

Análise do abate de bovinos como componente de vigilância para a febre aftosa no estado do Maranhão, no ano de 2020

Analysis of cattle slaughter as a surveillance component for foot-and-mouth disease in the state of Maranhão, in 2020

Análisis del sacrificio de ganado como componente de vigilancia de la fiebre aftosa en el estado de Maranhão, en 2020

Recebido: 18/04/2022 | Revisado: 29/04/2022 | Aceito: 01/05/2022 | Publicado: 03/05/2022

Margarida Paula Carreira de Sá Prazeres

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6791-3718>

Agência Estadual de Defesa Agropecuária do Maranhão, Brasil

E-mail: guidaprazeres@hotmail.com

Rosiane de Jesus Barros

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3198-6576>

Agência Estadual de Defesa Agropecuária do Maranhão, Brasil

E-mail: rosianejbarros@gmail.com

Anna Karoline Amaral Sousa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8996-9309>

Agência Estadual de Defesa Agropecuária do Maranhão, Brasil

E-mail: akarolsousa@hotmail.com

Iran Alves da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8723-7075>

Universidade Estadual do Maranhão, Brasil

E-mail: iranalves46@gmail.com

Luciano Santos da Fonseca

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7463-6322>

Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão, Brasil

E-mail: luciano.fonseca@uemasul.edu.br

Viviane Correa Silva Coimbra

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7611-6673>

Universidade Estadual do Maranhão, Brasil

E-mail: viviane.coimbra@cca.uema.br

Resumo

Objetivou-se realizar a análise do abate de bovinos como componente de vigilância para a febre aftosa no estado do Maranhão, no ano de 2020. Para tanto, realizou-se um estudo epidemiológico descritivo utilizando dados secundários extraídos da: i) Guia de Trânsito Animal (GTA) para abate de bovinos emitidas no ano de 2020; ii) relação dos estabelecimentos de abate; e iii) relatório de cadastramento dos pontos de maior risco de disseminação de enfermidades. Dados adicionais sobre condenações de abate em estabelecimentos registrados no Serviço de Inspeção Federal (SIF), foram extraídos do site do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA). Foram obtidos os seguintes indicadores de efetividade: i) distribuição dos estabelecimentos que abatem espécies suscetíveis à febre aftosa; ii) distribuição e concentração da origem dos animais; iii) percentual de animais e propriedades que enviaram animais suscetíveis à febre aftosa para abate; e iv) número de investigações com casos prováveis a partir dessa vigilância. Os resultados mostraram que foram emitidas 38.612 (97,488%) GTAs, com 37.642 (96,226%) bovinos. Destas movimentações 93,05% foram destinadas para dentro do estado (abate interno ao município de origem dos animais). A movimentação para abate teve participação de 9.015 (8,53%) das propriedades cadastradas. Conclui-se que a espécie bovina é, dentre as espécies suscetíveis à febre aftosa, aquela com maior destaque na finalidade de abate e para o abastecimento do mercado consumidor interno do Maranhão, sendo a região Oeste a de maior expressividade no número de emissões de GTA e quantitativo de bovinos para esta finalidade.

Palavras-chave: Instituições governamentais; Vigilância; Movimentação animal; Serviço de inspeção.

Abstract

The objective was to carry out the analysis of the slaughter of cattle as a component of surveillance for foot-and-mouth (FMD) disease in the state of Maranhão, in the year 2020. For this purpose, a descriptive epidemiological study was carried out using secondary data extracted from: i) Animal Transit Guide (ATG) for the slaughter of cattle issued in the year 2020; ii) list of slaughterhouses; and iii) a report on the registration of the points of greatest risk for the

spread of diseases. Additional data on slaughter convictions in establishments registered in the Federal Inspection Service were extracted from the website of the Ministry of Agriculture, Livestock and Supply. The following effectiveness indicators were obtained: i) distribution of establishments that slaughter species susceptible to foot-and-mouth disease; ii) distribution and concentration of animal origin; iii) percentage of animals and properties that sent animals susceptible to FMD for slaughter; and iv) number of investigations with probable cases from this surveillance. The results showed that 38,612 (97.488%) ATG were issued, with 37,642 (96.226%) cattle. Of these movements, 93.05% were destined for within the state (slaughter within the municipality of origin of the animals). The movement for slaughter accounted for 9,015 (8.53%) of the registered properties. It is concluded that the bovine species is, among the species susceptible to foot-and-mouth disease, the one with greater prominence for the purpose of slaughter and for supplying the internal consumer market of Maranhão, with the West region being the most expressive in the number of ATG emissions and number of cattle for this purpose.

Keywords: Government institutions; Surveillance; Animal movement; Inspection service.

Resumen

El objetivo fue realizar el análisis del sacrificio de ganado vacuno como componente de la vigilancia de la fiebre aftosa en el estado de Maranhão, en el año 2020. Para ello, se realizó un estudio epidemiológico descriptivo utilizando datos secundarios. extraído de: i) Guía de Tránsito Animal (GTA) para el sacrificio de ganado vacuno emitida en el año 2020; ii) lista de mataderos; y iii) un informe sobre el registro de los puntos de mayor riesgo para la propagación de enfermedades. Del sitio web del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Abastecimiento se extrajeron datos adicionales sobre condenas por faena en establecimientos registrados en el Servicio Federal de Inspección. Se obtuvieron los siguientes indicadores de efectividad: i) distribución de los establecimientos que sacrifican especies susceptibles a la fiebre aftosa; ii) distribución y concentración de origen animal; iii) porcentaje de animales y propiedades que enviaron animales susceptibles a la fiebre aftosa para el sacrificio; y iv) número de investigaciones con casos probables de esta vigilancia. Los resultados mostraron que se emitieron 38.612 (97,488%) GTA, con 37.642 (96,226%) bovinos. De estos movimientos, el 93.05% tuvo como destino el interior del estado (sacrificio dentro del municipio de origen de los animales). El movimiento para sacrificio representó 9.015 (8,53%) de las propiedades registradas. Se concluye que la especie bovina es, entre las especies susceptibles a la fiebre aftosa, la que tiene mayor destaque para el sacrificio y para el abastecimiento del mercado consumidor interno de Maranhão, siendo la región Oeste la más expresiva en el número de emisiones de GTA y el número de cabezas de ganado destinadas a este fin.

Palabras clave: Instituciones gubernamentales; Vigilancia; Movimiento de animales; Servicio de inspección.

1. Introdução

O vírus da febre aftosa (VFA) é um vírus de RNA de fita simples, sem envelope, de sentido positivo, do gênero *Aphthovirus* da família *Picornaviridae*, com sete sorotipos antígenicamente distintos. Este vírus apresenta um potencial de rápido espalhamento entre animais de cascos fendidos economicamente importantes (a exemplo de bovinos, ovinos, caprinos, bubalinos e suínos), causando uma doença altamente contagiosa com alta morbidade, que leva à redução na produção em animais de criação e perda de força do animal de tração, porém apresenta uma mortalidade que geralmente se limita apenas a animais jovens (Armson et al., 2018; Chanchaidechachai et al., 2021; Garner et al., 2021; Menezes, et al., 2020; Paton et al., 2018; Probert et al., 2016; Seeyo et al., 2020; Soria et al., 2018; Valdazo-Gonzalez et al., 2015).

Robertson (2020) destaca a importância dos animais domesticados e não domesticados como meio de proporcionar benefícios financeiros e não financeiros significativos à população humana. Ressalta que a pecuária apresenta importância econômica para as comunidades e famílias, fornecendo alimentos, fibras, peles, estrume para combustível e fertilizante e força de tração, além de ter significado cultural e desempenhar um papel na condição de indivíduos em certas sociedades. Alerta, no entanto, que as doenças podem ter um impacto significativo na produtividade do gado e na qualidade do produto fabricado. O gado é altamente suscetível ao VFA que geralmente ganha entrada através do trato respiratório desses animais, se replicando em tecidos do sistema respiratório superior, sendo o palato mole e a faringe locais preferenciais para a replicação e persistência em ruminantes (Soria et al., 2018).

A febre aftosa (FA) é uma enfermidade que representa grave ameaça ao setor agropecuário devido caráter altamente contagioso. Surtos podem levar a interrupções substanciais nos mercados de gado devido à perda de produção e acesso aos mercados internacionais (Feng et al., 2017). Atualmente, é considerada a doença infecciosa animal mais importante do mundo devido ao impacto econômico, que pode causar perdas na produção, reações restritivas por parte dos serviços de defesa

sanitária animal e embargos no trânsito interno e externo (Menezes et al, 2020). De grande importância social e econômica, a FA atinge produtores rurais, empresários e agricultores familiares, determinando grandes prejuízos econômicos, redução da produtividade do rebanho, diminuição da rentabilidade da pecuária, onera custos públicos e privados, principalmente pela necessidade de investimentos para sua prevenção, controle e erradicação (Silva & Miranda, 2005).

