São Paulo no dia 23 de fevereiro de 1997. Em 2015 ingressou no curso de Bacharelado em Medicina Veterinária da Universidade Federal da Fronteira Sul- UFFS *campus* Realeza-PR, obtendo o título de Médica Veterinária em agosto de 2020. Ingressou no Grupo de Bem-estar animal como estagiária em 2015 participando e desenvolvendo trabalhos de pesquisa e extensão na área de bem-estar e comportamento, seu trabalho de conclusão de curso foi voltado para bem-estar de cães. Ingressou no Grupo de Pesquisas em Etologia e Ecologia Animal (ETCO) como estagiária em janeiro 2020. Em setembro de 2020 iniciou curso de mestrado em Zootecnia no Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, dedicando-se a área de Bem-estar e Comportamento de animais domésticos.

Dedicatória

Dedico aos meus pais: Marinisa, Jairo (*in memoriam*) e ao meu afilhado Otto.

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus por me conceder força e saúde durante todo o processo de trabalho e aprendizado.

Agradeço aos meus pais por terem acreditado e apostado em mim desde sempre, em especial por terem me dado valores, me ensinado a ter respeito pelo próximo, por acreditarem em mim até mesmo quando eu não acreditei e me mostrarem que o conhecimento ninguém tira de mim. Pai, nossos sonhos estão tomando forma!

Agradeço ao meu irmão Jader por também me mostrar que podemos chegar em lugares inimagináveis e que o estudo é uma ferramenta poderosa, você é gigante! Agradeço minha cunhada Paloma por todo apoio nos momentos mais difíceis.

Agradeço em especial ao meu sobrinho e afilhado Otto por ser nosso bálsamo, por me ensinar todo dia o que é o amor. Didi ama você.

Agradeço ao meu namorado Ismael por todo apoio dado durante esse processo desde o emocional até a escrita, pela paciência nos dias difíceis, por ser tão compreensível e cuidadoso com meus problemas e inseguranças, por ter escolhido compartilhar momentos tão importantes e especiais da vida comigo, que possamos crescer juntos cada dia mais. Eu te admiro como pessoa, como profissional, amigo e como meu companheiro, você é incrível, amo tu!

Agradeço ao meu tio Luciano, por todo apoio financeiro que me deu quando ingressei no sonho de realizar o mestrado, eu nunca vou me esquecer do que fez por mim. Obrigada por se fazer tão presente mesmo distante, o senhor é um segundo pai, obrigada por compartilhar comigo esse amor paterno que eu guardo com tanto carinho, o senhor mora no meu coração! Agradeço também a minha tia Dilsa por sempre me dar tanto carinho ao chegar em sua casa, levo a tia em meu coração!

Agradeço ao meu orientador Prof. Mateus Paranhos por ter me dado a chance de trabalhar com ele, por todos os ensinamentos tão sábios, por todo apoio e dedicação na execução da minha pesquisa, agradeço por cada oportunidade que o senhor me dá. Hoje me sinto muito honrada e sortuda por ser sua orientada, fico mais encantada pela área de bem-estar cada vez que escuto o senhor falar, obrigada por me apresentar a força que nossa ciência tem, o senhor é uma inspiração!

Deixo aqui meu agradecimento também ao meu coorientador Dr. Tiago da Silva Valente, por toda atenção dada ao meu trabalho e por seus ensinamentos.

Agradeço a minha amiga e irmã colombiana Mariana Parra, que dividiu casa, dividiu vida, alegrias e problemas comigo por 2 anos, que me ajudou em um período super difícil e que me ensinou a arte da paciência, nesse período você foi minha amiga, confidente e que eu quero ter para sempre na minha vida.

Me sinto sortuda pelo meu caminho ter cruzado o teu e eu ter aprendido tanto em tão pouco tempo, te amo Marianita.

Meu muito obrigada especial aos meus amigos do mestrado, em especial a Mayara Andrioli, você foi minha primeira mentora no meu estágio e que hoje é minha amiga de vida, que sorte a minha! Te amo amiga! Agradeço meu amigo João Vitor que também me ensinou muito sobre coletas a campo no meu estágio e muito sobre humildade, você é fera brother! Vocês dois marcaram meu período de estágio!

Agradeço todos os meus amigos de Rincão em especial aqueles que mostraram ser meus amigos em todos momentos: Natalia, Thaina, Taisa, Juninho Botelho e Alexia, levo vocês no meu coração com minhas melhores lembranças! Amo cada um de um jeito especial! Mesmo eu me ausentando em diversos momentos vocês nunca me abandonaram! Amo vocês!

Agradeço a todos meus amigos do grupo ETCO pelo apoio e parceria diária, em especial ao Joseph por toda contribuição na minha coleta de dados, paciência e por todo ensinamento nas minhas análises estatísticas, a pesquisa precisa de pessoas como você amigo! Agradeço também a Júlia por diariamente compartilhar seu carinho e riso tão amoroso de mamãe comigo todos os dias principalmente nos dias ruins, você faz diferença. Agradeço a Ana Flávia que também se tornou minha amiga que está sempre pronta pra ajudar, pra se divertir e pra tomar um cafezinho juntas, você é incrível. Todos vocês são muito especiais!

Meu muito obrigada a Carmen Perez e seu marido por terem aberto as portas de suas fazenda para minha pesquisa, recebendo toda a equipe tão bem. Agradeço todos os vaqueiros e funcionários das fazendas visitadas, o trabalho de vocês é lindo e sem vocês nada disso seria possível.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Enfim, agradeço a todos que estão presentes na minha vida nessa fase tão difícil e cheia de incerteza, mas que é um dos meus sonhos! Meu muito obrigada!

Com carinho, Jaira

Sumário

ABSTRACT	
CAPÍTULO 1 – Considerações Gerais	1
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	2
2.1 Identificação dos bovinos	2
2.2 Marca a fogo.....	4
2.2.1 Regulamentação.....	5
2.3 Impactos da marca a fogo no bem-estar animal e o conceito de <i>One welfare</i>	6
2.4 Ações para a redução da marca a fogo	9
CAPÍTULO 2 - Marca a fogo em bovinos de corte: caracterização do processo, eficiência de manejo e implicações no bem-estar humano e animal.....	10
1 INTRODUÇÃO.....	10
2 OBJETIVOS.....	11
3 MATERIAL E MÉTODOS	11
3.1 Etapa 1: caracterização da marcação a fogo	11
3.2 Etapa 2: eficiência do método de identificação	14
3.3 Análise estatística	15
4 RESULTADOS	17
4.1 Etapa 1: Caracterização da marca a fogo	17
4.2 Etapa 2: Eficiência do método de identificação.....	20
5 DISCUSSÃO.....	23
5.1 Caracterização da marca a fogo	23
5.2 Eficiência do método de Identificação	28
6 CONCLUSÕES.....	29
CAPÍTULO 3 - Considerações finais	30
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	32

**IDENTIFICAÇÃO DE BOVINOS COM MARCA A FOGO:
CARACTERIZAÇÃO, EFICIÊNCIA DE MANEJO, IMPACTOS NO BEM-
ESTAR ANIMAL E ALTERNATIVAS À PRÁTICA**

RESUMO: Os objetivos com este estudo foram caracterizar o processo de marcação a fogo e avaliar seus impactos no bem-estar de bovinos de corte, nas condições laborais dos trabalhadores rurais envolvidos nesse processo e na eficácia desse processo. O estudo foi conduzido em duas etapas, sendo a primeira uma caracterização do processo de marcação a fogo, quando 37 bezerros da raça Nelore com aproximadamente 8 meses de idade foram marcados a fogo. Foram realizadas as seguintes medidas: 1) o tempo gasto para a aplicação de cada um dos dígitos da marca a fogo, 2) as temperaturas (°C) superficiais da pele dos animais sobre o local do posicionamento da marca e dez centímetros acima deste, estas últimas medidas (realizadas com câmera termográfica, sendo realizadas no dia da aplicação da marca a fogo e nos quatro dias subsequentes) e 3) o nível de ruídos (dB). Para avaliar o tempo para a aplicação de cada dígito da marca foi registrado se as aplicações das marcas foram realizadas pegando um único ferro de marcar de cada vez (marcação individual, MI) ou pegando dois ferros ao mesmo tempo (marcação múltipla, MM), considerando também as situações em que foram aplicadas duas marcas ou mais ao mesmo tempo, sem retornar o ferro de marcar ao flambador (nos casos em que a identificação do bezerro tinha números repetidos). Foram registradas ainda as ocorrências de reaplicação das marcas. A segunda etapa do estudo foi conduzida em dois dias, utilizando 94 e 97 vacas adultas, respectivamente, para avaliar a eficiência na identificação, registrando-se os erros de identificação e o tempo para identificar as vacas comparando as leituras feitas nas marcas a fogo, nos brincos visuais e nos brincos eletrônicos. Houve efeito da local da marca sobre a temperatura da pele contemplando todos os dias das medições (de d0 a d4, $p < 0,001$) e também quando não foi considerado o dia de aplicação da marca, d0 (de d1 a d4, $p < 0,001$). Também houve efeito significativo ($p < 0,001$) da interação entre os locais onde foram realizadas as medidas da temperatura da pele e os dias de avaliação, mostrando haver diferenças significativas entre os locais onde foram medidas temperaturas da pele nos dias d0 e d2 ($p < 0,05$), mas não nos dias d1, d3 e d4. Nenhum animal teve todos os dígitos marcados na condição MI. A média de tempo quando os dígitos foram realizados por MM foi de 8,6 s por dígito, para MI a média de tempo foi de 13,0 s por dígito marcado. Dos 37 animais 86% ($n = 32$) receberam pelo menos uma remarcação. Dos 296 dígitos marcados, 57 foram remarcados e dentre esses 80,8% (46/57) ocorreram na condição MM. A intensidade sonora durante as marcações apresentou um aumento médio de 43% decibéis no nível de ruído durante o manejo com o flambador aceso em comparação com o apagado. Na análise de eficiência em ambos os dias de manejo, o método de identificação eletrônico foi tempo de leitura significativamente menor que o da marca a fogo ($p < 0,001$) e do brinco visual ($p < 0,001$). Houve menos erros de leitura da identificação individual de cada vaca quando utilizada a identificação eletrônica (perda do brinco) em comparação com a marca a fogo e com brinco

visual (1,0% vs.17,5% vs e 2,1% vs. 12,7%, respectivamente). Com base nesses resultados concluímos que o uso de brinco eletrônico se apresenta como o melhor método para identificação dos bovinos, dada sua maior eficiência quanto ao tempo de leitura e confiabilidade da identificação. Além disso, seu uso combinado com outros métodos de identificação menos dolorosos, como a tatuagem e o brinco visual, oferece a possibilidade de substituição da marca a fogo, que tem um impacto muito negativo no bem-estar animal.

Palavras chaves: brincos de identificação, controle de rebanhos, identificação eletrônica, zootecnia de precisão.

