

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

**DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS DOENÇAS DE NOTIFICAÇÃO
COMPULSÓRIA EM RUMINANTES NO ESTADO DE GOIÁS ENTRE
OS ANOS DE 2008 E 2017**

Antonio do Amaral Leal
Orientador: Prof. Dr. Cairo Henrique Sousa de Oliveira

GOIÂNIA
2019

**TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR VERSÕES ELETRÔNICAS
DE TESES E
DISSERTAÇÕES NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG**

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

1. Identificação do material bibliográfico: ☒ Dissertação ☐ Tese

2. Identificação da Tese ou Dissertação:

Nome completo do autor: Antonio do Amaral Leal

Título do trabalho: DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS DOENÇAS E NOTIFICAÇÃO COMPULSÓRIA EM RUMINANTES NO ESTADO DE GOIÁS ENTRE OS ANOS DE 2008 E 2017

3. Informações de acesso ao documento:

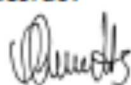
Concorda com a liberação total do documento ☐ SIM ☒ NÃO¹

Havendo concordância com a disponibilização eletrônica, torna-se imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF da tese ou dissertação.



Assinatura do(a) autor(a)²

Ciente e de acordo:



Assinatura do(a) orientador(a)²

Data: 05/08/2019

¹ Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. A extensão deste prazo suscita justificativa junto à coordenação do curso. Os dados do documento não serão disponibilizados durante o período de embargo.

Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente
- Submissão de artigo em revista científica
- Publicação como capítulo de livro
- Publicação da dissertação/tese em livro

²A assinatura deve ser escaneada.

ANTONIO DO AMARAL LEAL

**DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS DOENÇAS DE NOTIFICAÇÃO
COMPULSÓRIA EM RUMINANTES NO ESTADO DE GOIÁS
ENTRE OS ANOS DE 2008 E 2017**

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal junto à Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás.

Área de Concentração:

Sanidade Animal, Higiene e Tecnologia de Alimentos

Linha de Pesquisa:

Etiopatogenia, epidemiologia, diagnóstico e controle das doenças infecciosas.

Orientador:

Prof. Dr. Cairo Henrique Sousa de Oliveira – MAPA

Comitê de orientação:

Prof^a. Dr^a. Valéria de Sá Jaime – EVZ/UFG

Prof. Dr. Rafael Romero Nicolino - UFVJM

GOIÂNIA

2019

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

do Amaral Leal, Antonio

DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS DOENÇAS DE NOTIFICAÇÃO
COMPULSÓRIA EM RUMINANTES NO ESTADO DE GOIÁS ENTRE
OS ANOS DE 2008 E 2017 [manuscrito] / Antonio do Amaral Leal. -
2019.

xix, 83 f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Cairo Henrique Sousa de Oliveira; co
orientadora Dra. Valéria de Sá Jayme; co-orientador Dr. Rafael
Romero Nicolino.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Escola
de Veterinária e Zootecnia (EVZ), Programa de Pós-Graduação em
Ciência Animal, Goiânia, 2019.

Bibliografia.

Inclui siglas, abreviaturas, tabelas, lista de figuras, lista de tabelas.

1. análise espacial. 2. defesa sanitária animal. 3. notificação. 4.
ruminantes. 5. síndromes. I. Henrique Sousa de Oliveira, Dr. Cairo ,
orient. II. Título.

CDU 639.09

ESCOLA DE VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
COORDENAÇÃO DO CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL



1 ATA NÚMERO **525** DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DO PROGRAMA DE
2 PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL DA ESCOLA DE VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
3 DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS. Às **14h00min** do dia **01/07/2019**, reuniu-se na Sala
4 de Defesas do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Escola de Veterinária e Zootecnia
5 da Universidade Federal de Goiás, Campus Samambaia, nesta Capital Goiânia - Goiás, a Comissão
6 Julgadora infra nomeada para proceder ao julgamento da Defesa de Dissertação de Mestrado
7 apresentado (a) pelo (a) Pós-Graduando (a) **Antônio do Amaral Leal**, intitulada: "**Distribuição**
8 **espacial das doenças de notificação em ruminantes no estado de Goiás entre 2008 e 2017.**",
9 apresentado para obtenção do Título de Mestre em Ciência Animal, junto à Área de Concentração:
10 **Saúde Animal, Tecnologia e Segurança de alimentos**, desta Universidade. O (A) Presidente da
11 Comissão Julgadora, **Prof. Dr. Cairo Henrique Sousa de Oliveira**, iniciando os trabalhos, concedeu
12 a palavra ao (a) candidato (a) **Antônio do Amaral Leal** para exposição em **quarenta** minutos do seu
13 trabalho. A seguir, o (a) senhor (a) Presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, aos
14 Examinadores, os quais passaram a arguir o (a) candidato (a), durante o prazo máximo de **vinte**
15 minutos, assegurando-se ao mesmo igual prazo para responder aos Senhores Examinadores. Ultimada
16 a arguição, que se desenvolveu nos termos regimentais, a Comissão, em sessão secreta, expressou seu
17 Julgamento, considerando o (a) candidato (a) **Aprovado (a) ou Reprovado (a):**

18 Prof. Dr. Cairo Henrique Sousa de Oliveira

19 Prof.^a Dr.^a Raquel Maria de Oliveira

20 Prof. Dr. Álvaro Ferreira Júnior

Aprovado
1 Aprovado
Aprovado.

21 Em face do resultado obtido, a Comissão Julgadora considerou o(a) candidato(a) **Antônio do Amaral**
22 **Leal**, habilitado [(**Habilitado(a) ou não Habilitado(a)**)] pelo(s) motivo(s)
23 abaixo exposto(s):

24
25 Atendem as exigências do PPGCA / EVZ / UFG para a
26 obtenção do título de mestre.
27
28
29
30
31
32
33

34

35 A Banca Examinadora aprovou a seguinte alteração no título da dissertação:

36

37

38

39

40

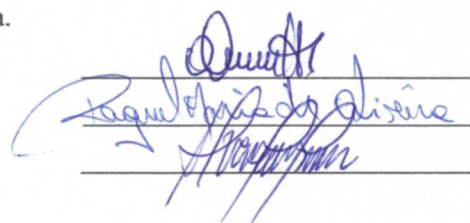
41

42 Nada mais havendo a tratar, eu, **Prof. Dr. Cairo Henrique Sousa de Oliveira**, lavrei a presente ata
43 que, após lida e achada conforme, foi por todos assinada.