Segundo Paton et al. (2018) quando em zonas endêmicas ou em epidemias de FA, a circulação viral se dá pelos mecanismos de transmissão clássicos (e.g. contato direto, fômites, produtos de origem animal comercializados). Entretanto, em se tratando de áreas livres, nas incursões do vírus geralmente se observa a ausência de ligações epidemiológicas óbvias, explicada muitas vezes por eventos de baixa probabilidade, de forma que o desafio é entender, quantificar e modelar a multiplicidade das diferentes rotas de transmissão da enfermidade, mecanismo de propagação e impacto provável das medidas de controle.

Para Knight-Jones et al. (2017) as consequências da ocorrência de FA apresenta caráter complexo, com impactos diretos e indiretos, além de perdas visíveis e invisíveis, porém todos com potencial de provocar danos substanciais, difíceis de estimar e altamente variáveis, sendo necessária uma compreensão da amplitude desse impacto para a definição das políticas de controle de doenças, principalmente em países endêmicos, em que as perdas diretas e visíveis na produção pela enfermidade podem ser variadas e medidas de maneiras diferentes principalmente para grandes e pequenos criadores de suínos e fazendas de gado leiteiro que geralmente são os mais afetados nestes locais.

Para Silva e Miranda (2005), os impactos diretos e indiretos da doença são difíceis de mensurar, pois englobam desde redução nos preços das transações comerciais, limitação na exportação impactando em toda a cadeia produtiva, desgaste na credibilidade nacional quanto à qualidade e sanidade dos rebanhos, até custos adicionais públicos e privados em adotar as medidas necessárias para conter o foco e retomar a condição sanitária anterior.

Valdazo-Gonzalez et al. (2015) enfatizam que estudos sobre o genoma viral da FA podem contribuir no conhecimento sobre a evolução e comportamento do VFA, identificando e analisando suas origens, padrões de transmissão, propagação e potenciais riscos, de forma a prever e atuar na detecção precoce e/ou controle da doença. Rocha et al. (2020) em estudo sobre a estomatite vesicular, doença confundível com FA, alerta que são necessárias estratégias de prevenção da ocorrência e erradicação de focos como atividade de vigilância passiva e estrito controle sanitário, e que estas medidas são diretamente associadas às ações direcionadas para detecção de qualquer suspeita de doença vesicular. Armson et al. (2018) destaca que a detecção rápida e precisa é fundamental para facilitar o controle e, eventualmente, erradicar a FA.

Menezes et al. (2020) ressaltam a relevância do Serviço Veterinário Oficial (SVO) empreender esforços nas ações de atenção veterinária, que no controle animal, nas estratégias de educação e comunicação em saúde para produtores, reforço na estrutura e tecnologias para auxiliar na detecção precoce, diagnóstico e erradicação de surtos de forma rápida e eficiente mitigam o impacto da disseminação para outras regiões.

Garner et al. (2021) alertam que após um surto de FA será necessária vigilância para demonstrar que (i) a infecção foi erradicada da população, (ii) a fim de evitar novos surtos e (iii) atender aos requisitos internacionais para recuperar a condição de livre da enfermidade, e satisfazer os parceiros comerciais para recuperar o acesso aos mercados internacionais. Acrescentam, ainda, que para isso, um país precisa seguir as diretrizes do Código Sanitário para Animais Terrestres da Organização Mundial de Saúde Animal (OIE), que incluem períodos mínimos desde o último caso de doença e vigilância apropriada para identificar a enfermidade e infecção ou transmissão de FA.

A FA, que teve seus primeiros registros de ocorrência na pecuária brasileira no século XIX (Müller et al., 2007), é uma doença de notificação obrigatória por qualquer cidadão, feita imediatamente ao serviço oficial (BRASIL, 2013). Conhecida pelos prejuízos econômicos que causa em toda a cadeia produtiva da pecuária, quando endêmica, provoca interrupções nos mercados de gado devido à perda da produção, se tornando a principal restrição de um país ou região ao

comércio internacional de animais e produtos de origem animal, enquanto que os países livres de FA recebem melhores lucros para animais e produtos (Feng, et al., 2017; Probert et al., 2016; Rodrigues et al., 2017; Seeyo et al., 2020).

No Brasil, o componente de vigilância epidemiológica é responsável pela observação sistemática e permanente dos rebanhos suscetíveis, das condições de presença ou ausência da doença, dos fatores de risco de sua introdução e disseminação, da manutenção de nichos endêmicos e de suas interações com os sistemas de produção. Além disso, este sistema trabalha com cinco componentes analíticos de vigilância: (i) a partir das notificações de suspeitas de doenças vesiculares; (ii) em estabelecimentos rurais; (iii) em eventos agropecuários; (iv) em estabelecimentos de abate; e (v) estudos soroepidemiológicos exclusivo nas zonas com vacinação do país (Brasil, 2020).

Sá e Melo (2016) relatam que o trânsito de animais e de seus produtos é um importante fator de risco para introdução e disseminação de doenças infecciosas, de caráter agudo e de grande importância econômica. Marques et al. (2015) consideram a movimentação de bovinos infectados com FA como o principal fator associado à ocorrência e disseminação da doença e defende medidas como isolamento de bovinos na origem e no destino, a análise clínica e exames laboratoriais como providências essenciais para mitigar o risco de introdução do vírus em áreas consideradas livres da doença.

A movimentação de gado entre as instalações desempenha um papel crítico na introdução e disseminação de doenças infecciosas entre as propriedades de animais. Para estes autores, os movimentos de gado entre instalações e mercados podem ser caracterizados como uma rede dinâmica onde a própria estrutura da rede pode impactar criticamente a dinâmica de transmissão de muitas doenças infecciosas. Para demonstrar com precisão as conexões dinâmicas da rede, são utilizados os dados das movimentações, por meio dos registros dos documentos oficiais de rastreamento animal, que são essenciais para identificar padrões críticos para a compreensão da propagação de qualquer doença potencial (Mohr et al., 2018).

O estudo dessas redes de fluxo de animais possibilita conhecer a dinâmica das doenças nos rebanhos, podendo caracterizar o desencadeamento e a evolução de surtos em rede, permitindo estimar o risco da transmissão de patógenos e da disseminação de uma doença em regiões de concentração pecuária, por meio da avaliação das possíveis vias de contato de animais suspeitos com rebanhos e propriedades existentes nas rotas utilizadas (Sá & Melo, 2016). Por meio do estudo da movimentação em rede é possível identificar em redes biológicas, aquelas propriedades de mundo pequeno que são caracterizadas pelo agrupamento local de contatos com os ocasionais saltos de longa distância que são responsáveis pela disseminação de doenças para comunidades de rede mais distantes (Gates & Woolhouse, 2015).

A importância dos movimentos entre rebanhos na epidemiologia das doenças dos animais foi reconhecida há muito tempo (Bajardi et al., 2011), e muitos estudos investigaram como as informações sobre os movimentos dos animais podem ser usadas para entender a transmissão e disseminação de agentes infecciosos ou para vigilância de alvos. O conhecimento das relações espaciais entre rebanhos que trocam animais também é importante para a compreensão de como a doença pode se espalhar pelo espaço físico (Tratalos et al., 2020).

O conhecimento das rotas de trânsito e o monitoramento da movimentação de animais tornam-se fundamentais para fornecer subsídios ao processo de decisão e execução de medidas para prevenção e controle da introdução de enfermidades. No Brasil, o controle sobre o trânsito de animais é feito com base na premissa de que toda a movimentação de animal suscetível à FA deve ser acompanhada da Guia de Trânsito Animal (GTA), que no caso de bovinos, é emitida pelo SVO. Além deste, outros documentos podem ser requeridos de acordo com as exigências sanitárias em vigor (Sá & Melo, 2016).

A GTA é um documento que permite a rastreabilidade dos animais. É por meio dela que se promovem os registros diários da movimentação de animais dentro do estado, informando os municípios de origem e destino, a quantidade de animais movimentados e sua finalidade. Ela representa os dados oficiais de controle de movimentação de animais dentro e entre estados brasileiros (Menezes et al., 2020).

O componente de vigilância em estabelecimentos de abate de animais suscetíveis à FA constitui importante fonte de

informação, uma vez que tem por objetivo a coleta de dados epidemiológicos para identificar os estabelecimentos rurais de origem dos animais, a detecção de sinais clínicos e patológicos através dos exames *anti* e *post mortem* de forma padronizada, a representatividade da população animal existente destinada ao abate, e auxiliar na compreensão das causas que decorrem em perdas no abatedouro, com um baixo custo (Bezerra, 2020; Brasil, 2020; Cavalcante, 2021; Guardone et al., 2020).

A vigilância ativa¹ em estabelecimentos de abate de animais suscetíveis à FA é parte integrante do sistema de vigilância para doenças vesiculares, atividade realizada pelo SVO (Bezerra, 2020; Cavalcante, 2021). As atividades de controle realizadas no estabelecimento de abate compreendem inspeções para verificar a saúde e o bem-estar dos animais e a salubridade dos produtos de origem animal (Guardone et al., 2020). O Serviço de inspeção presente nos estabelecimentos de abate, além da garantia de obtenção de alimentos seguros, tem a função de identificar possíveis lesões sugestivas de doenças de notificação obrigatória (Cardoso & Alves, 2020).