IDENTIFICATION WITH HOT-IRON IN THE CATTLE: CHARACTERIZATION, MANAGEMENT EFFICIENCY, IMPACTS ON ANIMAL WELFARE AND ALTERNATIVES TO PRACTICE

ABSTRACT: The aims of this study were to characterize the hot iron branding process and to assess its impacts on the working conditions and the welfare of the animals, and its effectiveness of this process. The study was carried out in two stages, the first being a characterization of the hot iron branding process, when 37 Nellore calves with approximately 8 months of age were hot branded. The following measurements were performed: 1) time spent to apply each one of the digits of the hot iron brand, 2) skin temperature ($^{\circ}\text{C}$, by using a thermographic camera) at the location of the hot iron brand positioning and ten centimeters above (these measurements were carried out on the day of branding (d0) and during the four subsequent days (d1-d4)) and 3) noise level (dB). To assess the time spent for the application of each digit of the hot iron brand, it was recorded whether the applications of the brands were carried out by taking a single hot iron at a time (individual marking, MI) or taking two irons at the same time (multiple marking, MM), it was also considered the situations in which three marks or more were applied at the same time, without returning the iron to the heaters (in cases where the calf identification had repeated numbers). The occurrences of reapplication of the hot iron branding were also recorded. In the second stage two groups of cows ($n = 94$ and 97) were used to assess the efficiency of three methods used for individual identification, by recording: 1) the time spend to identify each cow when using hot iron brand, visual ear tags and electronic ear tags, and 2) the identification errors. These assessments were carried out during a routine of cows weighing. Skin temperature was higher when measured on the hot iron brand when considering all assessment days (from d0 to d4, $p < 0.001$) and also when the d0 was not considered (from, d1 to d4 $p < 0.001$). There was also a significant effect ($p < 0.001$) of the interaction between the locations where the skin temperatures were taken and the assessment days, showing significant differences between the locations on days d0 and d2 ($p < 0.05$), but not on days d1, d3 and d4. No animal had all digits marked with MI. The average time when the digits were performed by MM was 8.6 s per digit, for MI the average time was 13.0 s per digit. Most of the calves ($n = 32/37$, 86%) had at least one brand-reapplication and, of the 296 digits branded, 57 were rebranded, and among these, 80.8% (46/57) occurred in the MM condition. The sound intensity showed an average increase of 43% in the noise level (Db), when the heater was on fire compared to off. In the analysis of efficiency in both days of handling, the electronic identification method had a significantly shorter reading time than the hot iron brand ($p < 0.001$) and the visual tag ($p < 0.001$). There were fewer errors in reading the individual identification of each cow when using electronic identification (loss of the ear tag) compared with the hot brand and with visual earring (1.0% vs. 17.5% vs. and 2.1% vs. .12.7%, respectively). Based on these results, we concluded that the use of electronic ear tag is the best method for cattle identification, given its greater efficiency in terms of reading time and identification reliability. In addition, its use combined with other less painful identification methods, such as tattooing and visual ear tags, offers the possibility of replacing the hot iron brand, which has a higher negative impact on animal welfare.

Keywords: precision livestock, herd control, electronic identification, livestock ID tags.

Lista de Figuras

Figura 1 - Pintura tebana que retrata a marcação a ferro quente do gado no Antigo Egito (Fonte: PAES, 2012).	4
Figura 2 - Flambadores a gás utilizados para aquecer os marcadores de aço inox	12
Figura 3- Posicionamento das marcas a fogo e locais onde a temperatura da pele medidas sobre (estrela) e fora da marca (círculo) foram tomadas.	12
Figura 4 - Representação esquemática de como foi feito o registro da identificação animal.	15
Figura 5 – Medianas das temperaturas sobre a marca (SM) e fora da marca (FM) considerando os dias de d0 a d4 (a) e sobre a marca (SM) e fora da marca (FM) a partir do d1 após a aplicação da marca (b). ****p < 0.001.....	17
Figura 6 - Mediana e respectivos intervalos de confiança das temperaturas da pele sobre a marca (SM) e fora da marca (FM) a fogo em função dos dias de avaliação.	18
Figura 7 - Porcentagens de animais com pelo menos um dígito remarcado e não remarcados com marca a fogo.....	19
Figura 8 – Níveis de intensidade sonora com o flambador apagado e aceso durante o manejo de identificação de bovinos com aplicação de marcas a fogo.	20
Figura 9 –Porcentagens de falhas e sucessos na identificação dos animais em função do método de identificação utilizado e do dia de manejo.	21

CAPÍTULO 1 – Considerações Gerais

1 INTRODUÇÃO

Sistemas de produção de bovinos de corte são definidos como “todos os sistemas de produção comercial de bovinos destinado à produção de carne, nos quais os propósitos da operação incluem algumas ou todas as seguintes etapas: a reprodução, criação e terminação de bovinos destinado ao abate para consumo de carne” (WOAH, 2021). Dentro dos manejos realizados em um sistema de produção de bovinos está a identificação, que pode ser classificada como natural (por exemplo, cor da pelagem, chifres, impressões digitais) ou artificial (marcas realizadas pelo manejador) e também em função de sua permanência no animal, sendo identificações definitivas ou temporárias (CAJA *et al.*, 2004).

O código sanitário de animais terrestres da Organização Mundial de Saúde Animal (WOAH, 2021), no item V do tópico “3. Manejo” diz que “[...] do ponto de vista do bem-estar animal os brincos, cortes na orelha, tatuagem, marca a frio e dispositivos de identificação eletrônicos são os métodos preferidos para a identificação dos bovinos de corte [...]”. Todavia, no Brasil não há regulamentação que proíba a utilização da marca a fogo como método de identificação.

Um dos sistemas de identificação definitivo é a marca a fogo, uma técnica utilizada há milhares de anos e que consiste na colocação de marcas de identificação permanentes na pele do animal, causada por uma queimadura que destrói os folículos pilosos no local de sua aplicação (NEWMAN, 2007).

Quando se fala em práticas com animais domésticos, os animais de produção são os que mais sofrem dor em função de alguns manejos utilizados na rotina de sua criação, pois raramente recebem tratamentos com anestésicos e analgésicos. Além disso, são submetidos a diversos procedimentos que tem impacto negativo em seu bem-estar, muitos dos quais são questionados quanto a sua necessidade ou forma com que são realizados (LUNA, 2008).

A falta de informações sobre o processo de marcação a fogo em bovinos no Brasil, aliado a exigências legais relacionadas ao status sanitário do rebanho brasileiro (BRASIL, 1965) ou mesmo a marcação de animais de raça pura em

programas de melhoramento genético (p.ex., ABCZ, 2020) é uma importante lacuna de conhecimento no que tange o bem-estar animal e humano.

Dessa forma, objetivo desse estudo foram: (1) caracterizar o processo de marcação fogo em bovinos de corte, identificando pontos críticos e potenciais impactos no bem-estar animal; (2) avaliar a eficiência de substitutos a essa prática dolorosa, validando alternativas menos invasivas aos animais e trabalhadores.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2020) mostram que o efetivo do rebanho brasileiro é de aproximadamente 218 milhões de bovinos. Desse total, a região Centro-Oeste corresponde por 34,6% (75,4 milhões), com destaque para o estado do Mato Grosso, que possui 32,7 milhões de cabeças.

O cotidiano de trabalho nas fazendas de bovinos de corte envolve a realização de várias práticas, que variam de acordo com a fase de criação e rotina da fazenda, sendo que estas geralmente envolve situações que são consideradas como fontes inevitáveis de estresse para os bovinos, que resultam ainda em risco considerável a trabalhadores e animais (SCHMIDEK *et al.*, 2014). Mesmo que procedimentos estressantes não possam ser evitados, deve-se buscar meios para minimizá-los ou métodos alternativos para substituí-los, adotando-se os princípios de sustentabilidade (BROWN-BRANDL, 2020).

Dentre essas práticas de manejo destaca-se a identificação dos animais que muitas vezes é realizada muitas vezes durante sua vida.

2.1 Identificação dos bovinos

A identificação individual é a base para a obtenção de registro seguros sobre as ocorrências e as práticas de manejo utilizadas, durante a vida do animal. Ela envolve procedimentos essenciais para possibilitar a avaliação do desempenho do rebanho, bem como na de decisões administrativas (SCHMIDEK *et al.*, 2006) e até mesmo sanitárias, além de ser requisito essencial para os programas de melhoramento genético. Lopes (1997) destaca que um fator fundamental em qualquer sistema preciso e eficaz de identificação e

rastreamento dos animais é encontrar um identificador mensurável, coletável, distinto, inofensivo e imutável no tempo para cada animal.

Vários são os possíveis métodos adotados para a identificação de bovinos, sendo a tatuagem, o brinco de identificação (visual e eletrônico) e a marca a fogo os mais amplamente adotados no mundo todo.

A tatuagem se caracteriza por ser um método de identificação permanente e de baixo custo, sendo geralmente aplicada nos bezerros recém-nascidos, sendo indicado ser aplicada entre as duas nervuras principais do centro da orelha (SCHMIDEK *et al.*, 2014).

Os brincos visuais e eletrônicos, por sua vez, são considerados métodos não permanentes, pois há risco de perdas (SCHMIDEK *et al.*, 2014). Dentre os fatores que aumentam o risco de perda dos mesmos estão: a baixa qualidade do material utilizado, falhas no procedimento de aplicação e causas ambientais dependendo do tipo de sistema produtivo. Quando adotado o uso de materiais de boa qualidade e garantida a adoção dos procedimentos corretos de aplicação, a taxa de retenção esperada é de no mínimo 99% após um ano e de 97% após três anos (USDA/APHIS, 2019).

O brinco eletrônico tem um *transponder* integrado e utiliza um sistema de radiofrequência que conectado a uma base receptora emitem um sinal eletromagnético indicando a identificação do animal. Este sinal é recebido por um sistema de computação que confere rápida e inquestionavelmente a presença do animal naquele rebanho (GEERS, 1997). A identificação eletrônica do rebanho, comumente chamada de RFID (*Radiofrequency Identification Devices*) possui inúmeras vantagens no gerenciamento da propriedade, sendo esse sistema considerado muito superior à identificação visual com números. As principais vantagens são a eliminação de custos de trabalho (ARTMANN, 1999) e redução da leitura incorreta, de 6% para 0,1% de taxa de erro de identificação (GEERS, 1997; REIS *et al.*, 2019). As informações contidas no *transponder* são lidas através de um dispositivo leitor fixo ou portátil, dotado de um *display* de cristal líquido e/ou ligado a um computador (MACHADO; NANTES, 2004). O benefício desse sistema é que, por não precisar de fonte de alimentação (*transponder* passivo), possui dimensões pequenas e fácil de ser transportado permitindo a leitura em lugares diversos, permitindo que o *transponder* não

necessite de uma linha direta de visão com o leitor, podendo inclusive estar coberto de sujeira, no caso de brincos ou implantado sob a pele do animal (MACHADO; NANTES, 2004).

2.2 Marca a fogo

De acordo com Blancou (2001) a marca a fogo vem sendo utilizada como método de identificação desde a história antiga, entretanto, somente os animais com maior valor eram marcados ou com objetivo de identificar animais positivos para doenças infecciosas. Alguns registros indicam que a prática de criar e também de marcar a ferro quente os animais já existia no Egito antigo, onde este método era amplamente adotado com o objetivo de evitar o roubo de animais, sendo datado esse tipo de marcação há cerca de 4.000 anos (RONCATTO, 2020)

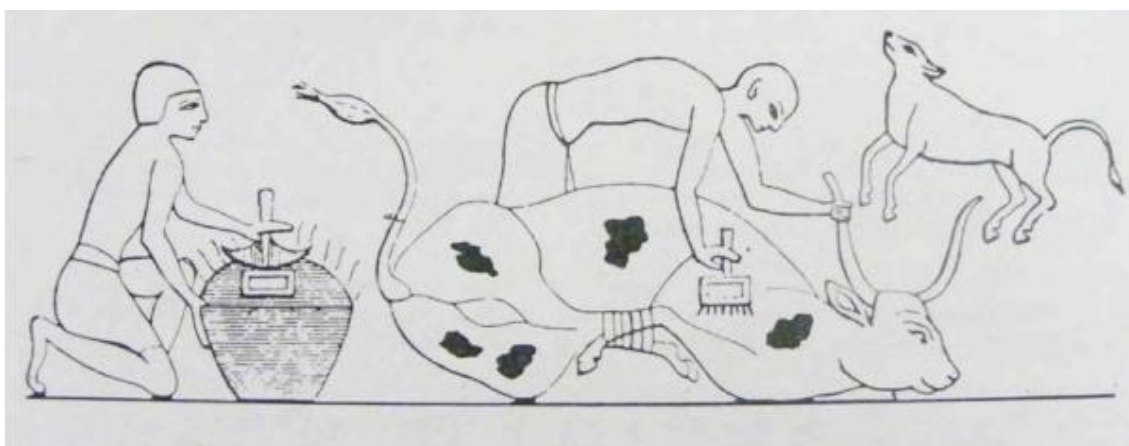


Figura 1 - Pintura tebana que retrata a marcação a ferro quente do gado no Antigo Egito (Fonte: PAES, 2012).

A chegada dessa prática de identificação de bovinos no Brasil se deu ainda durante o início da colonização. De acordo com Roncatto (2020) Portugal já utilizava esse método de identificação, que continuou a ser utilizada e disseminada no Brasil colônia. Desde então deu-se início a então a chamada “cultura do gado” junto com a ocupação de terras no sertão nordestino, tendo a marcação a fogo como um elemento cultural e com o reconhecido processo doloroso de “ferrar o gado” (PAES, 2012).