44 Prof. Dr. Cairo Henrique Sousa de Oliveira

45 Prof.^a Dr.^a Raquel Maria de Oliveira

46 Prof. Dr. Álvaro Ferreira Júnior



“Mesmo quando tudo parece desabar, cabe a mim decidir entre rir ou chorar, ir ou ficar, desistir ou lutar; porque descobri, no caminho incerto da vida, que o mais importante é o decidir”.

Cora Coralina

A minha família, esteio pessoal e
profissional diuturno,
Dedico.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por todas as bênçãos que tem colocado sobre a minha vida e de minha família, me proporcionando o discernimento devido, perseverança e resiliência necessária para a conclusão deste trabalho.

A minha esposa Jordana pela compreensão, amor, apoio e paciência desde o início da pós-graduação para o sucesso dessa empreitada.

Ao meu filho Felipe por trazer a meus dias, com seu sorriso, uma nova visão de futuro, mais alegria e felicidade ao meu cotidiano.

Aos meus pais, Antonio e Lourdes, por serem exemplos de honestidade, responsabilidade e ética desde cedo na minha caminhada e estarem sempre presentes nos momentos mais importantes, alegres ou tristes de minha vida.

A minha “dinvó” Adevercina pelas palavras de sabedoria e pelo carinho com os netos que somente uma avó pode dispensar.

As minhas irmãs Claudia e Livia e aos meus cunhados Fabrício e Gabriel pela motivação para pleitear o mestrado e conselhos bem-vindos durante essa fase de crescimento pessoal e profissional.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Cairo Henrique Sousa de Oliveira, que me auxiliou com muita tranquilidade durante todo o período da pós-graduação e em cada etapa de execução das atividades do mestrado com a realização de correções, discussões e sugestões necessárias à melhoria dos seminários, estágio docência, projeto de pesquisa e dissertação.

Ao meu coorientador, Prof. Dr. Rafael Romero Nicolino, pela disponibilidade em ministrar as aulas de introdução a geoprocessamento, confecção dos mapas, análise espacial, sugestões e correções do projeto e da dissertação.

A minha coorientadora, Prof^a. Dr^a. Valéria de Sá Jayme, pelas aulas de Epidemiologia, apoio durante a execução do projeto, sugestões, correções e participação no exame de qualificação.

A Prof^a. Dr^a. Raquel Maria de Oliveira pelas sugestões e correções muito bem-vindas referentes à análise espacial e geoprocessamento para a melhoria da dissertação.

Ao ex-presidente da AGRODEFESA, Dr. Arthur Eduardo Alves de Toledo, pela autorização para cursar o mestrado concomitantemente com a gestão da Gerência de Sanidade Animal.

Ao ex-presidente da AGRODEFESA, Dr. José Manoel Caixeta Haun, pelo apoio nas condições laborais e pela oportunidade de crescimento profissional.

À Diretoria Técnica e de Inspeção, na pessoa da FEA - Engenheira Agrônoma Elíria, pelo suporte na reta final do curso.

A toda equipe da Gerência de Sanidade Animal da AGRODEFESA pelo suporte nas atividades diuturnas dos programas sanitários da área animal, principalmente durante as minhas ausências para cursar o mestrado.

Ao colega Luís Fernando Bastos Mendes pela substituição nos períodos de férias e ações específicas da gerência de sanidade animal.

Às colegas Andressa Gustavo Leão, Glauciane Ribeiro de Castro Pires e Denise Caroline Toledo pela ajuda e apoio na compilação do banco de dados para o projeto de mestrado e auxílio na análise das informações.

A todos os Fiscais Estaduais Agropecuários – Médicos Veterinários das Unidades de Atenção Veterinária da AGRODEFESA e Unidades Regionais, os quais foram os responsáveis pela geração dos dados necessários à realização do projeto de pesquisa, meus agradecimentos.

À Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás pela oportunidade de acesso ao curso de pós-graduação em nível de mestrado e pelo suporte durante a execução do mesmo.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás - FAPEG pela aprovação do projeto de pesquisa e disponibilização de bolsa de estudos para realização do mestrado.

Ao Fundo para o Desenvolvimento da Pecuária em Goiás – FUNDEPEC/GO pelo apoio financeiro à AGRODEFESA na área de sanidade animal e no patrocínio para publicação do(s) artigo(s) oriundo(s) da dissertação.

Enfim, meus agradecimentos sinceros a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a conclusão desta pós-graduação em nível de mestrado.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	1
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1. Síndromes vesiculares com enfoque em febre aftosa.....	4
2.1.1. Espécies susceptíveis à febre aftosa.....	5
2.1.2. Transmissão, período de incubação e sinais clínicos da febre aftosa.....	6
2.1.3. Histórico da febre aftosa no Brasil.....	7
2.2. Síndromes nervosas em ruminantes.....	10
2.2.1. Raiva dos herbívoros em ruminantes.....	11
2.2.2. Encefalopatia espongiforme bovina.....	13
2.3. Brucelose e tuberculose.....	14
2.3.1. Brucelose.....	14
2.3.2. Tuberculose.....	15
2.4. Análise espacial em Medicina Veterinária.....	15
2.4.1. Georreferenciamento e geoprocessamento em medicina veterinária.....	16
2.4.2. Tipos de dados.....	17
2.4.3. Sistemas de informações geográficas (SIG).....	17
2.4.4. Saúde pública.....	19
2.4.5. Defesa sanitária animal.....	19
2.4.6. Doenças infecciosas e demais aplicações das análises espaciais em Medicina Veterinária.....	22
REFERÊNCIAS.....	25
CAPÍTULO 2 - OCORRÊNCIA E ANÁLISE ESPACIAL DAS SÍNDROMES VESICULARES EM RUMINANTES, NOTIFICADAS NO ESTADO DE GOIÁS, NO PERÍODO DE 2008 A 2017.....	34
RESUMO.....	34
ABSTRACT.....	35
1. INTRODUÇÃO.....	36
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	37
2.1. Área de estudo.....	37
2.2. Levantamento de atendimentos a síndromes vesiculares realizados pelo Serviço Veterinário Oficial Estadual.....	38
2.3. Análise estatística.....	40
2.4. Análise espacial.....	40
3. RESULTADOS	40
4. DISCUSSÃO.....	43
5. CONCLUSÃO.....	46
REFERÊNCIAS.....	47
CAPÍTULO 3 – OCORRÊNCIA E DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS SÍNDROMES NERVOSAS EM RUMINANTES, NOTIFICADAS NO ESTADO DE GOIÁS, NO PERÍODO DE 2008 A 2017.....	49
RESUMO.....	49
ABSTRACT.....	50
1. INTRODUÇÃO.....	51
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	52
2.1. Área de estudo.....	52