Para Guardone et al. (2020) a inspeção de abate visa prevenir e detectar riscos à saúde pública, como patógenos de origem alimentar ou contaminantes químicos, proteger os consumidores da exposição aos perigos transmitidos pela carne e garantir a segurança e a qualidade dos produtos consumidos no mercado interno ou exportados. Para estes autores, o estabelecimento de abate é um ponto de observação privilegiado para monitorar a evolução das principais doenças ao longo do tempo. Nesse contexto o presente estudo objetivou realizar a análise do abate de bovinos como componente de vigilância para a FA no estado do Maranhão, no ano de 2020, a fim de caracterizar a movimentação animal, analisar a taxa de abate de bovinos e verificar o papel da inspeção na vigilância dessa enfermidade.

2. Metodologia

A área selecionada para o levantamento foi o estado do Maranhão, que está localizado a 05°05'12" latitude Sul e 42°48'42" a Oeste do Meridiano de Greenwich (Laboratório de Meteorologia (Labmet), 2014). Possui área territorial de 331.937,450 km², população estimada em 7.035.055 de habitantes, distribuídos em 217 municípios (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 2019) e apresenta relevante papel na produção agropecuária, com destaque para a exploração de bovinos.

Realizou-se um estudo epidemiológico descritivo, quali-quantitativo (Pereira et al., 2018), utilizando dados secundários cedidos pela Agência Estadual de Defesa Agropecuária do Maranhão (Aged/MA) e coletados dos seguintes documentos institucionais: i) da Guia de Trânsito Animal (GTA) para abate de bovinos emitidas no ano de 2020; ii) da relação dos estabelecimentos de abate; e iii) do relatório de cadastramento dos pontos de maior risco de disseminação de enfermidades. Dados adicionais sobre condenações de abate em estabelecimentos registrados no Sistema de Inspeção Federal (SIF), foram extraídos do site do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) por meio do relatório de Destino de Matérias-Primas e Produtos por unidade federativa (UF) (BRASIL, 2021. <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-animal/sif>).

Os dados foram tabulados, seguidos de análise e interpretação. As informações foram mantidas em planilhas eletrônicas e apresentadas em tabelas de forma a permitir uma boa visão das variáveis, com obtenção dos indicadores padronizados para análise de componente de vigilância para febre aftosa e elaboração de gráficos e mapas colorplégicos. Seguindo a metodologia de avaliação do sistema de vigilância para FA proposto pelo MAPA (Brasil, 2020), foram obtidos os seguintes indicadores de efetividade: i) distribuição dos estabelecimentos que abatem espécies suscetíveis à febre aftosa, em nível de município; ii) distribuição e concentração da origem dos animais que foram abatidos, por espécie; e iii) percentual de

¹ **Vigilância ativa** - termo empregado, geralmente, para o levantamento de dados produzidos especialmente para investigação epidemiológica dos rebanhos, incluindo a busca deliberada e detalhada de evidências da doença na população animal com objetivo de confirmar sua presença ou ausência (Agrodefesa, 2019; Organização Pan-Americana da Saúde - Opas, 2010).

animais e propriedades que enviaram animais suscetíveis à febre aftosa para abate, em nível de município.

Foram realizadas análises estatísticas descritivas para obtenção das frequências absolutas e relativas das variáveis consideradas utilizando o programa Microsoft Excel para Office 365, e para as análises espaciais e elaboração de mapas colorplégicos foi utilizado o software *Qgis* 3.16.6 – *Hannover*.

3. Resultados e Discussão

No ano de 2020 foram emitidas 38.612 GTAs para animais susceptíveis à FA, com a finalidade de abate, no estado do Maranhão (Tabela 1). Em virtude da predominância de bovinos no trânsito de animais para estabelecimentos de abate, essa espécie foi escolhida como referência para análise deste componente da vigilância. O valor encontrado para a finalidade abate, demonstrou que a participação de bovinos representou quase a totalidade da movimentação animal (96,22%). Proporção superior à encontrada no Mato Grosso do Sul por Menezes et al. (30,3%) em 2015 e por Iagro (58,83%) em 2021.

Avaliação realizada pelo MAPA sobre estabelecimentos de abate no Brasil em 2019, constatou que em 10 UFs, o envio de bovinos e bubalinos ao abate representou mais de 90% do total de animais suscetíveis à FA, destinados à essa finalidade, demonstrando a predominância destes animais na produção de carne. Fazem parte deste grupo os estados de Roraima, Amapá, Pará, Rondônia, Tocantins, Maranhão, Amazonas, Acre e Sergipe (Brasil, 2020).

Tabela 1. Proporção de animais para abate por espécie no Maranhão, 2020.

| ESPÉCIE | NÚMERO DE GTA | | TOTAL DE ANIMAIS | |
|--------------|---------------|---------------|------------------|---------------|
| | n | % | n | % |
| Bovina | 37.642 | 97,49 | 594.483 | 96,23 |
| Bubalina | 712 | 1,84 | 4565 | 0,74 |
| Caprina | 1 | 0,003 | 21 | 0,003 |
| Suíno | 257 | 0,67 | 18.731 | 3,03 |
| TOTAL | 38.612 | 100,00 | 617.800 | 100,00 |

Fonte: AGED (2020).

Em relação ao destino das movimentações de animais susceptíveis à FA para abate no Maranhão, o trânsito intraestadual representou 93,05% das GTAs emitidas, totalizando 35.929 movimentações e 512.847 cabeças abatidas (Tabela 2). Este valor é semelhante ao encontrado por Iagro (2020) para o ano de 2020 no Mato Grosso do Sul, em que o abate no próprio estado correspondeu a 91,58% das movimentações de animais. No trânsito interestadual, o estado de Pernambuco foi o principal destino das movimentações para abate no período (2,53% da quantidade de GTA emitidas e 4,47% do quantitativo de bovinos para abate).

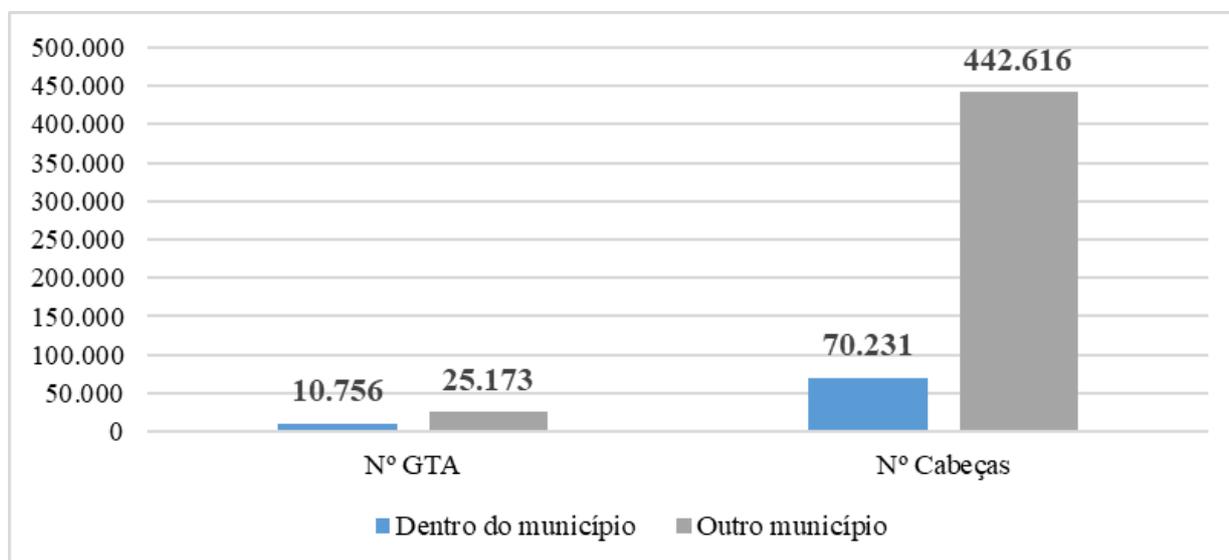
Tabela 2. Proporção da emissão de GTA com a finalidade de abate e destino no estado do Maranhão, 2020.

| UF DE DESTINO DOS ANIMAIS | QUANTIDADE DE GTA EMITIDAS | | QUANTITATIVO DE BOVINOS ABATIDOS | |
|---------------------------|----------------------------|---------------|----------------------------------|---------------|
| | n | % | n | % |
| MA | 35.929 | 93,05 | 512.847 | 86,75 |
| PE | 976 | 2,53 | 27.594 | 4,47 |
| CE | 534 | 1,38 | 11.222 | 1,85 |
| PB | 275 | 0,71 | 14.642 | 2,37 |
| TO | 272 | 0,70 | 10.013 | 1,62 |
| PI | 231 | 0,60 | 5.407 | 0,88 |
| RN | 115 | 0,30 | 2.932 | 0,47 |
| AL | 99 | 0,26 | 2.862 | 0,46 |
| SP | 50 | 0,13 | 3.215 | 0,52 |
| BA | 44 | 0,11 | 1.551 | 0,25 |
| SE | 43 | 0,11 | 1.291 | 0,21 |
| PA | 34 | 0,09 | 637 | 0,10 |
| MT | 10 | 0,03 | 270 | 0,04 |
| TOTAL | 38.612 | 100,00 | 594.483 | 100,00 |

Fonte: AGED (2020).