Atualmente, a marca a fogo é reconhecida como um dos métodos de identificação animal oficial em países como Brasil e Estados Unidos, sendo obrigatória em alguns programas de controle sanitário e em algumas

associações de criadores, não só de bovino de corte, mas também bovinos leiteiros (BRASIL, 2017; APHIS/USDA, 2018, ABCZ, 2020).

2.2.1 Regulamentação

Apesar de ser um método de identificação amplamente utilizado pelos produtores de bovinos a regulamentação quanto ao uso da marca a fogo como identificação é antiga, sendo estabelecida pela lei no 4.714, de 29 de junho de 1965 (BRASIL, 1965). O artigo primeiro da referida lei menciona: “O gado bovino só poderá ser marcado a ferro candente na cara, no pescoço, junto à inserção da cauda e nas regiões situadas abaixo de uma linha imaginária ligando as articulações fêmuro-rótulo-tibial e úmero-rádio-cubital, de sorte a preservar de defeitos a parte do couro de maior utilidade”. Assim, a preocupação que deu origem a esta lei se restringiu a questão econômica, relacionada com a perda de valor do couro, não levando em conta a questão do bem-estar animal.

A marcação a fogo além de ser dolorosa para os animais, oferece risco aos trabalhadores. É recomendado que nos casos em que a marca é estritamente necessária, que a mesma não seja realizada por pessoas inexperientes. Isso se dá principalmente porque situações adversas aumentam a taxa de marcações erradas e difíceis de serem lidas no futuro. Além disso, recomenda-se que os equipamentos de manejo estejam em boa condição, em quantidade suficiente para a realização do processo de identificação e que os ferros de marcar tenham 8 a 11 cm de diâmetro de acordo com a lei no 4.714 de 29 de junho de 1965 (BRASIL, 1965).

Atualmente o Programa Nacional de Controle e Erradicação da Brucelose e da Tuberculose Animal (PNCEBT), instituído pela Instrução Normativa (IN) nº 02/2001 do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento e regulamentado pela IN_SDA nº 10/2017 (BRASIL, 2017), tem como objetivo de reduzir os impactos negativos dessas zoonoses na saúde humana e animal, além de promover a competitividade da pecuária brasileira. O PNCEBT traz a obrigatoriedade da realização da identificação de fêmeas bovinas vacinadas contra brucelose utilizando-se ferro candente ou nitrogênio líquido, no lado esquerdo da face. As fêmeas imunizadas com vacinas produzidas a partir da amostra B19 devem ser marcadas com o último algarismo do ano de vacinação (p.ex., fêmeas vacinadas em 2019 devem ser marcadas com “9”, no lado

esquerdo da face), e as fêmeas vacinadas com vacina não indutora de anticorpos aglutinantes (RB51) devem ser marcadas apenas com “V” no lado esquerdo da face.

A Associação Brasileira de Criadores de Zebu (ABCZ), a exemplo de outras associações de criadores, também define o uso da marca a fogo para a identificação e registro de animais. O animal recebe na perna direita a série alfabética (sigla do criador), o número de RGN (Registro Genealógico de Nascimento, ABCZ, s/d) e a logomarca da ABCZ (caranguejo), esta última aplicada apenas pelo técnico da ABCZ (ABCZ, 2020). Além disso, produtores que possuam o Certificado de Controle de Genealogia (CCG) para cruzamento entre zebuínos, e tenham animais oriundos de cruzamentos devem identificar com marca a fogo os mesmos até a idade de desmame. A marcação é feita com marca a fogo na perna direita do animal, somente por um técnico da ABCZ. Ainda, no caso do CCG os animais recebem na paleta direita “PC” que significa “Puro Controlado” e nos animais que são registrados como “Puros por Avaliação” recebem “PA” na paleta esquerda (ABCZ, 2020).

2.3 Impactos da marca a fogo no bem-estar animal e o conceito de *One welfare*

Sendo um dos principais métodos de identificação de bovinos no Brasil, a marca a fogo é um processo bastante invasivo a saúde animal, causando uma lesão cutânea por queimadura e posterior formação de cicatriz no local (PEREIMA *et al.*, 2011). Além disso, esse método de identificação não oferece completa segurança quanto a correta identificação do animal, uma vez que diversos fatores podem afetar a qualidade e legibilidade da marca a fogo (AURICH *et al.*, 2012).

Nesse contexto se faz necessário entender o processo de identificação dos bovinos e o impacto negativo gerado no animal em função do uso da marca a fogo. A pele é um órgão que separa o meio interno ao meio externo e a integridade cutânea é fundamental para manter o equilíbrio hidroeletrolítico, flexibilidade, proteção e lubrificação da superfície, além de possuir uma função importante no sistema sensorial (TOUSSAINT; SINGER, 2014).

De maneira geral as queimaduras ocorrem quando há aplicação de energia térmica em uma velocidade maior do que o tecido cutâneo consegue absorver e

dissipar (GUO *et al.*, 2020). Na marcação a fogo preconiza-se que o aspecto visual do ferro de marcação deve estar em uma coloração “vermelho quente” distribuindo a pressão uniformemente sobre a área a ser marcada. Dessa forma, deve ser uma prática de rápida execução que leva a ocorrência de uma queimadura, e que por vezes há necessidade de remarcação no mesmo local (NEWMAN, 2007).

A cura de qualquer lesão cutânea, seja ela por rompimento tecidual ou por queimadura, passa por um processo de cicatrização dividido em cinco etapas: inflamação, proliferação celular, formação do tecido de granulação, contração e remodelamento da ferida (TOLLESON *et al.*, 2019). Por definição a dor em uma sensação penosa, desagradável, produzida pela excitação de terminações nervosas sensíveis a esses estímulos, e classificada de acordo com o seu lugar, tipo, intensidade, periodicidade, difusão e caráter. 2- uma experiência sensitiva e emocional desagradável associada, ou semelhante àquela associada, a uma lesão tecidual real ou potencial (DESANTANA *et al.*, 2020). Da mesma maneira dos outros sentidos, a dor tem um sistema neuronal próprio chamado de sistema nociceptivo (ARAÚJO, 2020).

Na ferida por queimaduras há dois tipos de processos envolvidos: o primeiro tem a função de informar que os estímulos ambientais agredem a integridade física do animal (lesões químicas, térmicas ou mecânicas) que se refere a dor nociceptiva, e o segundo informa essa disfunção orgânica, como exemplo, substâncias liberadas localmente de células neuronais e não neuronais no momento da lesão (ADCOCK; TUCKER, 2018a). Esses mediadores inflamatórios incluem prostaglandinas, serotonina, histamina, bradicinina, citocinas, quimosinas, prótons, purinas e fatores neurotróficos, todos os quais atuam direta ou indiretamente para aumentar a resposta nociceptiva. Ambos os processos estão presentes na ocorrência de dor, que permanece somente enquanto houver a lesão (ARAÚJO, 2020; MCINTYRE *et al.*, 2016). Assim, sensação de dor não ocorre exclusivamente somente no local da lesão, provocando uma sensação de ardência em volta da lesão que é caracterizada como hiperalgesia secundária que é a dor na região que circunda a lesão tecidual (KESSLER *et al.*, 2020; MCINTYRE *et al.*, 2016).

Dentro da ciência do bem-estar animal há um método sistemático, estruturado e abrangente para avaliação do bem-estar dos animais, conhecido como os “5 domínios do bem-estar animal”, o modelo considera quatro domínios referentes aos estados internos ou físico-funcionais do animal, sendo eles “Nutrição” (Domínio 1), “Ambiente” (Domínio 2), “Saúde” (Domínio 3) e “Comportamento” (Domínio 4). O comprometimento dos domínios físicos (Domínios 1 a 4) é usado para avaliar quaisquer experiências afetivas associadas ao domínio “Mental” (Domínio 5) (MELLOR; REID, 1994).

A utilização da marca a fogo afeta negativamente principalmente o domínio 3 (saúde) através da queimadura provocada pela marca, dependendo de quantas marcas o animal recebe e como evolui o processo de cura dessas feridas a utilização da marca a fogo como método de identificação pode ter impacto também sobre o comportamento do animal, alterando padrão de caminhada e até uma diminuição da ingestão de alimentos por diminuição do tempo de pastejo ou número de idas ao cocho em função do processo doloroso. A sensação dolorosa, juntamente com medo gerado pelo manejo de identificação comprometem o domínio 5 (estados mentais). Assim, utilizar como método de identificação a marca a fogo compromete a integridade de mais de um domínio prejudicando o nível de bem-estar dos animais submetidos a esse tipo de prática.

O conceito de *One Welfare* reconhece as interconexões entre o bem-estar animal, o bem-estar humano e o meio ambiente, a utilização desse conceito na rotina de campo dentro da fazenda ajuda a promover a melhora interdisciplinar para melhorar o bem-estar humano e animal, compreendendo como a alteração, redução ou até mesmo retirada de determinadas práticas podem melhorar a qualidade de vida não só dos animais, mas também das pessoas envolvidas em cada processo (PINILLOS *et al.*, 2016).

2.4 Ações para a redução da marca a fogo

A introdução de novas ferramentas ou técnicas no gerenciamento das fazendas podem modernizar diversas etapas da produção animal, como manejo da alimentação, a promoção da saúde, do bem-estar animal e da preservação ambiental (VALLE; PEREIRA, 2019). Cada vez mais os produtores rurais precisam da identificação animal como forma integrada a gestão da atividade, realizando o registro de dados produtivos e de manejo, possibilitando a avaliação do desempenho e da higidez sanitária do rebanho, além de contribuir para a tomada de decisões gerenciais. Com aumento da produtividade há cada vez mais uma maior quantidade de informações com confiabilidade e segurança. A garantia da veracidade das informações coletadas é fundamental para o sucesso da produção animal. Assim, a utilização de novas tecnologias de informação pode auxiliar positivamente a tomada de decisão dos (AMARAL; SOUZA, 2015).

A identificação eletrônica garante uma maior segurança nas informações, pois reduz os erros de leitura e de registro das mesmas, uma vez que a informação é passada diretamente do transponder (no interior do brinco) para o display digital ou computador (MACHADO; NANTES, 2004). Outra vantagem desse método de identificação é que permite interligar outras ferramentas práticas de manejo ao sistema, como as balanças. Assim, os animais que passam pelo tronco de contenção são automaticamente identificados, pesados e contados, sem que seja necessário qualquer auxílio externo ou interferência humana. Com isso, são eliminados os erros de identificação, pesagem e contagem, assim como os erros nas anotações quando se realiza a leitura visual (BOTEGA et al., 2008). Dentro das opções dos métodos de identificação permanente e de fácil realização pode-se combinar com o brinco eletrônico a utilização da tatuagem, caso o animal perca o brinco terá sua identificação permanente na orelha para poder receber outro brinco com a correspondente identificação.

CAPÍTULO 2 - Marca a fogo em bovinos de corte: caracterização do processo, eficiência de manejo e implicações no bem-estar humano e animal.

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, a utilização de marcação a fogo para identificação de propriedade iniciou-se ainda no período colonial, principalmente com o objetivo de identificação de propriedade. Posteriormente seu uso foi ampliado, sendo usada também para a identificação individual de cada animal, informar mês e ano de nascimento do animal e com o objetivo de caracterizar uma condição sanitária do rebanho ou do animal, além outros aspectos considerados importantes pelos produtores e instituições de controle zootécnico (PAES, 2012). Por exemplo, na bovinocultura de corte, as bezerras são marcadas a fogo na face quando vacinadas contra brucelose, assim como os animais positivo para esta doença também recebem uma marca a fogo na face, como exigido pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento do Brasil (BRASIL, 2017).

Durante o manejo de aplicação da marca a fogo preconiza-se que o ferro ou aço inoxidável seja aplicado sobre a superfície cutânea do animal por 2 a 3 segundos, distribuindo a pressão uniformemente sobre a área a ser marcada (NEWMAN, 2007). Apesar da exposição do ferro quente ser rápida, ela resulta em uma queimadura de segundo ou terceiro grau na pele (LAYCOCK et al., 2013), deixando uma marca permanente.