2.2. Levantamento de atendimentos a síndromes nervosas realizados pelo Serviço Veterinário Oficial Estadual.....	53
2.3. Análise estatística.....	54
2.4. Análise espacial.....	54
3. RESULTADOS.....	55
4. DISCUSSÃO.....	58
5. CONCLUSÃO.....	61
REFERÊNCIAS.....	61
CAPÍTULO 4 – DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE FOCOS DE BRUCELOSE E TUBERCULOSE, NOTIFICADOS POR MÉDICOS VETERINÁRIOS HABILITADOS E SERVIÇO DE INSPEÇÃO FEDERAL NO ESTADO DE GOIÁS, NO PERÍODO DE 2008 A 2017.....	64
RESUMO.....	64
ABSTRACT.....	65
1. INTRODUÇÃO.....	66
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	67
2.1. Área de estudo.....	67
2.2. Levantamento de focos de brucelose e tuberculose notificados por médicos veterinários habilitados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento e pelo Serviço de Inspeção Federal.....	68
2.3. Análise estatística.....	70
2.4. Análise espacial.....	70
3. RESULTADOS.....	70
4. DISCUSSÃO.....	74
5. CONCLUSÃO.....	77
REFERÊNCIAS.....	78
CAPÍTULO 5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	80

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

FIGURA 1 - <i>Status</i> oficial da febre aftosa dos países membros da Organização Mundial de Saúde Animal (OIE) no ano de 2018.....	5
FIGURA 2 – Densidade de espécies susceptíveis para a febre aftosa	6
FIGURA 3 - Focos de febre aftosa segundo o tipo de vírus no estado de Goiás, de 1977 a 1992.....	8
FIGURA 4 - Tipos de vírus de febre aftosa identificados no Brasil de 1990 a 1999.....	9
FIGURA 5 - Georreferenciamento dos abrigos artificiais e naturais de morcegos hematófagos (<i>Desmodus rotundus</i>) cadastrados no estado do Mato Grosso do Sul.....	12
FIGURA 6 - <i>Status</i> oficial da encefalopatia espongiforme bovina dos países membros da OIE no ano de 2018.....	13
FIGURA 7 – Padrões de distribuição espacial de pontos nas formas aleatória, aglomerada e regular.....	17
FIGURA 8 – Fases típicas de um projeto de Sistemas de Informação Geográfica.....	18
FIGURA 9 - Mapa do Brasil demonstrando as coordenadas geográficas (latitude e longitude).....	20
FIGURA 10 - Municípios com marcação sanitária e ocorrência para Anemia Infecciosa Equina (AIE) no estado de Goiás no ano de 2017.....	21
FIGURA 11 – Distribuição de caso de leishmaniose tegumentar americana no município de Tangará da Serra, Mato Grosso, Brasil entre os anos de 2007 a 2013, utilizando-se para análise espacial o estimador de <i>Kernel</i>	23
FIGURA 12 – Georreferenciamento dos imóveis, de acordo com o resultado sorológico para leishmaniose visceral canina em Juatuba, Minas Gerais, Brasil, 2010.....	24
FIGURA 13 - Propriedades rurais com rebanhos bovinos reagentes para aglutininas anti-leptospira e não-reagentes, em amarelo, no município de Sete Lagoas, Minas Gerais, Brasil, entre os anos de 2009 a 2010.....	25

CAPÍTULO 2

FIGURA 1 - Concentração do rebanho bovino e bubalino no estado de Goiás, 2018.....	38
--	----

FIGURA 2 – Distribuição da ocorrência de suspeitas notificadas de síndromes vesiculares em ruminantes no estado de Goiás, atendidas pelo Serviço Veterinário Oficial no período de 1º de janeiro de 2008 a 31 de dezembro de 2017.....42

FIGURA 3 – Distribuição de *clusters* e *outliers* de ocorrências de suspeitas notificadas de síndromes vesiculares em ruminantes no estado de Goiás, atendidas pelo Serviço Veterinário Oficial no período de 1º de janeiro de 2008 a 31 de dezembro de 2017.....43

CAPÍTULO 3

FIGURA 1 - Concentração do rebanho bovino e bubalino no estado de Goiás, 2018.....53

FIGURA 2 – Distribuição da ocorrência de suspeitas notificadas de síndromes nervosas em ruminantes no estado de Goiás, atendidas pelo Serviço Veterinário Oficial no período de 1º de janeiro de 2008 a 31 de dezembro de 2017.....56

FIGURA 3 - Distribuição da ocorrência de focos positivos para a raiva dos herbívoros, atendidas pelo Serviço Veterinário Oficial no período de 1º de janeiro de 2008 a 31 de dezembro de 2017.....57

FIGURA 4 – Distribuição de *clusters* e *outliers* de ocorrências de suspeitas notificadas de síndromes nervosas em ruminantes no estado de Goiás, atendidas pelo Serviço Veterinário Oficial no período de 1º de janeiro de 2008 a 31 de dezembro de 2017.....58

CAPÍTULO 4

FIGURA 1 - Concentração do rebanho bovino e bubalino no estado de Goiás, 2018.....68

FIGURA 2 – Distribuição da ocorrência de focos notificados de brucelose em ruminantes no estado de Goiás, atendidos pelo Serviço Veterinário Oficial no período de 1º de janeiro de 2008 a 31 de dezembro de 2017.....71

FIGURA 3 – Distribuição da ocorrência de focos notificados de tuberculose bovina no estado de Goiás, atendidos pelo Serviço Veterinário Oficial Estadual no período de 1º de janeiro de 2008 a 31 de dezembro de 2017.....72

FIGURA 4 – Análise de *cluster* demonstrando as áreas de maior relevância e com o maior número de focos notificados de tuberculose bovina no estado de Goiás, compreendendo o período de 1º de janeiro de 2008 a 31 de dezembro de 2017.....73

FIGURA 5 - Análise de *cluster* demonstrando as áreas de maior relevância e com o maior número de focos notificados de brucelose bovina no estado de Goiás, compreendendo o período de 1º de janeiro de 2008 a 31 de dezembro de 2017.....74