Os dados de movimentação interestadual de animais susceptíveis à FA para abate indicaram que a comercialização entre municípios foi mais expressiva que o abate dentro do próprio município (Figura 1). Tal fato pode ser explicado pela distribuição geográfica desigual dos aglomerados urbanos com elevada densidade populacional humana (fonte consumidora de alimentos) associado à concentração de estabelecimentos de abate nessas imediações.

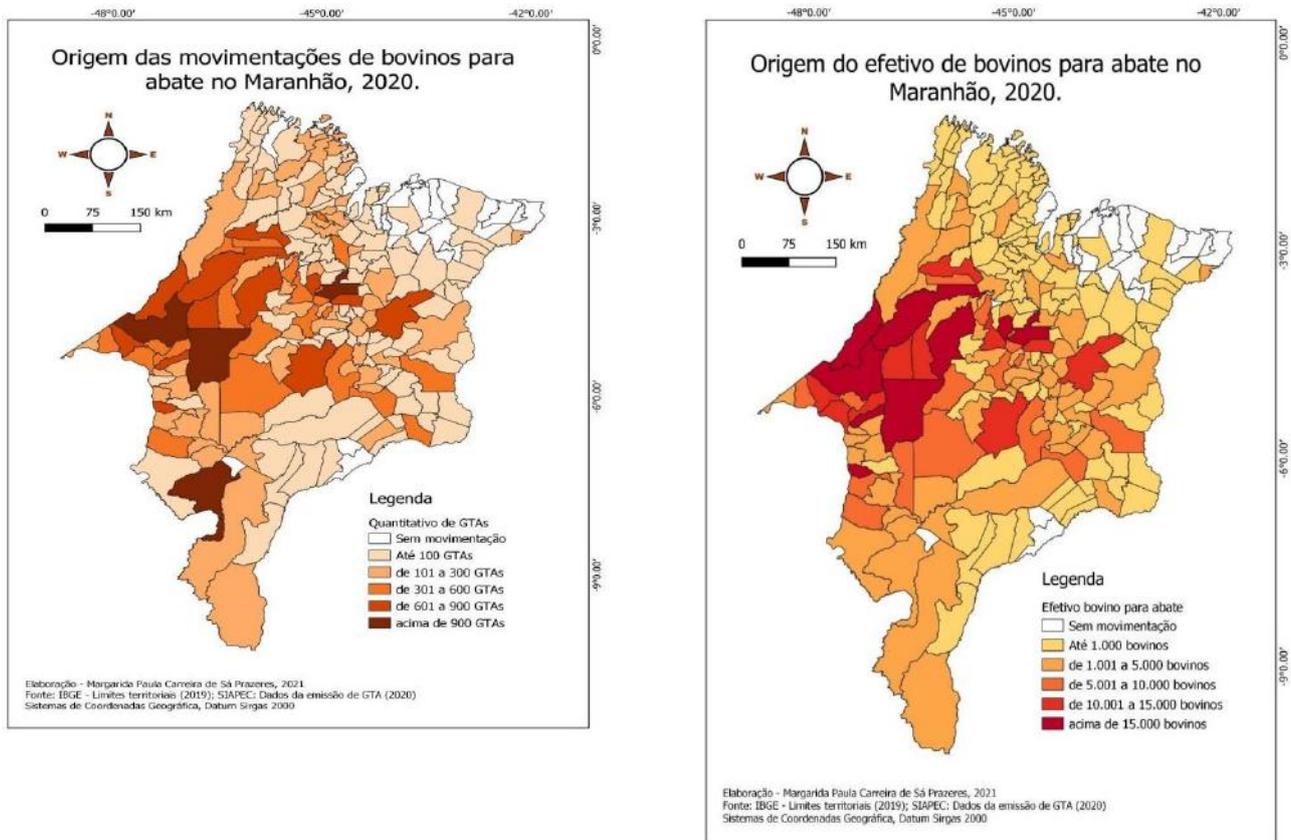
Figura 1. Proporção do trânsito interestadual de bovinos, com a finalidade de abate no estado do Maranhão, 2020.



Fonte: AGED (2020).

No estudo da caracterização da movimentação de animais susceptíveis à FA para abate foi possível verificar, para o ano de 2020, que em relação à origem das movimentações de bovinos para abate, 25 municípios (11,52%) não registraram emissão de GTA para abate, enquanto aqueles que as registraram, apresentaram uma média de 196,05 GTAs emitidas/ano e movimentação média de 3.096,26 bovinos/ano. Constatou-se que os municípios localizados na mesorregião Oeste maranhense concentraram maior número de emissões de GTA (movimentações) e quantitativo de bovinos para abate (Figura 2) no estado.

Figura 2. Montagem ilustrativa de mapas para comparação entre as densidades da origem das movimentações (emissões de GTA) e do efetivo de bovino enviados para abate, por município, no Maranhão, 2020.



Fonte: AGED (2020).

Na Figura 2 é possível notar a participação dos municípios na distribuição de animais para abate, principalmente, como fornecedor de matéria-prima para a indústria cárnea. Nesta figura, também se identifica aqueles municípios em que não se observou registro de emissão de GTA para movimentação de bovinos para abate no período avaliado, concentrados principalmente no nordeste do estado. Historicamente, nesta área do estado há registro de baixa concentração destes animais, o que pode ser explicado pelo aspecto climático e biomas da região (áreas de Cerrado e vegetação de restinga – área do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses).

Isto pode, ainda, ser esclarecido conforme a premissa proposta por Knight-Jones et al. (2015) que explica o contraste entre o gado criado extensivamente por pequenos proprietários que geralmente só é negociado quando é necessário dinheiro (a perda de peso pelo animal, em curto prazo, não configura um problema), e os sistemas comerciais de criação de gado, em que os atrasos no tempo de engorda dos animais reduzem os lucros. Isto poderia justificar uma maior movimentação por parte de municípios que possuem grandes propriedades produtoras de animais para destinação ao abate.

A comparação entre as principais cidades com destaque na movimentação de bovinos para abate está relacionada na Tabela 3. Onde observa-se que o município de Açailândia foi o principal responsável pela emissão de GTA de bovinos para abate e, também, aquele que encaminhou o maior número de animais desta espécie destinada ao abate.

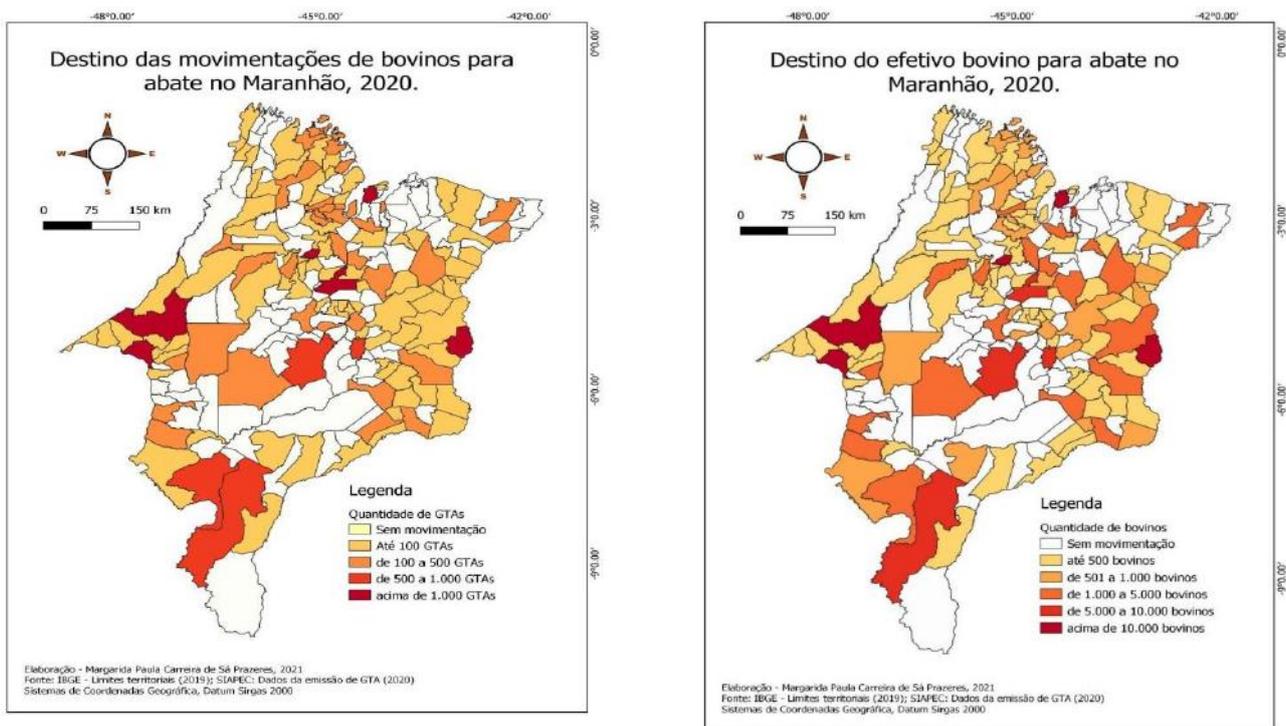
Tabela 3. Principais municípios de origem da movimentação de bovinos para abate no Maranhão, em 2020.

| Ordem | Quantidade de GTA para bovinos com a finalidade abate por município emissor - Origem da Movimentação | | Quantidade de bovinos movimentados com a finalidade abate por município emissor - Origem da Movimentação | |
|-------|--|-------|--|--------|
| 1º | Açailândia | 3.250 | Açailândia | 57.113 |
| 2º | Bacabal | 1.891 | Campestre do Maranhão | 22.845 |
| 3º | Amarante do Maranhão | 1.555 | Amarante do Maranhão | 22.035 |
| 4º | Riachão | 930 | Itinga do Maranhão | 18.948 |
| 5º | Santa Luzia | 880 | Santa Luzia | 18.033 |

Fonte: AGED (2020).