Além de desencadear um processo inflamatório, a marca também provoca alterações no comportamento dos bovinos por conta do processo doloroso (MARTIN et al., 2022), como descrito por Müller et al. (2019) que relataram os seguintes comportamentos: orelhas voltadas para trás, narinas dilatadas, abertura da boca e elevação medial e lateral das sobrancelhas, que demonstraram significativa associação com a presença do estímulo doloroso marcação a ferro quente.

Mesmo existindo um consenso sobre os efeitos negativos da marca a ferro quente no bem-estar dos bovinos, muitos animais ainda são marcados utilizando essa técnica no Brasil e em vários outros países, devendo ser reavaliada sua necessidade e utilização.

A sustentabilidade na produção animal atualmente é um elemento importante e com grande demanda pelo mercado consumidor, constituída por diversos elos como preocupações ambientais, de bem-estar animal e relacionados a segurança e saúde humana. Atualmente, há poucos estudos recentes que mostrem o impacto da realização da marca a fogo no bem-estar dos animais e nenhum estudo sobre o impacto desse método de identificação na saúde de trabalhadores envolvidos no processo de marcação a fogo. Dessa maneira para atender essas preocupações, novas abordagens devem ser consideradas quanto aos processos atuais na produção pecuária (BROWN-BRANDL, 2020).

2 OBJETIVOS

Os objetivos com este estudo foram caracterizar o processo de marcação a fogo e avaliar seus impactos no bem-estar animal, nas condições laborais dos trabalhadores rurais envolvidos e a eficácia desse processo.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Jaboticabal, SP, Brasil (Protocolo n.2064/21).

3.1 Etapa 1: caracterização da marcação a fogo

A. Local, animais e data

A etapa 1 deste estudo foi realizada em uma fazenda de produção de bovinos da raça Nelore puro de origem, localizada no município de Barra do Garças, estado do Mato Grosso, Brasil. A seleção de animais geneticamente superiores com características funcionais e temperamento de touros da raça Nelore a pasto é o objetivo produtivo do estabelecimento. O manejo de marcação dos animais e a coleta de dados aconteceu entre os dias 24 de novembro a 1 de dezembro de 2020. A marca foi realizada de acordo as diretrizes da Associação Brasileira dos Criadores de Zebu (ABCZ, 2020).

Nesta primeira etapa do estudo, 37 bezerros machos recém desmamados ($\pm$ 8 meses idade) foram conduzidos do pasto até o curral de manejo para a

realização da pesagem e marcação utilizando ferro quente. Cada animal foi contido individualmente no tronco de contenção com uso da pescoceira. A marcação foi realizada por um médico veterinário previamente treinado para execução do manejo. As marcas foram feitas utilizando marcadores de aço inox aquecidos em dois flambadores a gás (Figura 2).

Durante a contenção, oito dígitos foram posicionados e marcados na parte dorsal da perna traseira direita de cada bezerro, resultando na combinação de quatro letras, que correspondem a sigla de identificação do criador e quatro números (posicionados logo abaixo das letras), que correspondem a identificação individual de cada animal, como exemplificado na Figura 3.



Figura 2 - Flambadores a gás utilizados para aquecer os marcadores de aço inox

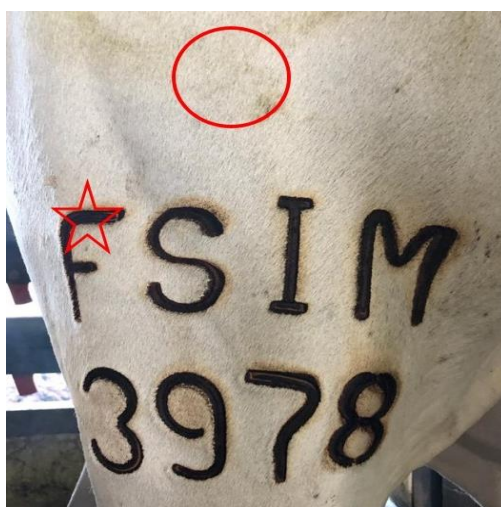


Figura 3- Posicionamento das marcas a fogo e locais onde a temperatura da pele medidas sobre (estrela) e fora da marca (círculo) foram tomadas.

B. Variáveis estudadas

Para caracterização do processo de marcação a fogo as seguintes variáveis foram coletadas: 1) a temperatura superficial da pele, medida com uso de uma câmera termográfica (CATS60 FLIR, como indicado na Figura 3), 2) o tempo gasto para marcar cada dígito e 3) o nível de ruído ambiental (avaliado com a utilização do aplicativo de *smartphone* DB Decibelímetro©) registrando-se os níveis de ruído antes e após acender o flambador. As medidas do nível de ruídos foram tomadas sempre próximo ao tronco de contenção, onde se concentravam a maioria dos trabalhadores responsáveis pela realização do manejo.

Para avaliar o tempo gasto para aplicar cada uma das marcas (TCM), um cronômetro foi ativado no momento em que o veterinário responsável pela marcação retirava o ferro de marcar do flambador, sendo este encerrado no momento em que o retornava os ferros ao flambador para aquecimento. As aplicações das marcas foram realizadas pegando um único ferro de marcar de cada vez (marcação individual, MI) ou pegando dois ferros ao mesmo tempo (marcação múltipla, MM). Além disso, ocorreram situações em que foram aplicadas duas marcas ou mais ao mesmo tempo, sem retornar o ferro de marcar ao flambador (nos casos em que a identificação do bezerro tinha números repetidos). Nenhum animal teve todos os dígitos marcados com MI.

Nos casos em que foram realizadas marcas de dois dígitos ou mais ao mesmo tempo, o tempo gasto para a aplicação de cada dígito foi calculado, dividindo o tempo total gasto para aplicar as marcas pelo número marcas realizadas. Por exemplo, no caso da aplicação das marcas no bezerro FSIM-3973, quando foram aplicadas as marcas com as letras, apenas um ferro (correspondente ao 4º dígito) foi retirado do flambador de forma isolada, sendo gasto 11 s para a aplicação da marca; por sua vez, os ferros correspondentes ao 1º, 2º e 3º dígitos foram retirados ao mesmo tempo, com tempo total para realizar as três marcas igual a de 34 s que, dividido por três, resultou no tempo médio para marcar cada dígito de 11,3 s. Utilizou-se os dígitos como unidade experimental ($n = 296$ dígitos), a partir disso, foi estimado o tempo médio quando os dígitos eram realizados com MM ($n = 265$) e com MI ($n = 31$). Foram registradas as ocorrências de reaplicação das marcas (remarcação), realizadas

todas as vezes que o médico veterinário responsável julgou necessário refazer o serviço, com o objetivo de garantir uma boa visualização da marca.

3.2 Etapa 2: eficiência do método de identificação

A. Local, animais e data

O estudo foi realizado em 11 de outubro de 2021 a 13 de outubro de 2021 em uma fazenda de produção comercial de bovinos de corte localizada no município de Araguaiana, estado do Mato Grosso, Brasil, que conta com um rebanho comercial de cria de animais da raça Nelore (puros e cruzados), com os bezerros sendo comercializados logo após o desmame. As avaliações foram realizadas em duas etapas na primeira foram utilizadas 97 vacas com marca a fogo e brinco eletrônico e na segunda 94 vacas identificadas com brinco visual e com brinco eletrônico durante um manejo de rotina de pesagem dos animais.

B. Variáveis estudadas

Esta etapa teve como objetivo avaliar a eficiência de três métodos de identificação animal utilizados na produção de bovinos de corte, sendo eles a marca à fogo, o brinco visual e o brinco eletrônico, avaliando-se: i) o tempo necessário para identificar cada uma das vacas submetidas ao manejo (medidos a partir da entrada do animal no tronco de contenção até a informação ser registrada no computador (brinco eletrônico) ou em uma planilha (marca a fogo e brinco visual) e ii) as falhas na identificação pela leitura da marca a fogo e brinco visual (números errados ou perda do brinco visual) e da identificação eletrônica (caracterizada pela falha na leitura ou perda de brinco eletrônico). Portanto, paralelamente a identificação visual pela marca a fogo ou brinco visual, foi realizada também a identificação eletrônica.

Três pessoas estavam envolvidas no desenvolvimento da coleta de dados, uma pessoa anotava os registros das informações dos métodos de identificação visuais (marca a fogo e brinco visual) lidas por um dos funcionários (pessoa 2) das fazendas e outra (pessoa 3) acompanhava os registros da identificação eletrônica, controlando as informações que apareciam no monitor do computador, que recebia a informação do brinco eletrônico através do bastão de leitura. Sendo assim, para a avaliação dos erros de leitura dos números de identificação, o método utilizado como padrão de referência foi o brinco

eletrônico, cuja leitura é feita com o bastão e a identificação do animal é enviada diretamente para o computador (Figura 4).

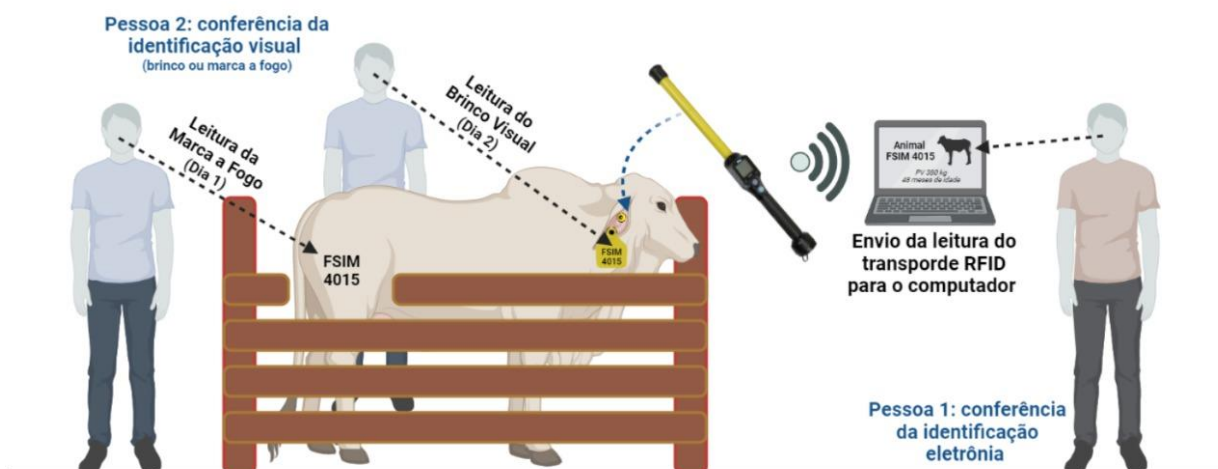


Figura 4 - Representação esquemática de como foi feito o registro da identificação animal.

3.3 Análise estatística

Os dados foram tabulados e organizados em planilhas do Microsoft Excel® para avaliação da consistência e realização de análises estatísticas descritivas. Análises gráficas foram utilizadas para controlar a qualidade da base de dados e observar a coerência dos dados. O software R (RStudio 4.1.3, RStudio, Inc. 2020) foi utilizado para todas as análises estatísticas e os gráficos foram construídos com Graphpad prism 9.3.1. Todos os dados foram submetidos a análise de normalidade e homoscedasticidade das variâncias. Quando os resíduos das variáveis não atenderam aos pressupostos de normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk e teste de Levene foram utilizados testes não paramétricos.

A. Etapa 1: caracterização da marcação a fogo

As comparações entre as temperaturas da pele tomadas sobre e fora do local de aplicação das marcas foram realizadas com a utilização do teste de Wilcoxon, considerando duas situações: 1- Com a inclusão das medidas obtidas no d0 e 2- Sem as medidas obtidas no d0, para avaliar se houve efeito do local da marca com e sem as temperaturas coletadas logo após a realização da marca.

Além de isso foi utilizado o teste de Kruskal-Wallis (KW) para comparar as temperaturas (sobre a marca e fora da marca) ao longo dos dias de avaliação. Resultados significativos no teste de Kruskal Wallis foram avaliados com o teste de Dunn para comparações múltiplas, ajustadas com o teste de Bonferroni.

O tempo gasto para a aplicação de cada marca foram expressos por meio medianas, de acordo com cada caso e a incidência de remarcação foi avaliada por meio de frequências absolutas e relativas.