CAPÍTULO 5

FIGURA 1 - Distribuição espacial dos municípios do estado de Goiás sem notificação para síndromes vesiculares, nervosas, brucelose e tuberculose em ruminantes no período de 1º de janeiro de 2008 a 31 de dezembro de 2017.....81

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 2

TABELA 1 – Frequência da distribuição de notificações de doenças vesiculares por enfermidade registrada no Sistema Continental de Vigilância Epidemiológica no período de 1º de janeiro de 2008 a 31 de dezembro de 2017.....	41
---	----

CAPÍTULO 4

TABELA 1 – Número de médicos veterinários habilitados no estado de Goiás, no Programa Nacional de Controle e Erradicação da Brucelose e Tuberculose – PNCEBT, por unidade regional da AGRODEFESA no ano de 2019.....	69
--	----

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AGRODEFESA – Agência Goiana de Defesa Agropecuária
AIE – Anemia Infeciosa Equina
COHEFA – Comitê Interamericano para Erradicação da Febre Aftosa
COSALFA – Comissão Sul-Americana de Luta contra a Febre Aftosa
FORM-IN - Formulário de investigação inicial
GIEFA – Grupo Interamericano para Erradicação da Febre Aftosa
IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
LISA – *Local Indicators of Spatial Association*
LTA – Leishmaniose Tegumentar Americana
LVC – Leishmaniose Visceral Canina
MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
OIE - Organização Mundial de Saúde Animal
OPAS - Organização Pan-americana da Saúde
PANAFTOSA - Centro Panamericano de Febre Aftosa
PECEBT – Programa Estadual de Controle e Erradicação da Brucelose e Tuberculose
PNCEBT – Programa Nacional de Controle e Erradicação da Brucelose e Tuberculose
PLV - Lentivírus do puma
SAD69 – *South American Datum 1969*
SDA – Secretaria de Defesa Agropecuária
SEFAZ - Secretaria de Estado da Fazenda
SIDAGO - Sistema de Defesa Agropecuária de Goiás
SIG – Sistema de Informações Geográficas
SIS - Sistemas de Informação na área da Saúde
SIZ - Sistema de Informações Zoossanitárias
SivCont – Sistema Continental de Vigilância Epidemiológica
SV - Síndromes Vesiculares
SVO – Serviço Veterinário Oficial
WGS84 – *World Geodetic System 1984*

RESUMO

O objetivo deste estudo foi apresentar por meio de técnicas de geoprocessamento as áreas de ocorrência, os principais aglomerados e a distribuição espacial das síndromes vesiculares, síndromes nervosas, da brucelose e da tuberculose em ruminantes no estado de Goiás, notificados ao Serviço Veterinário Oficial, de impacto na saúde animal e saúde pública. Foram gerados mapas coropléticos no intuito de subsidiar ações e estratégias futuras de defesa sanitária animal. A confecção do banco de dados foi realizada por meio de informações obtidas do Sistema de Defesa Agropecuária de Goiás, do Sistema Continental de Vigilância Epidemiológica do Centro Panamericano de Febre Aftosa, do banco de dados do Núcleo de Epidemiologia e do Programa Estadual de Controle e Erradicação da Brucelose e Tuberculose da Gerência de Sanidade Animal da Agência Goiana de Defesa Agropecuária, no período de 2008 a 2017.. A distribuição espacial por meio de classificação dos municípios goianos sugere uma homogeneidade de notificações no Estado, em um período de 10 anos, com base nas ocorrências registradas e 44 municípios classificados como área de silêncio epidemiológico. Por meio da técnica de LISA foram identificados *clusters* e *outliers* sugerindo maior risco de doença nos municípios identificados, associado com alto risco de doença nos vizinhos, bem como autocorrelações negativas com um alto risco de doença nos municípios envolvidos, associado com baixo risco de doença nos vizinhos, respectivamente. Essas informações poderão subsidiar ações de vigilância ativa e passiva mais sensíveis e acuradas pelo Serviço Veterinário Oficial, contribuindo para a prevenção, o controle e a erradicação de doenças de notificação compulsória em ruminantes no estado de Goiás.

Palavras-chave: análise espacial; defesa sanitária animal; notificação; ruminantes; síndromes.

ABSTRACT

The objective of this study was to present, by means of geoprocessing techniques, the occurrence areas, the main clusters and the spatial distribution of vesicular syndromes, nervous syndromes, brucellosis and tuberculosis in ruminants in the state of Goiás, notified to the Official Veterinary Service of impact on animal and public health. Choroplectic maps were generated in order to support future actions and strategies of animal health defense. The database was prepared using information obtained from the Goiás Agricultural Defense System, the Continental Epidemiological Surveillance System of the Pan American Foot-and-Mouth Disease Center, the Epidemiology Center database and the State Program for Control and Eradication. of Brucellosis and Tuberculosis of the Animal Health Management of the Goiás Agricultural Defense Agency, from 2008 to 2017. The spatial distribution by classification of the municipalities of Goiás suggests a homogeneity of notifications in the State, over a period of 10 years, with based on recorded occurrences and 44 municipalities classified as an area of epidemiological silence. Through the LISA technique, clusters and outliers were identified suggesting higher disease risk in the identified municipalities, associated with high disease risk in the neighbors, as well as negative autocorrelations with a high disease risk in the municipalities involved, associated with low disease risk in the municipalities. neighbors, respectively. This information may support more sensitive and accurate active and passive surveillance actions by the Official Veterinary Service, contributing to the prevention, control and eradication of diseases of compulsory notification in ruminants in the state of Goiás.

Keywords: animal health protection; notification; ruminants; spatial analysis; syndromes.

CAPITULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

1. INTRODUÇÃO

A saúde animal está intimamente relacionada à saúde humana, uma vez que a veiculação de enfermidades pode ocorrer por meio da ingestão de produtos de origem animal contaminados e, diretamente ou indiretamente, pelo contato homem-animal e animal-homem representando um risco para a população. Nesse sentido, a execução de programas de saúde animal é essencial para garantir a condição sanitária de rebanhos e a saúde única, em razão da união indissociável entre saúde animal, saúde humana e saúde ambiental.