A Figura 3 ilustra as densidades de destino das movimentações (recepção das emissões de GTA) e do efetivo de bovino recebidos para abate por município. Na comparação é possível observar que seis municípios receberam acima de 1.000 GTA no ano e que cinco municípios captaram acima de 10.000 bovinos para abate nesse mesmo período.

Figura 3. Montagem ilustrativa de mapas para comparação entre as densidades do destino das movimentações e do efetivo de bovino enviados para abate, por município, no Maranhão, 2020.



Fonte: AGED (2020).

O município de Imperatriz foi o maior responsável pela captação de GTA e de bovinos para abate (Tabela 4), sendo seguido por municípios que apresentam maior densidade populacional e/ou sediam estabelecimentos de abate com serviços de inspeção, o que pode explicar a concentração de maior fluxo de movimentações para abate de bovinos em 2020 para estas áreas.

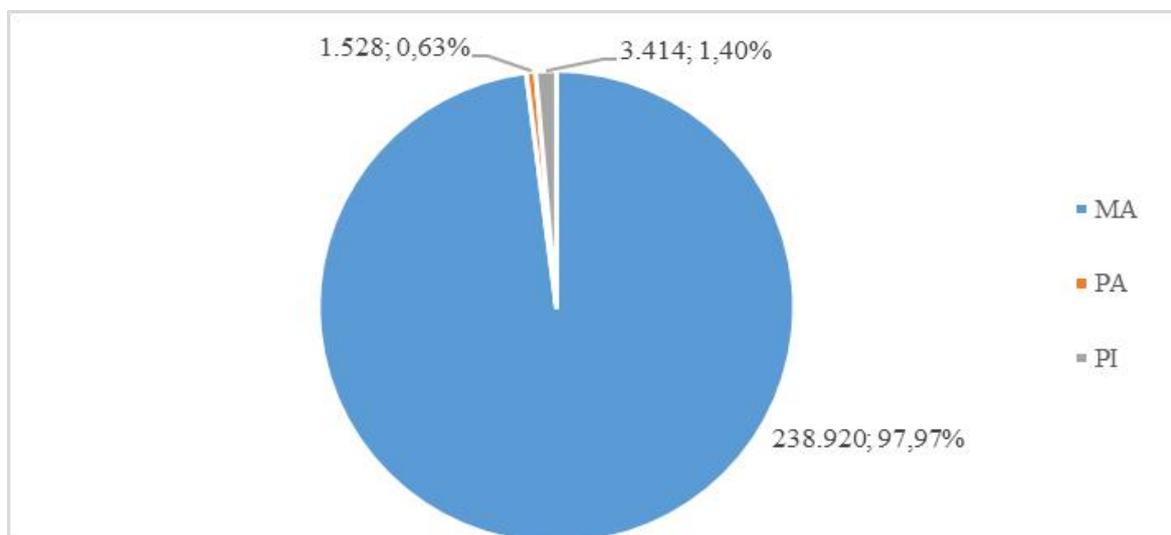
Tabela 4. Principais municípios de destino da movimentação de bovinos para abate no Maranhão, em 2020.

| Ordem | Quantidade recebida de GTA para bovinos com a finalidade abate por município – Destino da Movimentação | | Quantidade recebida de bovinos com a finalidade abate por município – Destino da Movimentação | |
|-------|--|-------|---|---------|
| 1º | Imperatriz | 7.217 | Imperatriz | 141.080 |
| 2º | Timon | 4.764 | Timon | 92.889 |
| 3º | São Luís | 4.209 | São Luís | 87.354 |
| 4º | Igarapé do Meio | 3.491 | Igarapé do Meio | 69.015 |
| 5º | Bacabal | 1.787 | Açailândia | 11.418 |

Fonte: AGED (2020).

No período estudado, considerando os dados de abate de bovinos em estabelecimentos com Serviço de Inspeção Federal (SIF), localizados no Maranhão, foi observado o ingresso de 238.920 bovinos originados no próprio estado (97,97%), assim como 3.414 bovinos oriundos do Piauí (1,40%), e 1.528 bovinos do Pará (0,63%), para estes estabelecimentos (Figura 4). Observa-se a forte influência do rebanho maranhense sobre a produtividade destes estabelecimentos. Isto pode ser explicado pela oferta de animais terminados em condições competitivas de qualidades de carcaça e sanitária do rebanho, como também pela distribuição destes tipos de estabelecimentos nas demais Unidades Federativas o que reduz a oferta de animais terminados de diferentes UF para abate nos estabelecimentos localizados no Maranhão.

Figura 4. Origem dos bovinos abatidos em estabelecimentos com serviço de inspeção federal (SIF) no estado do Maranhão, 2020.



Fonte: AGED (2020).

• **Caracterização da movimentação por propriedades rurais que enviaram animais susceptíveis à FA para abate**

A caracterização da movimentação por propriedades rurais é um componente de vigilância importante para a FA, pois permite avaliar a correlação entre distintas propriedades e sua relação com diferentes estabelecimentos industriais. Este item de verificação ainda oportuniza a identificação de propriedades *Hubs* (propriedades com alta movimentação de animais e variados contatos) e viabiliza a avaliação do papel da propriedade como receptora ou como provável agente de espalhamento de doenças numa área geográfica.

Considerando a proporção de propriedades rurais que enviaram bovinos para abate em relação ao total de propriedades cadastradas no estado, constatou-se que houve registro de movimentação para abate partindo de 9.015 propriedades, o que representou 8,53% do total de 105.637 propriedades cadastradas junto ao SVO do estado, no ano de 2020. Na análise dos dados quantitativos de emissão GTA e de bovinos encaminhados ao abate, registrou-se médias de 4,18 GTA/propriedade (número de movimentações) e de 65,94 bovinos/propriedade (Tabela 5). A propriedade que registrou maior destaque na movimentação para abate emitiu 685 GTA e movimentou 20.183 bovinos ao longo do ano em avaliação.

Tabela 5. Análise estatística descritiva do quantitativo de movimentações e bovinos destinados a abate, por propriedade, no Maranhão, 2020.

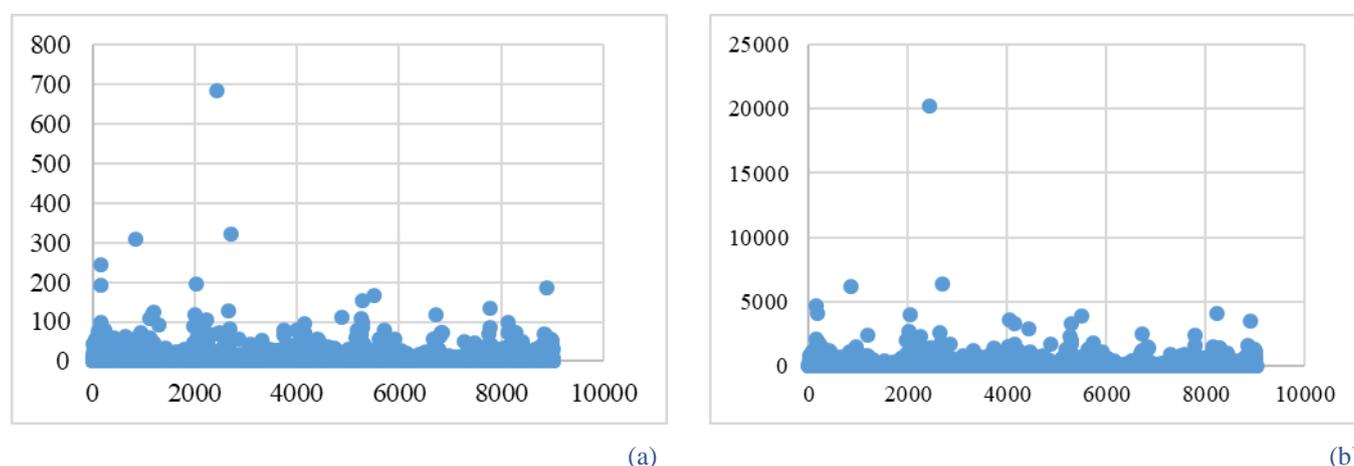
| Indicador | Unidade de GTA | Unidade de Bovinos |
|--------------|----------------|--------------------|
| Média | 4,18 | 65,94 |
| Mínimo | 1 | 1 |
| 1º percentil | 1 | 4 |
| Mediana | 1 | 12 |
| 3º percentil | 3 | 40 |
| Máximo | 685 | 20.183 |

Fonte: AGED (2020).