B. Etapa 2: eficiência do método de identificação

As avaliações foram realizadas em dois dias consecutivos, sendo que no primeiro comparou-se a eficiência da identificação com marca a fogo em relação ao método eletrônico e no segundo dia de manejo a eficiência do brinco visual em relação ao método de identificação eletrônica. Os diferentes métodos de identificação foram avaliados levando em consideração a taxa erro na identificação dos animais (erro de leitura ou perda/falha do identificador) e no tempo necessário para a realização desse manejo de cada animal.

Quando ocorreu a perda de brinco (visual ou eletrônico) a identificação do animal era feita através da leitura da tatuagem. Nesses casos o tempo de leitura para o método avaliado foi estabelecido da seguinte maneira: tempo de leitura médio do método (brinco visual ou eletrônico) em cada dia, somado ao tempo médio para leitura da marca observado no primeiro dia de manejo. Após atribuir o tempo para cada animal que perdeu o brinco ou eletrônico, realizou-se o teste t de Student para comprar as médias do tempo entre os diferentes métodos de identificação.

Para avaliação da eficiência foram calculados o tempo médio para cada método por dia para o sucesso na leitura, isto é, leitura da marca correta, sucesso na leitura dos brincos (visual e eletrônico) e tempo médio de cada método por dia quando houve falha na identificação do animal por leitura equivocada ou perda do método nos casos de brinco (visual e eletrônico).

4 RESULTADOS

4.1 Etapa 1: Caracterização da marca a fogo

4.1.1 Temperatura da pele

Houve efeito da local da marca sobre a temperatura da pele contemplando todos os dias das medições ($p < 0,001$; Figura 5a) e sem contemplar o dia 0, em que se realizou o manejo de marcação e mensurou-se a temperatura logo após a execução do mesmo ($p < 0,001$; Figura 5b).

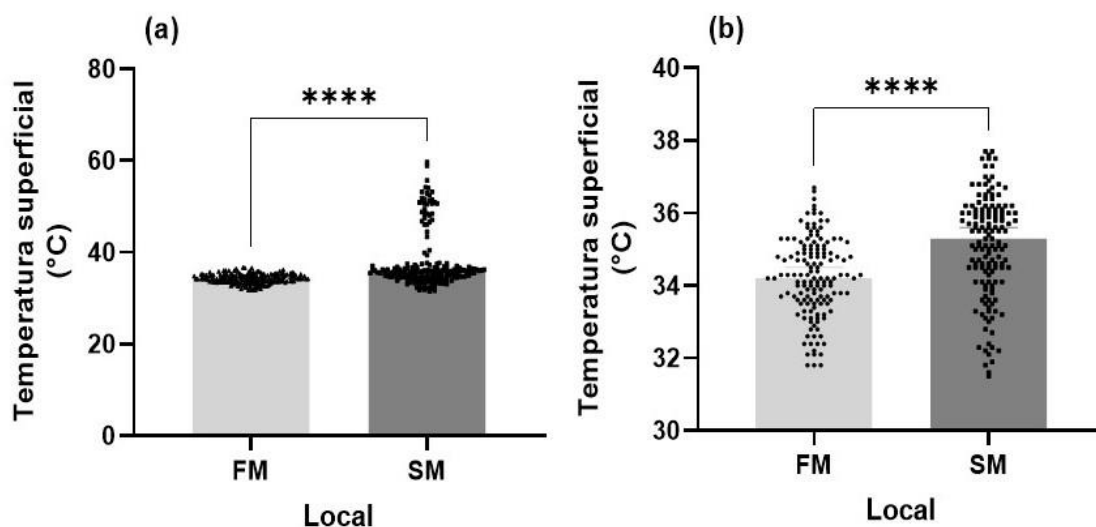


Figura 5 – Medianas das temperaturas sobre a marca (SM) e fora da marca (FM) considerando os dias de d0 a d4 (a) e sobre a marca (SM) e fora da marca (FM) a partir do d1 após a aplicação da marca (b). **** $p < 0.001$.

Foi observada diferença significativa pelo teste de Kruskal-Wallis da interação local da marca e dia ($KW_{(gl=9)} = 227,36$; $p < 0,001$). Resultados das comparações múltiplas indicaram que a temperatura fora e sobre a marca diferiram entre si nos dias d0 e d2 ($p < 0,05$), mas não nos dias d1, d3 e d4. Na Figura 6 estão apresentadas as medianas e intervalos de confiança SM e FM em função dos dias de avaliação, nota-se que no dia 0 (d0) as temperaturas no local da ferida (SM) se apresentaram maior com relação a temperatura SM que nos demais dias de avaliação, por outro lado, a temperatura da pele FM se manteve estável ao longo dos dias de avaliação.

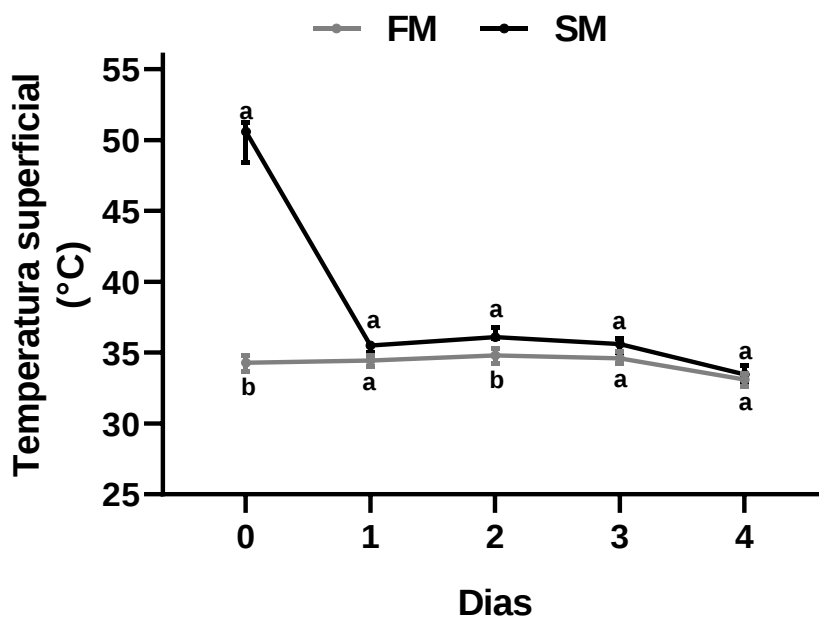


Figura 6 - Mediana e respectivos intervalos de confiança das temperaturas da pele sobre a marca (SM) e fora da marca (FM) a fogo em função dos dias de avaliação. .

*** mediana de FM e SM seguidas de letras diferentes (a e b) diferem entre si em cada um dos dias de avaliação.

4.1.2 Tempo total de manejo e necessidade de remarcação

Em números absolutos, a média de tempo necessário para marcar 37 animais foi de 1 minuto e 20 segundo por animal. Entretanto o período total do manejo acompanhado nesse estudo foi de ± 4 horas. A média de tempo encontrada quando os dígitos foram realizados na condição MM foi de 8,6 s por dígito, enquanto para MI a média de tempo foi de 13,0 s.

A grande maioria dos bezerros (32/37, 86,0%) receberam pelos menos uma remarcação (Figura 7). Dos 296 dígitos marcadas, 57 foram remarcados e, dentro desse grupo de dígitos remarcados 80,8% (46/57) ocorreram na condição MM.

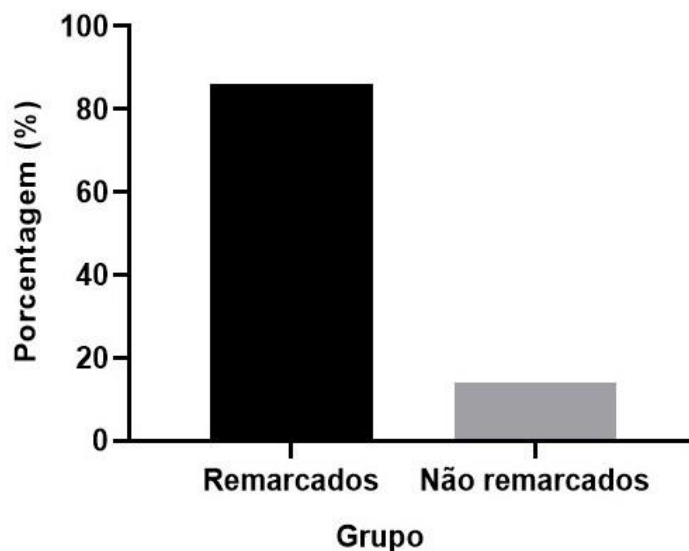


Figura 7 - Porcentagens de animais com pelo menos um dígito remarcado e não remarcados com marca a fogo.

4.1.3 *Nível de intensidade sonora*

A Figura 8 apresenta a distribuição mínima, média e máxima do nível de decibéis antes do início do manejo e durante o mesmo. A intensidade sonora do ambiente laboral durante as marcações apresentou um aumento médio de 43% no nível de ruído durante o manejo com o flambador aceso, apresentando também uma diferença de 53 decibéis na comparação dos valores de mínimo e máximo do equipamento apagado e aceso respectivamente

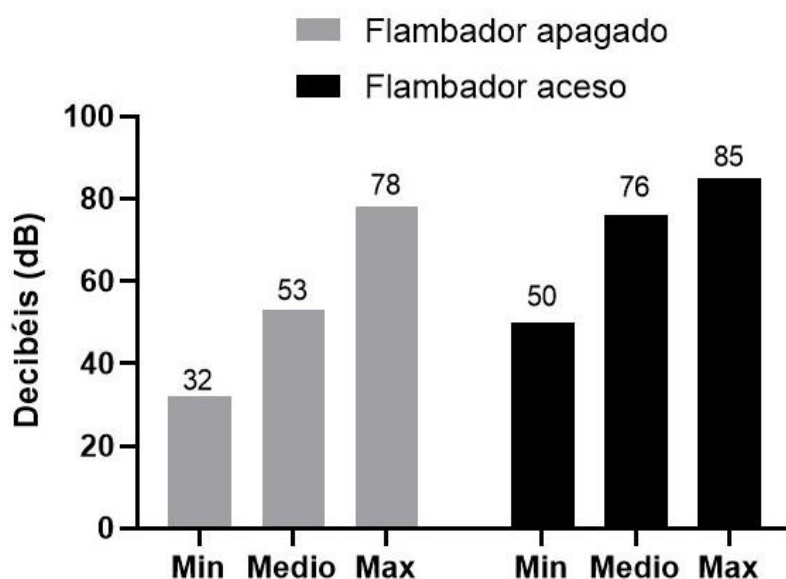


Figura 8 – Níveis de intensidade sonora com o flambador apagado e aceso durante o manejo de identificação de bovinos com aplicação de marcas a fogo.

4.2 Etapa 2: Eficiência do método de identificação

As avaliações foram realizadas em dois dias consecutivos, sendo que no primeiro comparou-se a eficiência da identificação com marca a fogo em relação ao método eletrônico e no segundo dia de manejo a eficiência do brinco visual em relação ao método de identificação eletrônica. Os diferentes métodos de identificação foram avaliados levando em consideração a taxa erro na identificação dos animais e no tempo necessário para a realização da leitura do número de identificação de cada animal.

Em ambos os dias de manejo, o tempo para leitura da identificação eletrônica foi significativamente menor em relação ao tempo para leitura da marca a fogo ($t = -12.94$; $p < 0.001$; Tabela 1) e do brinco visual ($t = -8.44$; $p < 0.001$; Tabela 1).

Tabela 1 - Estatística descritiva dos tempos médios necessários para realizar a leitura do número de identificação de cada animal em função do método de identificação adotado.

Dias	Métodos	N	Média	SD	Min.	Max.
1	Marca a fogo	97	7.97	2.33	4.00	21.00
	Identificação eletrônica	96	4.34	1.34	1.00	9.00
2	Brinco visual	91	8.90	2.58	5.00	19.00
	Identificação eletrônica	92	5.15	1.53	3.00	10.00

No primeiro dia de manejo a taxa de eficiência da identificação eletrônica foi de 97.98%, uma vez que apenas um animal perdeu o brinco eletrônico. Por outro lado, a eficiência da identificação utilizando a marca a fogo foi de 82.47%, ou seja, aproximadamente 18% dos animais foram identificados equivocadamente utilizando a marca a fogo (Figura 9).