No Brasil a execução dos programas sanitários está prevista em legislação específica, subsidiada em recomendações do Código Zoossanitário de Animais Terrestres e do Código Zoossanitário de Animais Aquáticos da Organização Mundial de Saúde Animal (OIE)¹. Frente à necessidade de se garantir internacionalmente a transparência e o conhecimento da situação sanitária no mundo, a OIE estabeleceu uma lista única de doenças de notificação obrigatória e passíveis de controle pelos serviços veterinários oficiais. Estas doenças de rebanho normalmente cursam com rápida disseminação, causando potencial dano econômico, social e sanitário. Algumas delas apresentam alto risco zoonótico, com considerável impacto na saúde pública, o que demanda dos serviços veterinários atenção diuturna.

Embora exista definida uma lista de doenças de notificação de caráter internacional, cada país signatário pode realizar a critério do órgão oficial de defesa sanitária animal a inclusão de novas enfermidades, com base nos danos causados e nas informações de prevalência e incidência nas populações animais, visando a erradicação do agravo. No Brasil, a relação de doenças de notificação compulsória pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) está normatizada pela Instrução Normativa SDA nº 50 de 24 de setembro de 2013².

Estas doenças encontram-se sob acompanhamento e responsabilidade da defesa sanitária animal na esfera pública, o denominado Serviço Veterinário Oficial (SVO). Em âmbito nacional as ações de defesa são exercidas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento e, no estado de Goiás, pelo Órgão Executor de Sanidade Agropecuária (OESA), representado pela Agência Goiana de Defesa Agropecuária (AGRODEFESA), a qual realiza a vigilância epidemiológica em rebanhos e plantéis.

A vigilância epidemiológica é caracterizada como sendo a execução de todos os procedimentos que envolvem ações de natureza sistemática e permanente, por meio do qual toma-se conhecimento dos eventos relacionados com a presença de doenças e os respectivos

meios de combate, em uma determinada área geográfica³. Esta vigilância consiste na identificação, atendimento e resolução precoce dos eventos notificados, com redução dos efeitos midiáticos, prejuízos econômicos e implicações de saúde pública⁴.

Com um rebanho de ruminantes de aproximadamente 22.682.185 de cabeças, a pecuária de bovinos e bubalinos é atualmente a criação de maior expressividade e relevância no estado de Goiás para fins de vigilância. As demais criações, como a de pequenos ruminantes que envolvem os caprinos e os ovinos, encontram-se ainda em desenvolvimento cujos rebanhos no Estado são de 17.888 e 101.409 cabeças⁵, respectivamente.

Devido a essa magnitude do rebanho de ruminantes em Goiás, o conhecimento das áreas com notificações de doenças e a distribuição espacial das síndromes vesiculares e nervosas, bem como da brucelose e tuberculose animal se faz necessário, tendo em vista os impactos sanitários e econômicos advindos dessas ocorrências e a possibilidade com isso, de priorização de ações de prevenção, controle e erradicação.

Assim, a apresentação das informações de ocorrência por meio da distribuição espacial das doenças de notificação compulsória em ruminantes no Estado, é de fundamental interesse. A partir dessa informação pode-se ter um diagnóstico para fins de implementação de políticas públicas e consequentemente para a gestão e planejamento zoossanitário, como por exemplo, o direcionamento de recursos a serem aplicados nestas áreas específicas, com eficiência e eficácia das ações realizadas em âmbito estadual pelo Serviço Veterinário Oficial.

Desta maneira, as ferramentas de análise espacial aplicadas na epidemiologia são imprescindíveis para se buscar padrões da doença-alvo no espaço ou mesmo proceder a análise de sua variação no tempo. Com essa finalidade, em decorrência da maior disponibilidade de dados referenciados espacialmente, bem como a existência de processos cada vez mais sofisticados de visualização, recuperação rápida e manipulação em sistemas de informação geográfica (SIG) foram criadas demandas por novas técnicas para análise de dados espaciais de natureza exploratória e confirmatória⁶.

Essas análises são de grande valia para a utilização na defesa sanitária animal, visto que ao utilizá-las e implementá-las nos bancos de dados informatizados do SVO pode-se promover e propiciar um melhor uso da informação epidemiológica. No caso da análise exploratória, o intuito é de identificação da estrutura de correlação espacial para melhor descrição dos dados, cujo interesse é estimar a magnitude da autocorrelação espacial entre as áreas⁷.

Dentre os módulos existentes neste tipo de análise espacial estão o índice global de Moran, o índice de Geary e o variograma, sendo utilizado no presente estudo o índice de Moran,

demonstrando-se por meio de regimes espaciais mencionados com o uso de indicadores locais de autocorrelação espacial⁷. No caso de indicadores locais, um dos mais utilizados é o I de Moran Local (LISA), que detecta padrões regionais de autocorrelação espacial. Esses indicadores de associação local produzem um valor específico para cada conjunto de áreas geográficas, permitindo assim a identificação de agrupamentos espaciais e viabilizando a construção de um mapa coroplético chamado de *Moran Map*, que permite identificar as aglomerações no território analisado⁶.

No âmbito da defesa sanitária animal, o uso da técnica permite o incremento e a inclusão de novos dados nosográficos passíveis de análise e geração do *Moran Map*, subsidiando desta forma a tomada de decisão e o desenvolvimento das ações de controle e prevenção de doenças.

Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi realizar a análise de áreas de ocorrência de doenças de ruminantes em Goiás, para subsidiar ações de vigilância epidemiológica com a apresentação da distribuição espacial dessas doenças de notificação obrigatória por meio de mapas. Frente a estas análises será possível a proposição de medidas que promovam a melhoria da saúde animal para o rebanho de ruminantes do Estado e o desenvolvimento dos programas estaduais de saúde animal, tendo como base a apresentação dos locais de ocorrência e notificação das síndromes vesiculares, nervosas, da brucelose e da tuberculose em ruminantes nos municípios do estado de Goiás.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Síndromes são conjuntos de sinais clínicos que definem uma determinada patologia ou condição sanitária. Na área de defesa sanitária animal, por meio da notificação de ocorrência dessas síndromes nas espécies animais de produção é possível sua caracterização em síndromes nervosas, síndromes vesiculares, síndromes hemorrágicas dos suídeos e síndromes respiratórias e nervosas das aves. As síndromes passíveis de afetar os ruminantes são as vesiculares e as nervosas, comunicadas pelo SVO junto ao Sistema Continental de Vigilância Epidemiológica do PANAFTOSA, responsável pela manutenção do banco de dados da informação zoossanitária nacional, em parceria com o MAPA^{2,8}.