A análise descritiva da emissão de GTA por propriedade demonstrou variação de uma a 685 movimentações. Com relação à quantidade de bovinos movimentados, foi observada uma variação em proporções elevadas, com registros de até 20.183 bovinos por propriedade ao ano. Estes dados são discrepantes e demonstram que a movimentação de bovinos com a finalidade abate no estado do Maranhão pode refletir desde baixas movimentações por propriedade, como também, apresentar uma característica produtiva e regular típica da pecuária de engorda (como nos casos de maior emissão e movimentação animal) ao longo do ano.

Na Figura 5 é possível observar o comparativo entre as dispersões do quantitativo de GTA emitidas e o quantitativo de bovinos destinados ao abate por propriedade, sendo possível visualizar aquelas propriedades consideradas Hubs, caracterizadas pela maior emissão de GTA e movimentação de animais para abate.

Figura 5. Montagem ilustrativa da dispersão do quantitativo de GTA para bovinos para abate (movimentações) (a), e do quantitativo de bovinos para abate (b), por propriedade no Maranhão, 2020.



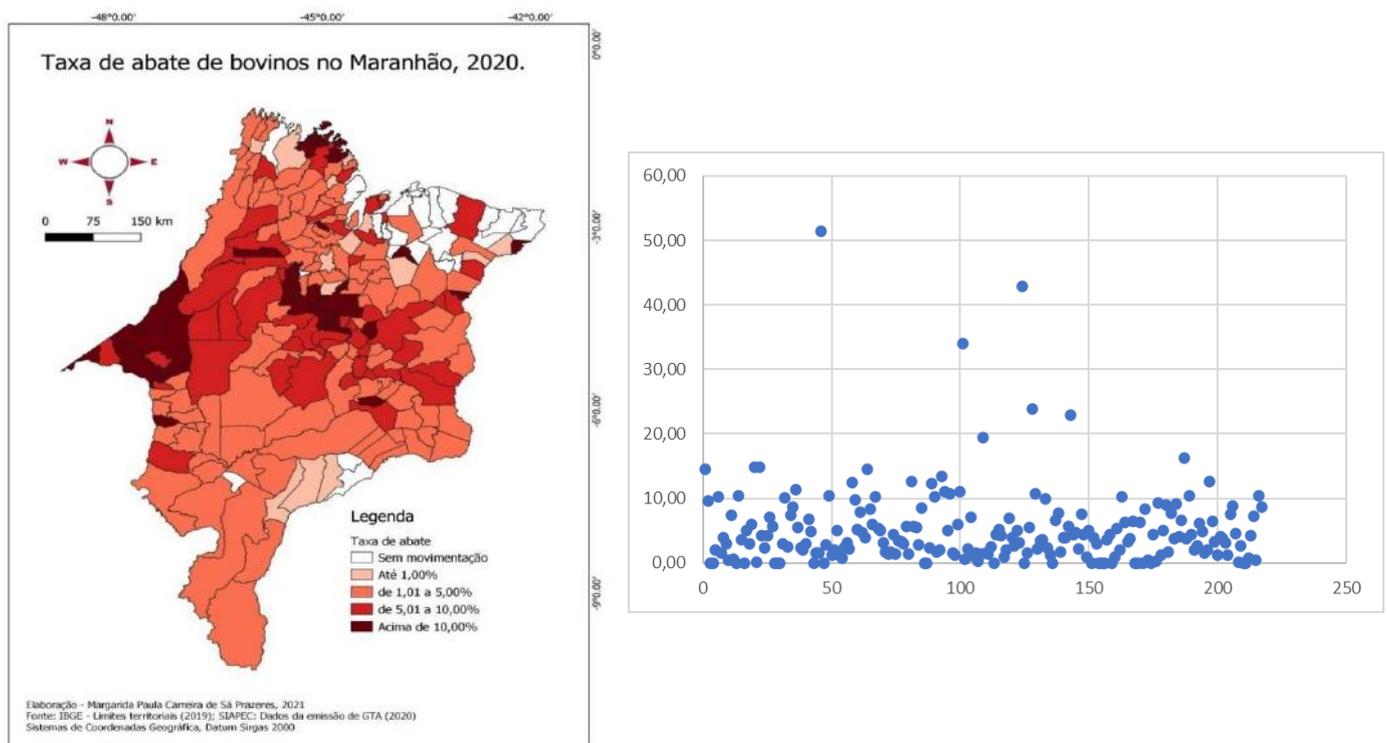
Fonte: AGED (2020).

É possível ainda, perceber a distribuição de propriedades que emitiram acima de 100 GTAs com movimentações de 2.500 animais no ano, e maior concentração de propriedades na faixa de emissão de GTA entre uma e 100 emissões/ano e movimentação de bovinos entre um e 2.500 animais/ano.

- **Análise da taxa de abate de bovinos**

No ano de 2020, o rebanho bovino maranhense foi estimado em 9.147.290 animais. Neste mesmo período, 594.483 bovinos foram submetidos à vigilância em estabelecimentos de abate. A taxa de abate de bovinos (Figura 6) foi calculada a partir da proporção entre o número de animais enviados ao abate e o número de animais existentes nos municípios do estado (n° de animais enviados ao abate \div n° de animais existentes \times 100), consoante a padronização do MAPA para este componente de vigilância.

Figura 6. Montagem ilustrativa com mapa de localização e gráfico de dispersão da taxa de abate de bovinos, por município do Maranhão, 2020.



Fonte: AGED (2020).

Os cálculos da taxa média de abate resultaram em 6,50% de bovinos abatidos/município, variando entre municípios que não tiveram registro de abate desta espécie no ano em estudo, a municípios com uma taxa de abate de 51,44%. Embora o abate de bovinos apresente predominância em relação às outras espécies exploradas para produção de carne no estado (bubalina, caprina, ovina e suína), o valor proporcional encontrado para sua taxa média obteve um percentual menor que o encontrado em Sergipe (18,20%) (Cavalcante, 2021). Em 2019, segundo Brasil (2020), na análise nacional deste componente de vigilância, o Maranhão apresentou uma taxa de abate de bovinos e bubalinos de 15,85%. Na distribuição espacial dos municípios maranhenses, segundo sua taxa de abate é possível visualizar a participação daqueles municípios que apresentaram uma taxa de abate acima de 10,00% concentrados na região Oeste e Central do estado.

Os municípios do Maranhão que não apresentaram emissão de GTA para bovinos para abate no ano de 2020 estão relacionados no Quadro 1. A ausência de emissão de GTAs para abate de bovinos nestes municípios podem ter diversas explicações, desde a ausência de estabelecimentos registrados para abate de animais determinando o abate nas propriedades para consumo próprio, baixa produção de animais terminados em condições de abate, até aspectos climáticos e geográficos para a produção destes animais, como a presença de áreas de conservação ambiental (parques nacionais) que limitam a exploração destes animais de forma comercial.

Quadro 1. Relação dos municípios sem registro de emissão de GTA para abate de bovinos no estado do Maranhão, 2020.