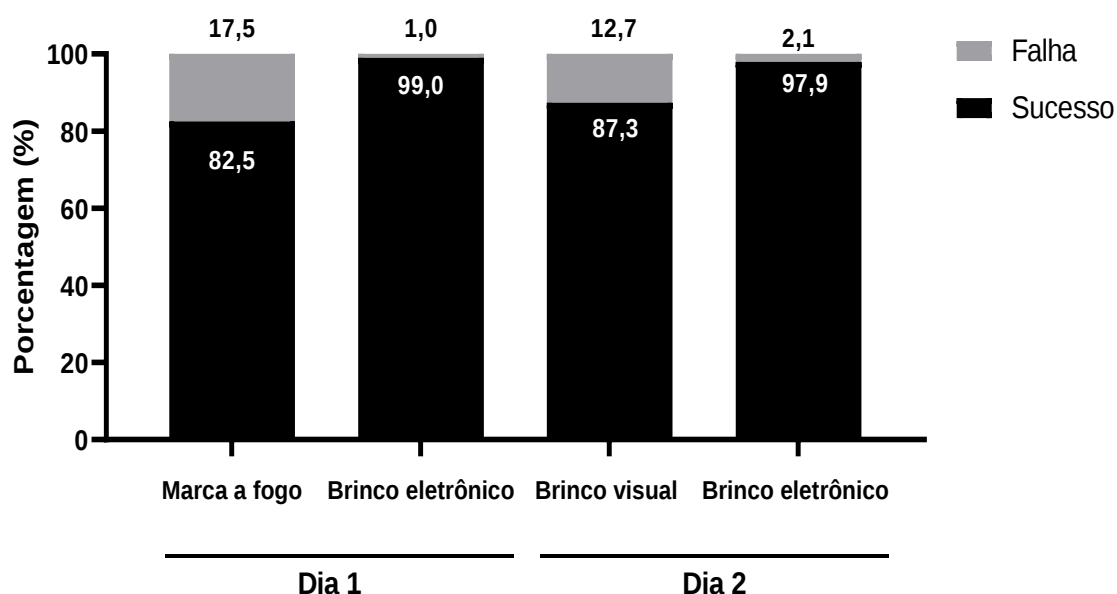


Figura 9 –Porcentagens de falhas e sucessos na identificação dos animais em função do método de identificação utilizado e do dia de manejo.

No segundo dia de manejo, as taxas de sucesso na identificação dos animais foram de 97.87% e 87.23% para o método eletrônico e brinco visual, respectivamente. Nesse dia a eficiência da identificação eletrônica foi influenciada negativamente pela perda do brinco eletrônico de dois animais. O

mesmo aconteceu para doze animais que perderam o brinco visual, impedindo a leitura da identificação individual. Em ambos os casos, foi necessário utilizar a tatuagem como método de determinação do número de cada animal. A Tabela 2 apresenta os tempos necessários para a realização do manejo em função do sucesso na identificação dos animais nos dois dias levando-se em consideração o ajuste feito para os animais que perderam o brinco visual ou eletrônico.

Tabela 2-Estatística descritiva dos tempos médios necessários para realizar a leitura no número de identificação de animal em função do método adotado para a identificação e da falha ou sucesso na identificação dos animais.

Dia	Método	N	Média	SD	Min.	Max.
<i>Falha na identificação</i>						
1	Marca a Fogo	17	8.59	1.94	5.00	12.00
	Identificação Eletrônica	1	12.00	-	12.00	12.00
2	Brinco Visual	12	11.32	4.15	6.00	17.00
	Identificação Eletrônica	2	13.00	0.00	13.00	13.00
<i>Sucesso na identificação</i>						
1	Marca a Fogo	80	7.84	2.39	4.00	21.00
	Identificação Eletrônica	96	4.34	1.34	1.00	9.00
2	Brinco Visual	82	8.84	2.57	5.00	19.00
	Identificação Eletrônica	92	5.15	1.53	3.00	10.00

5 DISCUSSÃO

5.1 Caracterização da marca a fogo

5.1.1 Temperatura

Como esperado, os resultados sugerem a ocorrência de um processo inflamatório agudo, através do aumento da temperatura com diferença estatística no d0 e no d2 na temperatura da pele sobre a marca em relação a temperatura da fora da marca, sendo consistente com a literatura que relata que a fase inicial do processo inflamatório dura de 1 a 3 dias e a fase proliferativa do 4° ao 21° dia (TOLLESON et al., 2019). Nos dias 1, 3 e 4 não houve diferença significativa entre as médias de temperaturas sobre a marca e fora da marca entre os dias, isso se explica por corresponderem ao início e final do processo inflamatório agudo (TOLLESON et al., 2019), apresentando valores semelhantes a temperatura da pele.

Estudos indicam que o processo doloroso não está presente apenas durante a fase de inflamatório, bezerros marcados com ferro quente, permaneceram responsivos à palpação de feridas e que grande parte das marcas a fogo (67%) demoraram mais de 10 semanas para cicatrizarem (TUCKER et al., 2014). Esse processo de cicatrização bem como persistência da dor tem variação de acordo com a profundidade da queimadura (LAYCOCK et al., 2013). A temperatura da ferida também foi associada à fase inflamatória em cabritos descornados com ferro quente, se mantendo mais quente que temperatura de outros tipos de tecido ao longo do tempo, conforme a cicatrização da ferida (ALVAREZ et al., 2019), o que foi corroborado por este estudo.

Diferente dos nossos resultados um estudo realizado com equinos avaliou o processo de inflamação associado a marcação com ferro quente e encontrou diferença na temperatura da pele por maior tempo do que indicado na literatura referente a inflamação. A diferença de temperatura da pele entre os cavalos que foram marcados com ferro foi significativamente maior (1,43°C) na área marcada, em comparação com a área de controle (LINDEGAARD et al., 2009), ressaltando que no referido estudo a diferença na temperatura da pele entre os cavalos que foram marcados com ferro quente, apareceu 24 horas após o

tratamento e durou 7 dias. Isso indica que após os 3 dias de fase aguda os sinais da inflamação podem permanecer de maneira mais tênue. De igual forma, outro estudo (GODOI et al., 2022) constatou a ocorrência de um processo inflamatório ao avaliar a resposta fisiológica e comportamental de potros submetidos a marcação de ferro quente e a ferro frio. Um dia após a marcação, a presença de tecido necrótico e exsudato foram observados no grupo ferro quente, além disso, no 6º e 12º dia os animais marcados com ferro quente ainda apresentaram maiores escores de feridas abertas e necrose tendo, portanto, sinais de um processo inflamatório ativo inicial, sendo que nesse período já deveriam ser encontrados elementos da fase proliferativa e cicatricial.

Em nosso estudo não foi encontrado maiores complicações relacionadas a queimadura, como a presença de neoplasias em cicatrizes de queimaduras, que ocorre geralmente em feridas profundas, extensas e de cicatrização lenta que permanecem irritadas por longos períodos, ou seja, tendo maior chance de ocorrer em animais que tiveram a marca feita de maneira inadequada, como, quando realizada com pelo molhado, por exemplo (O'TOOLE; FOX, 2003).

Nos bovinos e nos equinos o método de marcação a fogo demonstrou trazer malefícios do ponto de vista do bem-estar animal, alterando a estrutura da pele, prejudicando sua integridade, seu equilíbrio eletrolítico e provocando experiências desagradáveis para os animais, pois, além de alterações locais e fisiológicas a utilização de ferro quente para identificação animal causa também alterações comportamentais, como, orelhas voltadas para trás, narinas dilatadas, abertura da boca e elevação medial, lateral das sobrancelhas e resposta comportamental de fuga (MÜLLER et al., 2019; GODOI et al., 2022).

Além de provocar dor nociceptiva aguda, a lesão tecidual causa dor inflamatória prolongada após a remoção do estímulo nocivo que pode persistir até a ferida ser curada, o que pode levar de alguns dias para lesões cutâneas incisionais a várias semanas ou meses para queimaduras (ADCOCK; TUCKER, 2018). A intensidade e tempo de duração do estímulo doloroso gerado pela marca irá variar de acordo com o local em que é aplicada e a profundidade, queimaduras realizadas na face como é o caso da marca referente a vacina da brucelose, são mais dolorosas em função do local de aplicação, uma vez que a face tem maior nocicepção, a região anatômica onde se realiza a marca é a

mesma que está localizada o nervo facial que tem ramificações por aproximadamente 33 músculos da face e também onde está presente os ramos do nervo trigêmeo (KÖNIG; LIEBICH, 2021), provocando um efeito de irradiação da dor por todas as ramificações desses nervos. Assim, a marca não provoca apenas uma dor local, por conta disso os bloqueios anestésicos quando utilizados são comumente realizados na base ou ao redor dos nervos, para impedir que esse estímulo doloroso se propague (EDMONDSON, 2008; RE et al., 2016).

Entretanto, a utilização de anestésicos não é uma realidade na rotina de campo, assim a prática da marca a fogo, dentre outras, afeta negativamente o bem-estar dos animais, uma vez que compromete aspectos dos domínios de saúde, comportamento e por consequência domínio mental (BRAGA et al. 2018; WEBSTER, 2016). Além de doloroso para os animais, marcar a fogo é também desagradável para as pessoas envolvidas no manejo, assim, não havendo evidências de benefícios, a prática deve ser reduzida ao máximo possível ou abandonada e substituída por outras alternativas (TEMPLE; MANTECA, 2020; BASSI et al., 2019).

O ambiente laboral também é afetado negativamente pela realização do método de identificação por marca a fogo, uma vez que, traz risco de acidentes e que este pode ser potencializado em função de fatores como, tempo de exposição ao barulho do flambador e tempo de exposição ao calor do ambiente, provocando uma queda na atenção dos manejadores devido ao cansaço físico e mental, podendo ser um fator com potencial para prejudicar a saúde do trabalhador e a eficiência do serviço.

5.1.2 Tempo total de manejo e necessidade de remarcação

O tempo total para realizar 8 marcas nos 37 bezerros foi equivalente a ~4 horas de trabalho, os resultados sugerem que pegar cada um dos dígitos isoladamente, isto é, um ferro por vez (13 s), demandou mais tempo do que quando foram pegados dois ferros ao mesmo tempo (8,6 s).

A remarcação foi necessária em 86% dos animais, ou seja, 32 bezerros tiveram ao menos um dígito remarcado. Do número total de dígitos remarcados

80% (46/57) foram realizados através da marcação múltipla, sendo assim, especulamos que o método como se realiza a marca interfere diretamente na necessidade de realizar a remarcação e que, apesar de ter se demonstrado mais rápida, também demandou mais trabalho. É importante frisar que essa taxa de animais remarcados pode ser resultado de diferentes fatores, como: animal mal contido, inexperiência do manejador, cansaço físico e mental de quem está aplicando a marca, condições do material utilizado (SCHMIDEK et al., 2014), entretanto, no presente estudo a remarcação teve um caráter mais cauteloso em deixar a identificação nítida e regular por parte do médico veterinário que estava realizando a identificação.

Não foram encontrados trabalhos que caracterizem ou avaliassem o manejo de identificação com ferro quente quanto o tempo necessário para a aplicação da marca e o índice de remarcação. Assim, é necessário o desenvolvimento de mais estudos que elucidem as consequências da marca a fogo.

5.1.3 Intensidade sonora

O índice de ruído (em decibéis) foi utilizado para avaliar o efeito da marcação a fogo na saúde do trabalhador e qualidade do trabalho, medindo a intensidade sonora do local antes e após de acender o flambador. Os resultados mostraram um aumento médio de 43% no nível de ruído durante o manejo com o flambador aceso para aquecer os ferros de marcação. Além disso, comparando o valor mínimo registrado com flambador apagado em relação ao valor máximo com o flambador aceso notou-se um aumento de 53 decibéis no ambiente laboral. Em uma situação que é considerada de rotina no curral (animais passando pelo tronco de contenção, pessoas conversando).