Conforme critério do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, em ruminantes é definida uma lista de doenças de notificação compulsória, dividida em enfermidades de notificação imediata de caso suspeito ou diagnóstico laboratorial – categoria 1 (nove doenças); notificação imediata de qualquer caso suspeito – categoria 2 (duas doenças), notificação imediata de qualquer caso confirmado – categoria 3 (quatro doenças) e notificação

mensal de qualquer caso confirmado – categoria 4 (16 doenças)^{2,8}. A brucelose e a tuberculose animal estão previstas na categoria 3, sendo necessária a notificação ao SVO assim que as mesmas são confirmadas laboratorialmente⁸.

2.1. Síndromes vesiculares em ruminantes com enfoque em febre aftosa

As síndromes vesiculares são doenças que cursam com sinais clínicos caracterizados pelo aparecimento de vesículas nos animais acometidos. No Sistema Continental de Vigilância Epidemiológica (SivCont) a doença-alvo desta síndrome é a febre aftosa. Para o diagnóstico diferencial dessa enfermidade estão passíveis de registro no SivCont um rol de 25 outras enfermidades, incluindo a estomatite vesicular, a diarreia viral bovina, o ectima contagioso, a estomatite pustular, as intoxicações diversas, a língua azul, a mamilite herpética bovina, a varíola bovina e a pseudovaríola bovina⁸.

A febre aftosa é a enfermidade de maior impacto sanitário e econômico mundial dentre as síndromes vesiculares, com grande potencial para causar graves perdas econômicas⁷. A enfermidade é causada por um RNA vírus, não envelopado, gênero *Aphtovirus*, da família Picornaviridae⁸, de notificação compulsória à Organização Mundial de Saúde Animal (OIE) e, consequentemente, ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, normatizada pela Instrução Normativa nº 50 de 24 de setembro de 2013². São conhecidos sete sorotipos do *Aphtovirus*: O, A, C, SAT 1, SAT 2, SAT 3 e ASIA 1^{11,12}, sendo que os três primeiros já foram identificados no Brasil¹³.

Com base na ocorrência da febre aftosa nos países signatários, a Organização Mundial de Saúde Animal classifica e declara internacionalmente os países e/ou zonas como livres sem vacinação e com vacinação para Febre Aftosa. Ainda, os classifica em países e/ou zonas não reconhecidas de febre aftosa e países e/ou zonas livres com status sanitário de livre de febre aftosa com vacinação suspenso¹⁴. Na figura 1 está representada a classificação mundial em 2018 frente à ocorrência da doença.

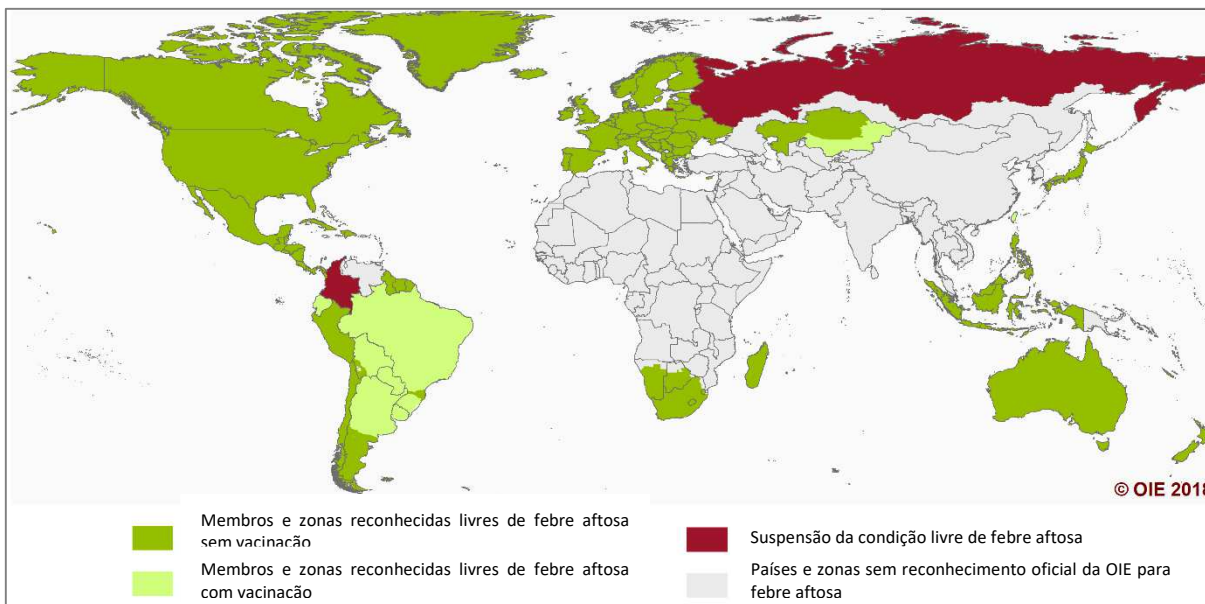


FIGURA 1 – *Status* oficial da febre aftosa dos países membros da Organização Mundial de Saúde Animal no ano de 2018.
Fonte: Adaptado de OIE, 2018.

2.1.1 Espécies susceptíveis à febre aftosa

A febre aftosa é uma doença viral e infectocontagiosa que acomete naturalmente animais biungulados, de casco fendido, tanto domésticos quanto selvagens^{13,15}. Bovinos, bubalinos, caprinos, ovinos, suínos e cervídeos, estão entre as espécies afetadas. Adicionalmente, estudos indicam que a doença pode atingir capivaras, que possuem alta susceptibilidade, e são eficientes transmissores. Tatus, cotias e outros roedores como os castores e porcos-espinho também podem ser hospedeiros, porém de baixa relevância¹².

Os bovinos e os bubalinos são considerados mantenedores da doença, os suínos amplificadores e sentinelas, e os caprinos e ovinos, sentinelas da enfermidade^{13,15} em razão destes últimos serem espécies secundárias na cadeia epidemiológica da doença¹⁵. Na figura 2 pode-se visualizar a concentração das principais espécies domésticas susceptíveis no mundo para a febre aftosa¹⁶.