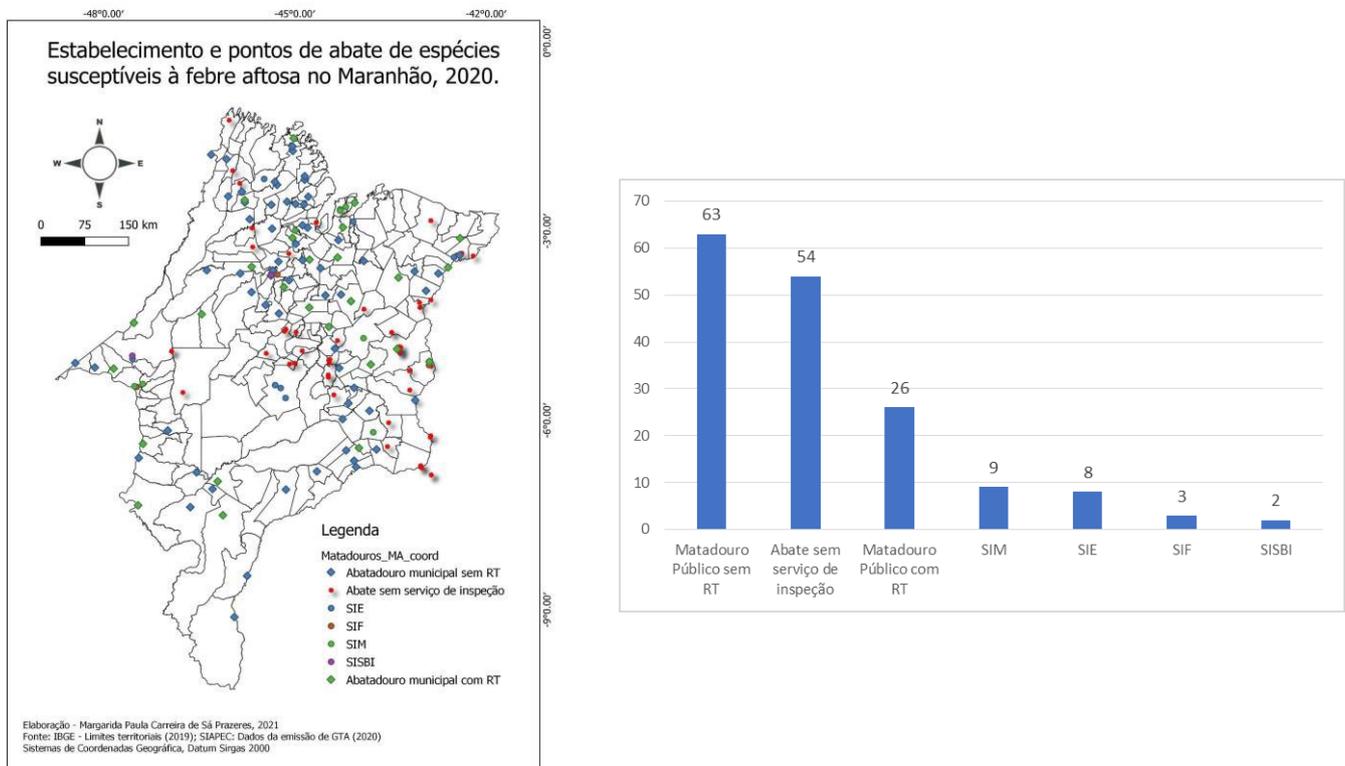
| Municípios do Maranhão sem registro de emissão de GTA para abate de bovinos em 2020 | | | | |
|--|--------------------|----------------------|---------------------|---------------------------|
| Água Doce do Maranhão | Belágua | Icatu | Presidente Vargas | Santo Amaro do Maranhão |
| Alcântara | Benedito Leite | Mata Roma | Primeira Cruz | São Benedito do Rio Preto |
| Anapurus | Cachoeira Grande | Nova Colinas | Raposa | São Domingos do Azeitão |
| Araioses | Cândido Mendes | Paulino Neves | Rosário | Tutóia |
| Bela Vista do Maranhão | Humberto de Campos | Presidente Juscelino | Santana do Maranhão | Urbano Santos |

- Fonte: AGED (2020).

- ***Achados de abate***

A AGED/MA possui o cadastro de 165 pontos de abates classificados segundo a presença ou ausência do serviço de inspeção (Figura 7). Nota-se que dos estabelecimentos de abate de espécies susceptíveis à FA, somente 13,33% destes apresentam algum tipo de serviço de inspeção, quer SIM, SIE, SIF e SISBI. Foi identificado, ainda, que 26 estabelecimentos são de responsabilidade do poder público municipal, com presença de médico veterinário responsável técnico pelo abate, mas não apresentam o serviço de inspeção registrado. Desta forma, constatou-se que 70,91% dos estabelecimentos identificados pela AGED não apresentam nenhum tipo de inspeção sanitária realizada por Médicos Veterinários.

Figura 7. Montagem ilustrativa com mapa de localização e quantitativo de estabelecimentos de abate de espécies susceptíveis à febre aftosa, por tipo de serviço de inspeção, no Maranhão, 2020.



Fonte: AGED (2020).

De acordo com a análise nacional deste componente de vigilância, em 2019, ao considerar-se o nível de inspeção entre os estados brasileiros, o SIF foi responsável pelo abate de 76,02% de todos os bovinos do país, representando 18,06% dos estabelecimentos relacionados na respectiva análise, enquanto somente 9,37% dos estabelecimentos não tiveram o tipo de inspeção informado (Brasil, 2020).

A partir dos dados de destino das matérias-primas e produtos de origem animal obtidos do abate de bovinos em estabelecimentos relacionados ao SIF, por UF, extraído da página eletrônica do MAPA pode-se observar na Tabela 6 que a principal causa de condenação de língua foi contaminação gastrointestinal (97,85%). Estes achados se assemelham aos encontrados por Cardoso e Alves (2020) que indicaram a contaminação (68,58%) como a principal causa de condenações de língua no estado do Pará. Já para pés/mocotós foram registrados no Maranhão, condenações principalmente em virtude de lesão traumática (54,83%) e por outros corpos ou causas repugnantes (31,52%). As contusões (88,21%) também foram os principais achados de Cardoso e Alves (2020) para as condenações de patas no estado do Pará.

Tabela 6. Comparativo entre as principais causas de condenações de língua e pés/mocotós em estabelecimentos com Serviço de Inspeção Federal no Maranhão, 2020.

| CAUSAS DE CONDENAÇÕES EM FRIGORÍFICO COM SIF | | | | | |
|--|--------------|---------------|-------------------------------------|---------------|---------------|
| Língua | Qnt. | % | Pés/mocotós | Qnt. | % |
| Contaminação gastrointestinal | 6.374 | 97,85 | Lesão Traumática | 6.326 | 54,83 |
| Abcesso | 33 | 0,51 | Outros corpos ou causas repugnantes | 3.637 | 31,52 |
| Aspecto repugnante | 23 | 0,35 | Lesão inflamatória | 1.046 | 9,06 |
| Lesão traumática | 13 | 0,20 | Outros | 528 | 4,59 |
| Outros | 71 | 1,09 | | | |
| Total | 6.514 | 100,00 | | 11.537 | 100,00 |

Fonte: Relatório SIF – Site MAPA (2020).

A Entre os dados disponíveis, houve o registro de seis condenações por lesão inflamatória em úberes neste ano. Diante destes achados, não foi identificado nenhum bovino apresentando lesões compatíveis com doença vesicular, nos estabelecimentos de abate com SIF no Maranhão, em 2020. Não foi possível realizar o levantamento de dados de condenações de abate em língua e pés/mocotós nos estabelecimentos registrados ao SIM e SIE no estado do Maranhão para o período avaliado.

Cardoso e Alves (2020) destacam a importância do SIE pela fundamental contribuição epidemiológica como fonte de dados sobre patologias de interesse para a saúde pública e alertam para a ausência ou processamento indevido dos dados, principalmente quando não são utilizados em mapeamentos das frequências estaduais de enfermidades, como auxílio aos programas de controle e profilaxia de zoonoses subsidiando ações fiscais e de vigilância e ou ainda, como ferramenta de fomento na associação a demais órgãos de saúde municipais, estaduais ou federais. Não houve notificação de suspeita de doenças vesiculares a partir da vigilância do abate de animais no Maranhão no ano de 2020.

4. Considerações Finais

Pela análise dos dados da movimentação de bovinos para abate no Maranhão no ano de 2020 conclui-se que a espécie bovina é, dentre as espécies suscetíveis à FA, aquela com maior destaque na finalidade abate, e para o abastecimento do mercado consumidor interno do Maranhão. Acerca da origem das movimentações desses bovinos, a região oeste do estado apresentou maior registro de emissões GTA e, por conseguinte, podemos presumir que esta região apresenta características de pecuária de engorda. Em relação ao destino das movimentações dos bovinos no estado, ao contrário da origem, não há regionalização geográfica marcada. Se observou que os principais destinos de abate coadunam com municípios onde há maior densidade populacional (alimentação dos habitantes) e existência de abatedouros registrados, e que há necessidade de aprimoramento na vigilância e registro de informações em estabelecimentos de abate com registro no SIE.

As principais causas de condenações de língua de bovinos foram relacionadas à contaminação gastrointestinal, enquanto para os pés/mocotós foram, principalmente, as lesões traumáticas. Os dados de condenações de língua e patas foram obtidos diretamente do SIF, não sendo, neste estudo, consideradas as possíveis condenações realizadas nos estabelecimentos com acompanhamento do abate pelo SIE e SIM. Portanto, alertamos que a ausência desses dados de abate de bovinos registrados nos demais serviços de inspeção, podem revelar divergências nos resultados finais de condenações para o estado do Maranhão.

Com relação à vigilância ativa voltada às doenças vesiculares, constatou-se que a proporção de propriedades e animais envolvida no estudo permitiu uma abrangência oportuna das explorações pecuárias de forma a demonstrar a ausência de sinais

clínicos compatíveis com FA, visto que as peças de abate, que são sítio de lesões da enfermidade alvo de vigilância, foram condenadas por causas distintas das lesões alvo neste componente de vigilância.

A fim de aprimorar a sensibilidade do referido componente de vigilância devem ser transmitidos oficialmente ao Programa Nacional de Vigilância para Febre Aftosa (PNEFA), executado pela AGED no Maranhão, os registros do monitoramento dos achados de matança nos estabelecimentos de SIE e SIM, a fim de incorporar as análises estaduais já desenvolvidas pelo PNEFA.

Para mitigar os riscos de vulnerabilidade na vigilância ativa devido à ausência de registro de animais sob inspeção de abate nos municípios com baixa taxa de abate ou que não tiveram emissão de GTA para abate de animais susceptíveis à febre aftosa, sugere-se que sejam intensificados estudos para suporte às ações de vigilância nas propriedades rurais com animais susceptíveis à FA.