Embora não tenham sido encontradas pesquisas que relacionem o manejo de identificação por marca a fogo com a qualidade do ambiente de trabalho e seus impactos, especificamente, há estudos que comprovam que a exposição regular ao ruído resulta em uma perda auditiva progressiva (WILLIAMS et al., 2015). Ruídos que produzem em torno de 80 dB, assim como o encontrado neste estudo, associado a uma jornada diária de trabalho de 8 horas, aumentam no risco de acidentes, pois a exposição ao ruído pode levar a uma perda temporária de audição, dificuldade de comunicação, estresse, dificuldade na

manutenção da atenção e da concentração e fadiga excessiva (MONTEIRO et al., 2020).

Considerando que o tempo para marcar 37 animais foi correspondente a meio dia de trabalho, pode-se estimar que para marcar 100 animais, o tempo de exposição aos índices de ruídos apresentados seria em torno de 12 horas, correspondendo a um dia e meio de trabalho. A exposição a esse tipo de atividade mesmo que isoladamente, isto é, sem nenhum outro fator estressante associado, é o suficiente para causar danos à saúde das pessoas envolvidas no trabalho e ser agravante ao longo dos anos, é válido destacar que dificilmente são adotadas quaisquer medidas de redução de exposição, como o uso de protetores auditivos ou alterações no manejo, durante a realização dessa atividade (ROSTAMABADI et al., 2017).

Pesquisas demonstram que a queda da produtividade, taxa de erro humano e a fadiga estão diretamente ligados a exposição ao ruído no ambiente de trabalho (ROSTAMABADI et al., 2017), isso reforça o aumento da probabilidade de ocorrer acidentes de trabalho e aumento de erros no momento de realizar a marcação havendo a necessidade de realizar a remarcação, que no presente estudo ocorreu em 86% dos animais.

O manejo de marcação a fogo pode oferecer mais riscos para as pessoas que a função por mais tempo, apesar de serem mais experientes. Estudos demonstram que quanto maior o tempo realizando determinada função, apresentou associação com a ocorrência de acidentes, isso ocorre, pois trabalhadores com mais experiência possivelmente tendem a ser mais seguros e menos cuidadosos, isso justifica o fato de o tempo de trabalho na função estar associado diretamente ao acidente de trabalho (FERNANDES et al., 2019).

Assim, pode-se afirmar que o bem-estar de humanos e animais foi afetado negativamente durante a aplicação das marcas a fogo, caracterizando assim uma situação que de risco para todos, como caracterizado pelo conceito de “One Welfare”, que reconhece as interconexões entre o bem-estar animal, o bem-estar humano e o meio ambiente (PINILLOS et al., 2016), trazendo riscos de acidentes e que este podem ser potencializados por fatores como, tempo de exposição ao barulho do flambador e tempo de exposição ao calor do ambiente.

5.2 Eficiência do método de Identificação

Para a avaliação da eficiência dos métodos de identificação, mediu-se o tempo necessário de leitura e a número falhas de cada método na identificação dos animais. De acordo com os resultados pode-se concluir que o método de identificação teve influência sob a eficiência da identificação animal, sendo a marca a fogo e o brinco visual os métodos com maior demanda de tempo para realizar a leitura da identificação do animal em relação ao brinco eletrônico (Tabela 1). Resultado semelhante foi encontrado por Lopes et al. (2017) que avaliou a utilização métodos de identificação de bovinos permitidos pelo SISBOV, e informam que o brinco eletrônico teve o menor tempo de implementação, bem como o menor tempo para leitura e transcrição dos dados, seguido pelos métodos convencional como brinco visual, marca a fogo e tatuagem na maioria das categorias.

As ocorrências de falhas dos métodos visuais são maiores e, por conta disso, podem demandar um maior tempo no manejo para identificação do animal, a taxa de falha do brinco eletrônico foi expressivamente menor (1% e 2,1%), em comparação a marca a fogo e o brinco visual que apresentaram taxa de falha de 17,5% (17/97) e 12,7% (12/94), respectivamente (Figura 8). O brinco visual é um dos métodos mais utilizados, porém sua durabilidade e eficiência depende de dois fatores principais: material do brinco e técnica de aplicação (SCHMIDEK et al., 2014).

Santamarina et al. (2007), ao realizarem, uma comparação entre a eficiência métodos de identificação visual e eletrônico na granja e no abate, encontraram que menos de 1% dos brincos eletrônicos falharam eletronicamente no momento da leitura final da linha de abate, indicando além de ser mais eficiente e ter maior confiabilidade, também se trata de uma tecnologia resistente as etapas da linha de abate, sendo indicada para programas de rastreabilidade. Em uma análise de custo, à medida que o número de animais aumenta, os indicadores de viabilidade econômica melhoram consideravelmente, justificando o investimento nessa tecnologia (LOPES et al., 2017).

Embora seja comumente utilizada, a marca a fogo não é considerada o melhor método de identificação pois não fornece precisão ou confiabilidade suficiente, nesse contexto, o brinco eletrônico que possui uma tecnologia mais

atual apresenta maior confiabilidade (AWAD, 2016). A adoção de métodos de identificação animal que sejam eficientes e confiáveis é essencial em programas de melhoramento genético, pois através deles esses programas conseguem assegurar que os animais que se está comprando, vendendo ou monitorando são, de fato, os mesmos animais durante todo o período (DZIUK, 2003) permitindo a associação e rastreamento de características relevantes para um indivíduo (QIAO et al., 2021).

Além disso, o perfil dos consumidores e do próprio mercado vem mudando ao longo dos anos, nota-se uma maior preocupação com a qualidade da carne e o bem-estar dos animais por parte do público (TEMPLE; MANTECA, 2020). Apesar disso, as marcas a fogo ainda são comumente utilizadas, mesmo sendo um método demorado e subjetivo (QIAO et al., 2021). O monitoramento eficiente de animais do ponto de vista produtivo, sanitário e do bem-estar dos animais é um elemento importante em toda cadeia produtiva na pecuária de precisão que cada vez mais tem a demanda de produtos rastreáveis (FOURNEL et al., 2017), a partir disso, deve-se optar por métodos de identificação que sejam menos danosos que a marca a fogo, como por exemplo, brinco eletrônico e tatuagem (TEMPLE; MANTECA, 2020).

6 CONCLUSÕES

A realização da marca a fogo além de ser um estímulo doloroso no momento em que é realizada, também desencadeia um processo inflamatório fazendo com que haja a persistência do processo doloroso nos dias posteriores à realização da marca, e que pode ser um elemento com potencial de comprometer à saúde dos trabalhadores envolvidos no processo. Ademais a marca a fogo demonstrou-se um método de identificação ineficiente comparado ao brinco eletrônico, podendo prejudicar a confiabilidade das informações do banco de dados de fazendas e programas de melhoramento genético.

CAPÍTULO 3 - Considerações finais

A marcação a fogo aumenta na temperatura superficial no local em que é aplicada, resultando em queimadura severa. Essa consequência é um indicativo de dano tecidual que permite associar o manejo de identificação por marcação a fogo com aspectos dolorosos, resultantes da lesão causada e instalação de um processo inflamatório. Um aumento da temperatura no local da queimadura dois dias após a marcação possibilitou caracterizar a resposta fisiológica do animal frente ao distúrbio tecidual imposto pela prática e que, embora seja um manejo reconhecidamente doloroso, o uso de anestésicos e/ou analgésicos não é empregado como forma de atenuar os aspectos negativos ao bem-estar animal.

Esta avaliação demonstrou que independentemente da forma como se realiza o processo de marcação a fogo a necessidade de remarcação é recorrente. O emprego da aplicação de múltiplos dígitos ou aplicação individual das marcas não demonstrou implicar na redução do tempo total do manejo ou na redução da necessidade de correção da marcação inicial (remarcar), entretanto, é importante dizer que a fazenda onde foi acompanhado o manejo de marcação é uma fazenda que preza pela organização e a aplicação de boas práticas nos manejos realizados, por conta de se tratar de animais de programas de melhoramento genético a remarcação foi realizada com uma preocupação com a qualidade da marca final do que a real necessidade de refazer a marca.

Além de comprometer o bem-estar dos animais, esse manejo implica em condições insalubres de trabalho pois esteve relacionado a um aumento da poluição sonora ambiental, riscos inerentes a manipulação de material aquecido (ferros quentes). Vale ressaltar que é provável que o tipo de flambador tenha influência sob o nível de ruído e calor emitido ao ambiente, flambadores mais fechados provavelmente emitem menos ruídos e contém melhor o calor em comparação aos flambadores abertos, no presente estudo foram utilizados dois Flambadores, um aberto e o outro, fechado.

O uso de brinco eletrônico mostrou-se como melhor método para identificação animal. Esse método possibilita a identificação dos animais, implicando em uma maior eficiência quanto ao tempo de leitura e maior confiabilidade da identificação. O uso combinado com outros métodos de

identificação permanente e menos doloroso, como a tatuagem é uma estratégia alternativa segura para garantir a identificação permanente dos bovinos sem fazer uso da marca a fogo.

Esses resultados têm positiva relevância uma melhoria do bem-estar em fazendas produtoras de bovinos. É importante ressaltar que a redução ou eliminação do uso da marca a fogo como método de identificação animal já é uma realidade em algumas fazendas produtoras, mas ainda está associada com requisitos legais ou regulamentários em animais pertencentes a programas de melhoramento genético. Visto a importância econômica, social e cultura que a bovinocultura de corte possui na realidade agropecuária brasileira a busca contínua por sistemas de produção sustentáveis e que atendam cada vez mais o conceito de “um bem-estar” é imprescindível repensar o uso dessa prática, definindo estratégias para a redução da marca a fogo. Novos estudos associados a melhoria da qualidade de vida dos animais em sistemas pecuários são necessários, somente dessa forma avançaremos o conhecimento sobre as boas práticas de identificação animal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABCZ, Associação Brasileira dos Criadores de Zebu (2020) **Manual de Orientações do SRGRZ 2020**. Uberaba: ABCZ, 31 p. Disponível em <https://www.abcz.org.br/common/uploads/secao/2926.pdf>. Acesso em 7 de fevereiro de 2022.

Adcock SJ, Tucker CB (2018) The effect of disbudding age on healing and pain sensitivity in dairy calves. **Journal of Dairy Science** 101: 10361-10373.

Adcock SJJ, Tucker CB (2018) Painful procedures. In CB Tucker (Ed.) **Advances in cattle welfare**. p. 157-198. Duxford, UK: Elsevier.

Alvarez L, Adcock SJJ, Tucker CB (2019) Sensitivity and wound healing after hot-iron disbudding in goat kids. **Journal of Dairy Science** 102: 10152–10162.

Amaral TB, Souza VF (2015) **Artigo: Identificação Animal como Estratégia de Defesa Sanitária - Portal Embrapa**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/3945449/artigo-identificacao-animal-como-estrategia-de-defesa-sanitaria>. Acesso em 15 de janeiro de 2022.

Araújo M (Org.) (2020) **Manual de Avaliação e Tratamento da Dor**. Belém, PA: UDUEPA, 2020. Disponível em: https://paginas.uepa.br/eduepa/wp-content/uploads/2021/01/manual_dor.pdf. Acesso em 1 de maio de 2022.

Artmann R (1999) Electronic identification systems: state of the art and their further development. **Computers and Electronics in Agriculture** 24: 5-26.

Aurich JE, Wohlsein P, Wulf M, Nees M, Baumgärtner W, Beckerbirck M, Aurich C (2012). Readability of branding symbols in horses and histomorphological alterations at the branding site. **The Veterinary Journal** 195: 344-349.

Awad AI (2016) From classical methods to animal biometrics: A review on cattle identification and tracking. **Computers and Electronics in Agriculture** 123: 423–435.

Bassi EM, Goddard E, Parkins JR (2019) “That’s the way we’ve always done it”: A social practice analysis of farm animal welfare in Alberta. **Journal of Agricultural and Environmental Ethics** 32: 335–354.

Blancou J (2001) A history of the traceability of animals and animals products. **Revue Scientifique et Technique – Office International des Épizooties** 20: 420–425.

Botega JVL, Braga JRA, Lopes MA, Rabelo GF (2008) Diagnóstico da automação na produção leiteira. **Ciência e Agrotecnologia** 32: 635–639.

Braga JS, Macitelli F, Abreu LV, Diesel T (2018) O modelo dos “Cinco Domínios” do bem-estar animal aplicado em sistemas intensivos de produção de bovinos, suínos e aves. **Revista Brasileira de Zootecias** 19: 204-226.

BRASIL. (1995) **LEI No 4.714, DE 29 DE JUNHO DE 1965 Modifica Legislação Anterior Sobre o Uso da Marca de Fogo, Brasília, 29 junho 1965**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/1950-1969/l4714.htm#:~:text=LEI%20No%204.714%2C%20DE,Art. Acesso em 15 de janeiro de 2022.

BRASIL (2017) **INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 10, DE 3 DE MARÇO DE 2017. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento Estabelece o Regulamento Técnico do Programa Nacional de Controle e Erradicação da Brucelose e da Tuberculose Animal - PNCEBT**. Disponível em: https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/19124587/do1-2017-06-20-instrucao-normativa-n-10-de-3-de-marco-de-2017-19124353. Acesso em 15 de janeiro de 2022.

Brown-Brandl T (2020) Precision animal management – The future of animal Ag? **Journal of Animal Science** 98: 123–123.

Caja G, Ghirardi JJ, Hernández JM, Garin D (2004) Diversity of animal identification techniques: From “fire age” to “electronic age”. **ICAR Technical Series** 9: 21-39.

DeSantana JM, Perissinotti DMN, Oliveira JJO, Correia, LMF, Oliveira CM, Fonseca PRB (2020) Definition of pain revised after four decades. **Brazilian Journal of Pain**. 3: 197-198.

Dziuk, P (2003) Positive, accurate animal identification. **Animal Reproduction Science** 79: 319–323.

Edmondson, MA (2008) Local and regional anesthesia in cattle. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**. 24: 211–226.

Fernandes GA, Silva LF (2019) Fatores associados a acidentes de trabalho em zona rural de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Medicina do Trabalho** 17: 378–386.

Fournel S, Rousseau AN, Laberge B (2017) Rethinking environment control strategy of confined animal housing systems through precision livestock farming. **Biosystems Engineering** 155: 96–123.

Geers R (1997) **Electronic Identification, Monitoring, and Tracking of Animals**. Wallingford, Oxon, UK: CAB International.

Godoi TLOS, Nascimento SR, de Godoi FN, Queiroz AF, Alves MM (2022) Physiological and behavioral response of foals to hot iron or freeze branding. **Journal of Veterinary Behavior** 48: 41–48.

Guo HF, Mohd AR, Hamid ABDR, Chang SK, Zainal Z, Khaza'ai H (2020) A new histological score grade for deep partial-thickness burn wound healing process. **International Journal of Burns and Trauma** 10: 218–224.

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2020) **Produção Agropecuária Brasil 2020**. Rio de Janeiro-RJ: IBGE. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/>. Acesso em 8 de março de 2022.

Kessler A, Yoo M, Calisoff R (2020) Complex regional pain syndrome: An updated comprehensive review. **NeuroRehabilitation** 47: 253–264.

König HE, Liebich HG (2021) **Anatomia dos Animais Domésticos: Texto e Atlas Colorido**. Porto Alegre, RS: Artmed.

Laycock H, Valente J, Bantel C, Nagy L (2013) Mecanismos periféricos da dor associada à queimadura. **EUR. Journal Pharmacology** 716: 169-178.

Lindegård C, Vaabengård D, Christophersen MT, Ekstom CT, Fjeldborg J (2009) Evaluation of pain and inflammation associated with hot iron branding and microchip transponder injection in horses. **American Journal of Veterinary Research** 70: 840–847.

Lopes MA, Junqueira LV, Bruhn FRP, Demeu AA, Silva MDD (2017) Technical efficiency and economic viability of different cattle identification methods allowed by the Brazilian traceability system. **Semina: Ciências Agrárias** 38: 467-480.

Lopes MA (1997) **Informática Aplicada à Bovinocultura**. Jaboticabal-SP: Funep.

Luna LPS (2008) Dor, senciência e bem-estar em animais - senciência e dor. **Ciência Veterinária nos Trópicos** 11: 17–21.

Machado JGCF, Nantes JFD (2004) Identificação eletrônica de animais por radio-freqüência (RFID): perspectivas de uso na pecuária de corte. **Revista Brasileira de Agrocomputação** 2: 29-36.

Martin DM, Moraes RF, Cintra MCR, Lang CR, Monteiro ALG, Oliveira LBD, Moraes AD (2022) Beef cattle behavior in integrated crop-livestock systems. **Ciência Rural** 52: 1-8.

McIntyre MK, Clifford JL, Maani CV, Burmeister DM (2016) Progress of clinical practice on the management of burn-associated pain: Lessons from animal models. **Burns** 42: 1161–1172.

Mellor DJ, Reid CSW (1994) Concepts of animal well-being and predicting the impact of procedures on experimental animals. In Baker R, Jenkin G, Mellor DJ (Eds.) *Improving the Well-being of Animals in the Research Environment* p. 3-18. Australian and New Zealand Council for the Care of Animals in Research and Teaching: Glen Osmond, SA, Australia. Disponível em https://www.researchgate.net/profile/Ngaio-Beausoleil/publication/280631950_Extending_the_'Five_Domains'_model_for_animal_welfare_assessment_to_incorporate_positive_welfare_states/links/5b064

1d1aca2725783d8a31c/Extending-the-Five-Domains-model-for-animal-welfare-assessment-to-incorporate-positive-welfare-states.pdf. Acesso em 5 de agosto de 2022.

Monteiro VS, Xavier FDG, Souza FAZ, Lopes MR, Moreira MB (2020) Características socioeconômicas e perfil de saúde auditiva de trabalhadores rurais do semiárido nordestino. **Audiology - Communication Research** 25: 1-8.

Müller BR, Soriano V S, Bellio JCB, Molento CFM (2019). Facial expression of pain in Nellore and crossbred beef cattle. **Journal of Veterinary Behavior**. 34: 60–65.

Newman R (2007) **A Guide to Best Practice Husbandry in Beef Cattle: Branding, Castrating and Dehorning**. North Sydney- Australia: NSW: Meat & Livestock Australia 46 p.

O'Toole D, Fox JD (2003) Chronic hyperplastic and neoplastic cutaneous lesions (Marjolin's Ulcer) in hot-brand sites in adult beef cattle. **Journal of Veterinary Diagnostic Investigation** 15: 64–67.

Orihuela A, Ungerfel R (2019) **Prácticas Zootécnicas Dolorosas: Evaluación y Alternativas para el Bienestar Animal**. Texcoco, México: Editorial del Colegio de Postgraduados. Disponível em <http://libros.uaem.mx/archivos/epub/practicas-zootecnicas/practicas-zootecnicas.pdf>. Acesso em 12 de junho de 2022.

Paes DLN. **Sob os Signos das Boiadas: As Marcas de Ferrar Gado que Povoam o Sertão Paraibano**. Dissertação apresentada ao curso de Mestrado Profissional do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional, Rio de Janeiro-RJ, 2012. Disponível em: <https://docplayer.com.br/8157631-Sob-os-signos-das-boiadas-as-marcas-de-ferrar-gado-que-povoam-o-sertao-paraibano.html>. Acesso em 12 de janeiro de 2022.

Pereima APG, Pollo V, Souza JA, Araujo EJ, Feijó R, Lopes MJ (2011) Análise do método clínico no diagnóstico diferencial entre queimaduras de espessura parcial e total. **Revista Brasileira de Queimaduras** 10: 42–49.

Pinillos RG, Appleby MC, Manteca X, Scott PF, Smith C, Velarde A (2016) One Welfare - A platform for improving human and animal welfare. **Veterinary Record** 179: 412–413.

Qiao Y, Kong H, Clark C, Lomax S, SU D, Eiffert S, Sukkarieh S (2021) Intelligent perception for cattle monitoring: A review for cattle identification, body condition score evaluation, and weight estimation. **Computers and Electronics in Agriculture** 185: 106-143.

Re M, Blanco J, Gómez IAS (2016). Ultrasound-guided nerve block anesthesia. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice** 32: 133–147.

Reis RT, Barella BP, Stoppa MH (2019) Management and control of cattle using Identification by RFID technology. **International Journal for Innovation Education and Research** 7: 301–316.

Roncatto FM (2020) A ferro e fogo: simbologia na marcação do gado nos campos de palmas: 1887-1938. **Brazilian Journal of Development** 6: 40389–40405.

Rostamabadi A, Zamanian Z, Sedaghat Z (2017) Factors associated with work ability index (WAI) among intensive care units' (ICUs') nurses. **Journal of Occupational Health** 59: 147–155

Santamarina C, Hernández JM, Babot D, Caja G (2007) Comparison of visual and electronic identification devices in pigs: Slaughterhouse performance. **Journal of Animal Science** 85: 497–502.

Schmidek A, Durán H, Paranhos da Costa MJR (2014) **Boas Práticas de Manejo Identificação**. 1ªEd. Jaboticabal-SP: Funep. Disponível em: http://www.grupoetco.org.br/arquivos_br/manuais/manual-boas-praticas-de-manejo_identificacao.pdf. Acesso em 1 de maio de 2022.

Schmidek A, Figueiredo L, Mercadante MEZ, Ciocca JRP; Paranhos da Costa, MJR (2006) Avaliação da retenção de brincos de identificação em bezerros de corte sob sistema extensivo de criação. Disponível em: <https://www.beefpoint.com.br/avaliacao-da-retencao-de-brincos-de-identificacao-em-bezerros-de-corte-sob-sistema-extensivo-de-criacao-32533/>. Acesso em 15 de janeiro de 2022.

Temple D, Manteca X (2020) Animal welfare in extensive production systems is still an area of concern. **Frontiers in Sustainable Food Systems** 4: 1-18.

Tolleson DR, Campbell E, Garza N, Moen R (2019) Non-invasive monitoring of hot-iron brands on growing cattle. **Journal of Animal Science** 97: 49–50.

Toussaint J, Singer AJ (2014) The evaluation and management of thermal injuries: 2014 update. **Clinical and Experimental Emergency Medicine** 1: 8–18.

Tucker CB, Mintline EM, Banuelos J, Walker KA, Hoar B, Varga A, Drake D, Weary DM (2014) Pain sensitivity and healing of hot-iron cattle brands. **Journal of Animal Science** 92: 5674–5682.

USDA/APHIS - United States Department of Agriculture/ Animal and Plant Health Inspection Service (2018) **Branding Requirements for Bovines Imported into the United States from Mexico**. Disponível em <https://www.federalregister.gov/documents/2018/12/14/2018-27150/branding-requirements-for-bovines-imported-into-the-united-states-from-mexico>. Acesso em 5 de agosto de 2022.

USDA/APHIS - United States Department of Agriculture/ Animal and Plant Health Inspection Service (2019) **Animal Disease Traceability. General Standards**. Version 2.8 Disponível em

https://www.aphis.usda.gov/traceability/downloads/ADT_standards.pdf. Acesso em 5 de agosto de 2022.

Valle RE, Pereira AM (2019) **Histórico e Avanços do Programa Boas Práticas Agropecuárias – Bovinos de Corte (BPA) entre 2003 e 2019**. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 58 p. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1119233/historico-e-avancos-do-programa-boas-praticas-agropecuarias---bovinos-de-corte-bpa-entre-2003-e-2019#:~:text=Publica%C3%A7%C3%B5es-,Hist%C3%B3rico%20e%20avan%C3%A7os%20do%20Programa%20Boas%20Pr%C3%A1ticas%20Agropecu%C3%A1rias%20%2D%20Bovinos%20de,no%20mercado%20mundial%20de%20carnes>. Acesso em 8 de abril de 2022.

Williams W, Brumby S, Calvano A, Hatherell T, Mason H, Mercer GC, Hogan A (2015) Farmers' work-day noise exposure: Farmers' noise exposure. **Australian Journal of Rural Health** 23: 67–73.

Webster, J (2016) Animal welfare: Freedoms, dominions and “A Life Worth Living”. **Animals** 6: 35.

WOAH - World Organization for Animal Health (2021) **Chapter 7.9. Animal Welfare and Beef Cattle Production Systems, Terrestrial Animal Health Code**. Disponível em: <https://www.woah.org/en/what-we-do/standards/codes-and-manuals/terrestrial-code-online-access/>. Acesso em 5 de agosto de 2022.