Agradecimentos

À Agência Estadual de Defesa Agropecuária do Maranhão (AGED-MA), pela concessão dos dados para elaboração desse trabalho e ao Programa de Pós-graduação Profissional em Defesa Sanitária Animal da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA) pelo apoio logístico.

Referências

- Armson, B., Mioulet, V., Doel, C., Madi, M., Parida, S., Lemire, K. A., Holder, D. J., Das, A., McIntosh, M. T., & King, D. P. (2018). Detection of foot-and-mouth disease virus in milk samples by real-time reverse transcription polymerase chain reaction: optimisation and evaluation of a high-throughput screening method with potential for disease surveillance. *Veterinary Microbiology*, 223, 189-194.
- AGRODEFESA (2019). Agência Goiana de Defesa Agropecuária. *Epidemiologia*. <https://www.agrodefesa.go.gov.br/aceso-a-informacao/2-institucional/171-epidemiologia.html>.
- Bajardi, P., Barrat, A., Natale, F., Savini, L., Colizza, V. (2011). Dynamical patterns of cattle trade movements. *PLoS One*, 6 (5), e19869, 1-19.
- Bezerra, R. S. Q. (2020). *Análise da vigilância em estabelecimentos de abate de animais suscetíveis a febre aftosa em Sergipe - 2019*. EMDAGRO.
- BRASIL (2013). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Instrução Normativa nº 50, de 24 de setembro de 2013*. Diário Oficial da União. n. 186, Seção 1, p. 47.
- BRASIL (2020). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Análise do componente de vigilância para a febre aftosa em 2019: estabelecimentos de abate*. SDA/MAPA. 32p.
- BRASIL (2021). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Relatório de destino de matérias-primas e produtos por unidade federativa (UF): dados de 2020*. Recuperado em 10 de outubro de 2021, em <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-animal/sif>.
- Cardoso, A. C. F. & Alves, M. B. (2020). *Análise anual de abate de bovinos e bubalinos no estado do Pará sob o serviço de inspeção estadual – SIE*, em 2019. ADEPARÁ.
- Cavalcante, F. R. T. (2021). *Análise da vigilância em estabelecimentos de abate de animais suscetíveis a febre aftosa em Sergipe - 2020*. EMDAGRO.
- Chanchaidechachai, T., Jong, M. C. M. & Fischer, E. A. J. (2021). Spatial model of foot-and-mouth disease outbreak in an endemic area of Thailand. *Preventive Veterinary Medicine*, 195, 105468.
- Feng, S., Patton, M. & Davis, J. (2017). Market impact of foot-and-mouth disease control strategies: a UK case study. *Front. Vet. Sci.* 4 (129), 1-10.
- Garner, G., Vosloo, W., Tapsuwan, S., Bradhurst, R., Seitzinger, A. H., Breed, A. C., & Capon, T. (2021). Comparing surveillance approaches to support regaining free status after a foot-and-mouth disease outbreak. *Preventive Veterinary Medicine*, 194, 105441.
- Gates, M. C. & Woolhouse, M. E. J. (2015). Controlling infectious disease through the targeted manipulation of contact network structure. *Epidemics*, 12, 11-19.
- Guardone, L., Vitali, A., Fratini, F., Pardini, S., Goga, B. T. C., Nucera, D. & Armani, A. (2020). A Retrospective study after 10 years (2010–2019) of meat inspection activity in a domestic swine abattoir in Tuscany: the slaughterhouse as an epidemiological observatory. *Animals*, 10 (1907), 1-17.
- IAGRO (2021). Agência Estadual de Defesa Sanitária Animal e Vegetal. *Análise anual das ações do programa nacional de vigilância da febre aftosa - 2020*. DDSA / IAGRO, 40p.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2019. *Cidades e Estados*. Recuperado em 10 de outubro de 2021, em <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ma.html>.

- Knight-Jones, T. J. D., McLaws, M. & Rushton, J. (2015). Foot-and-mouth disease impact on smallholders: What do we know, what don't we know and how can we find out more? *Transboundary and Emerging Diseases*. 64, 1079–1094.
- LABMET. (2014). Informações climáticas. <http://www.nemrh.uema.br>.
- Marques, G. H. F., De Stefano, E., Ribeiro, C. P., Turissi, L. H. A., Dias, R. A., Naranjo, J., Pozzetti, P. S., Costa, J. F. & Pituco, E. M. (2015). A experiência brasileira na erradicação da febre aftosa e o emprego do sistema I-ELISA 3ABC/EITB para certificação sanitária de bovinos e bubalinos. *Arg. Inst. Biol.*, 82, 1-11.
- Menezes, T. C., Luna, I. & Miranda, S. H. G. (2020). Network analysis of cattle movement in Mato Grosso do Sul (Brazil) and implications for foot-and-mouth disease. *Frontiers in veterinary science*. 7 (219), 1-17.
- Mohr, S., Deason, M., Churakoc, M., Doherty, T. & Kao, R. R. (2018). Manipulation of contact network structure and the impact on foot-and-mouth disease transmission. *Preventive Veterinary Medicine*. 157, 8-18.
- Müller, C. A., De Mattos, L., & Lima, J. (2007). Determinantes da erradicação da febre aftosa no Brasil. *Organizações Rurais & Agroindustriais*, 9 (1), 89-97.
- Organização Pan-Americana da Saúde – OPAS (2010). Módulos de Princípios de Epidemiologia para o Controle de Enfermidades. Módulo 4: vigilância em saúde pública / *Organização Pan-Americana da Saúde*. Brasília: Organização Pan-Americana da Saúde; Ministério da Saúde. 52 p.: il.
- Paton, D. J., Gubbins, S., & King, D. P. (2018) Understanding the transmission of foot-and-mouth disease virus at different scales. *Curr Opin Virol*. 28 (2), 85-91.
- Pereira, A. S.; Shitsuka, D. M.; Parreira, F. J. & Shitsuka, R. (2018). *Metodologia da pesquisa científica*. UFSM.
- Probert, W. J. M., Shea, K., Fonnesbeck, C. J., Runge, M. C., Carpenter, T. E., Dürr, S., Garner, M. G., Harvey, N., Stevenson, M. A., Webb, C. T., Werkman, M., Tildesley, M. J. & Ferrari, M. J. (2016). Decision-making for foot-and-mouth disease control: objectives matter. *Epidemics*. 15, 10-19.
- Robertson, I. D. (2020). Disease control, prevention and on-farm biosecurity: the role of veterinary epidemiology. *Engineering*. 6, 20-25
- Rocha, C. S., Oliveira, I. V. P. M., Moura, G. H. F., Bezerra, J. A. B., Rondon, F. C. M., Vasconcelos, D. C., Almeida, M. M., Cortez, A. A., Calabuig, C., & Antunes, J. M. A. P. (2020). Vesicular stomatitis due to Indian III (Alagoas/VSIV-3) is endemic in Brazilian state of Ceará. *Ciência Rural*, 50 (06), 1-09.
- Rodrigues, A. R. A., Oliveira, L. G., Gatto, I. R. H., Almeida, H. M. S., Rossi, G. A. M., Mechler, M. L., & Samara, S. I. (2017). Eradication program of foot and mouth disease in the state of São Paulo: evaluation of official data obtained between 1997-2012. *Ciênc. Anim. Bras.* 18, (e-40675), 1-13.
- Sá, M. E. P. & Melo, C. B. (2016). Disseminação de enfermidades animais por meio do comércio internacional e o papel dos serviços veterinários de fronteira no Brasil. *Rev. Bras. Med. Vet.*, 38(1), 7-12.
- Seeyo, K. B., Nishi, T., Kawaguchi, R., Ungvanijban, S., Udon, R., Fukai, K., Yamakawa, M., & Rukkwamsuk, T. (2020). Evolution of antigenic and genetic characteristics of foot-and-mouth disease virus serotype A circulating in Thailand, 2007–2019. *Virus Research*. 290, 198166.
- Silva, T. G. R., & Miranda, S. H. G. (2005). A febre aftosa e os impactos econômicos no setor de carnes. Piracicaba: CEPEA.
- Soria, I., Quattrocchi, V., Langellotti, C., Pérez-Filgueira, M., Pega, J., Gnazzo, V., Romera, S., Schammas, J., Bucafusco, D., Di Giacomo, S., Torre, B. G., Andreu, D., Sobrino, F., Blanco, E. & Zamorano, P. (2018) Immune response and partial protection against heterologous foot-and-mouth disease virus induced by dendrimer peptides in cattle. *Journal of Immunology Research*. 2018 (3497401), 1-12.
- Tratalos, J. A., Madden, J. M., McGrath, G., Graham, D. A., Collins, A. B., & More, S.J. (2020). Spatial and network characteristics of Irish cattle movements. *Preventive veterinary medicine*. 183, 105095.
- Valdazo-González, B., Kim, J. T., Soubeyrand, S., Wadsworth, J., Knowles, N. J., Haydon, D. & King, D. P. (2015). The impact of within-herd genetic variation upon inferred transmission trees for foot-and-mouth disease virus. *Genetics and Evolution*. 32, 440-448.