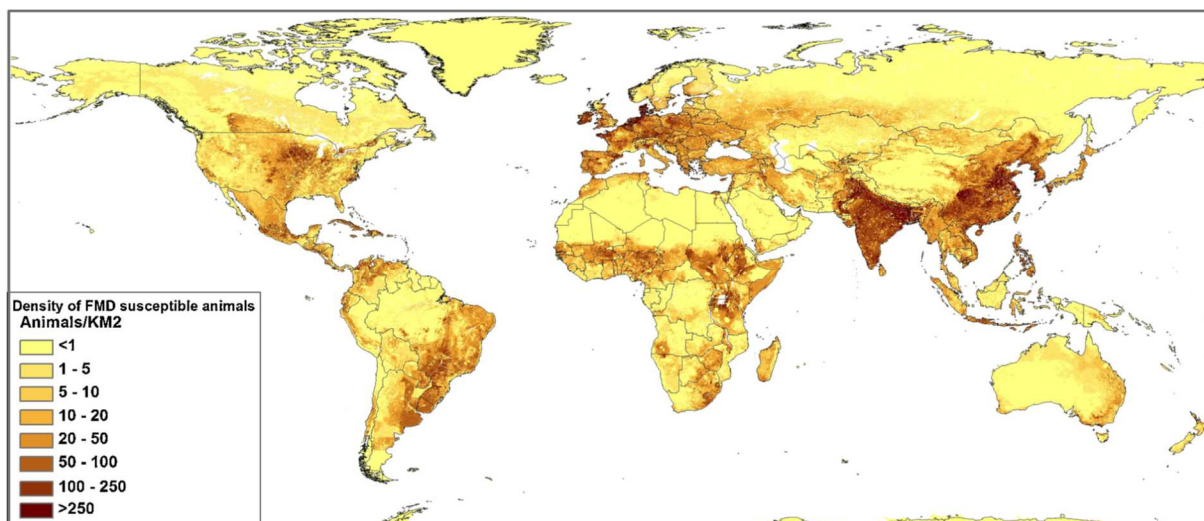


FIGURA 2 – Mapa de densidade de espécies susceptíveis para a febre aftosa.

Fonte: Knight-Jones TJD & Rushton J, 2013.

Na América do Sul, as áreas de ocorrência de focos de febre aftosa coincidem com as regiões de exploração da pecuária bovina, demonstrando assim que esta espécie está relacionada à manutenção da infecção e com os padrões de transmissão da doença^{17,18}. Neste contexto, a proteção do rebanho bovino brasileiro, com um total de 215,2 milhões de cabeças¹⁹, contra a febre aftosa é um desafio constante.

2.1.2 Transmissão, período de incubação e sinais clínicos da febre aftosa

A febre aftosa apresenta período de incubação de dois a 14 dias¹⁴. A transmissão do agente ocorre através do contato direto, entre animais doentes e sadios e, indireto, principalmente por aerossóis. Pode também ser veiculada por produtos de origem animal e fômites contaminados com o vírus¹³. Os sinais clínicos nos animais acometidos pela enfermidade incluem lesões vesiculares na cavidade oral, nos tetos e nas patas. Além disso, o animal apresenta febre, anorexia, calafrios e redução da produção de leite, com posterior estalo de lábios, rangido de dentes e claudicação^{13,15}.

A confirmação da doença é realizada por meio do diagnóstico clínico presuntivo associado à análise laboratorial por meio de sorologia e isolamento viral²⁰. Deste modo, para a fundamentação ou não da suspeita, o Serviço Veterinário Oficial deve ser notificado para que seja realizado o processo de atendimento, coleta de material e investigação epidemiológica. Este atendimento através da vigilância ativa e passiva é realizado para todas as suspeitas de síndromes vesiculares que cursem com sintomatologia semelhante à febre aftosa²¹.

2.1.3 Histórico da febre aftosa no Brasil

A febre aftosa foi descrita pela primeira vez na Itália no século XVI, sendo que no século XIX foi observada em vários países da Europa, Ásia, África e América. Estima-se que a introdução da doença na América do Sul ocorreu simultaneamente com a da Costa Oeste dos Estados Unidos no ano de 1870. Porém, na América do Norte a doença foi erradicada já na primeira metade do século XX, diferentemente da América do Sul, onde a mesma se disseminou para a maioria dos países sulamericanos²².

A enfermidade, após focos ocorridos previamente na Argentina e Uruguai, teve seu relato de ocorrência no Brasil no ano de 1895, no município de Uberaba, Minas Gerais²³, no mesmo período do surgimento da indústria frigorífica, quando houve a importação de reprodutores bovinos de raças europeias²⁴. Porém, o MAPA somente realizou medidas específicas de combate à doença no país em 1919 e 1921 respectivamente, quando foi publicado e revisado o código de polícia sanitária¹⁸.

No ano de 1934 foi regulamentado no Brasil o serviço de defesa sanitária animal, por meio do Decreto nº 24.548 e, em 1950, onde foram estabelecidas as primeiras normativas para combate à doença²⁵. A chegada da doença em 1950 na Colômbia e Venezuela foi um relevante fator desencadeador para a criação do Centro Pan-americano de Febre Aftosa (PANAFTOSA), posteriormente incorporado à Organização Pan-americana da Saúde (OPAS) em 1951, localizado na cidade do Rio de Janeiro – Brasil²⁴.

No anos subsequentes a febre aftosa disseminou no continente e, com a epizootia de febre aftosa no Reino Unido, em 1967, o setor de exportação de carnes da América do Sul teve de se reorganizar. O episódio foi associado à importação de carne ovina com osso contaminada proveniente da região sul-americana, o que levou os países da Comunidade Européia a proibirem a importação de carne com osso²⁴.

Em 1970, houve a implantação no Brasil de um sistema de informação, revelando aumento no número de focos em consequência da vigilância mais eficiente. Este sistema levou em consideração o controle de qualidade da vacina e a identificação de áreas de risco, comparando-se o trânsito animal com a ocorrência da doença²³. No período 1972-1974, no Rio Grande do Sul ocorreu um surto da doença, afetando suínos, bovinos e ovinos, e em 1976, a doença retornou em bovinos na região. Na década de 1980 houve redução significativa dos focos, que foi subsidiada pelos estudos das estruturas de produção pecuária²³, como pode ser verificado no estado de Goiás em estudo da série histórica de focos ocorridos entre 1977 e 1992, visualizados na figura 3²⁸:

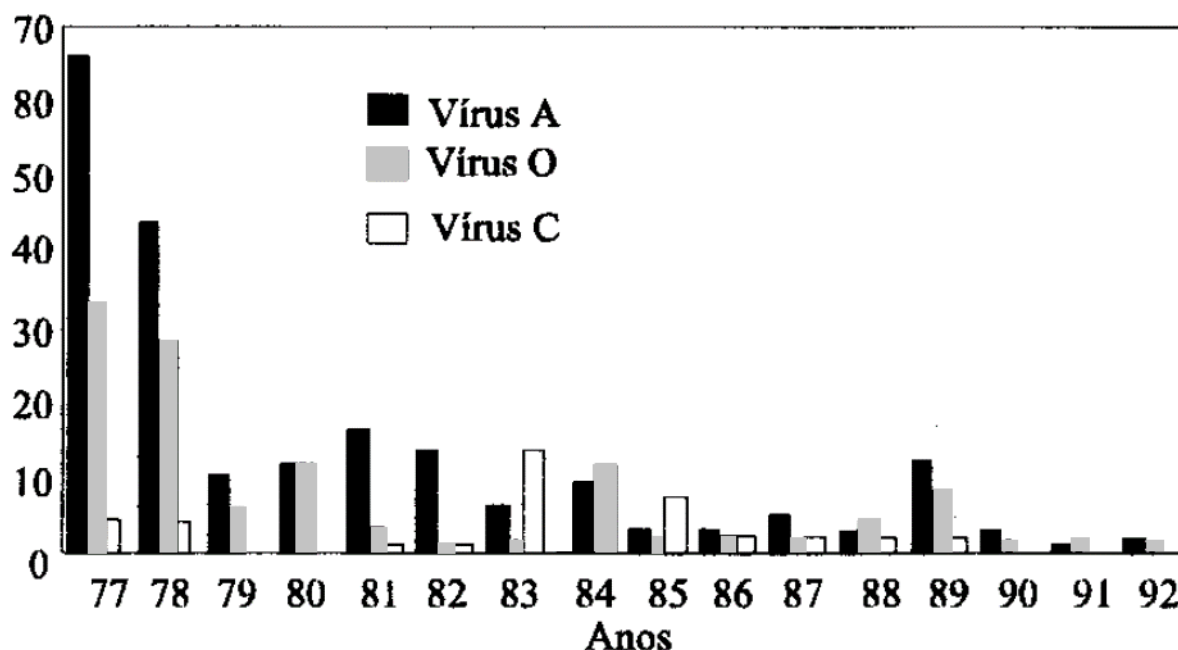


FIGURA 3 – Focos de febre aftosa segundo o tipo de vírus no estado de Goiás, de 1977 a 1992.
Fonte: Adaptado de Jayme et. al., 1996.

O combate à febre aftosa, até o ano de 1992, era somente voltado para seu controle, sem buscar a erradicação da enfermidade. Porém, no mesmo período, o norteamento do processo de erradicação foi elaborado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, sendo criados os circuitos pecuários. A organização das ações foi realizada em conjunto com a iniciativa privada e as secretarias de agricultura estaduais, com a assessoria do PANAFTOSA. Assim, em 1995 o combate à doença apresentou avanços mais significativos, após o governo federal intensificar esforços no controle de focos^{24,26}.

Em maio de 1994, a Comissão Científica para Enfermidades Animais da OIE foi demandada pela Assembleia Geral da instituição para fins de criação de um protocolo contendo os procedimentos para o reconhecimento oficial da condição de livre de febre aftosa pelos países signatários²⁷. Isto possibilitou aos países, o pleito de reconhecimento de zonas livres para a enfermidade. Nesta época ocorria no estado de Santa Catarina o último foco registrado²⁶.

Até esta época, Goiás ainda registrava focos, no entanto, o último registrado ocorreu no mês de agosto de 1995, em propriedade rural localizada no município de Santa Bárbara de Goiás⁷. Os estados de São Paulo, parte do estado do Paraná, oeste de Minas Gerais, Distrito Federal, Goiás, Mato Grosso e parte de Tocantins, pertencentes ao circuito-pecuário Centro-Oeste, a partir de 1996, não tiveram mais focos, com exceção do Mato Grosso Sul e parte do estado do Tocantins incluso no circuito pecuário Norte²⁶. Na figura 4 pode-se visualizar os principais tipos de vírus, com ocorrência no Brasil, na década de 1990, demonstrando o

predomínio do vírus O e A e a diminuição de focos provocados pelo vírus C²⁹:

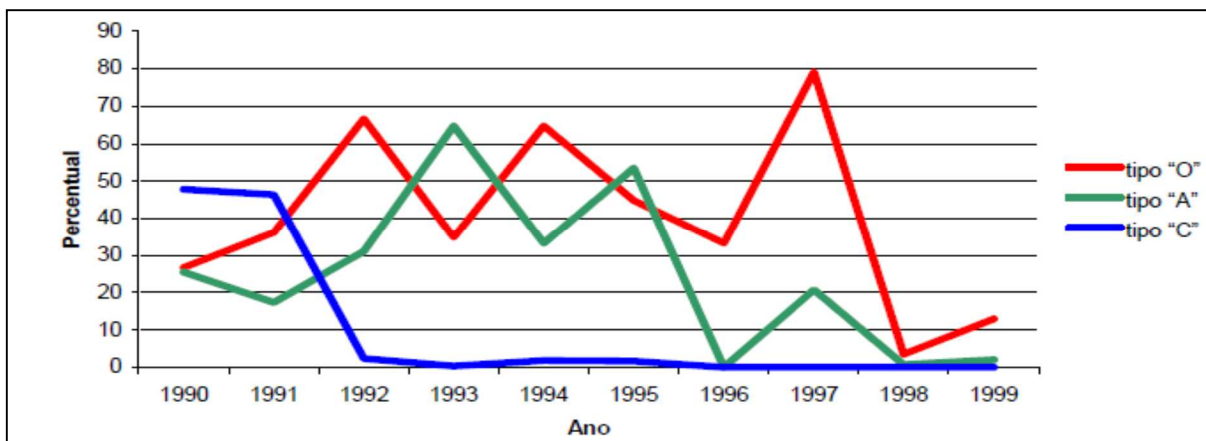


FIGURA 4 – Tipos de vírus de febre aftosa no Brasil de 1990 a 1999.

Fonte: Arnold et. al, 2007.

No ano de 1998 os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina obtiveram o reconhecimento da primeira zona livre de febre aftosa com vacinação no Brasil. Porém, em 2000 ocorreu a reintrodução da febre aftosa no estado do Rio Grande do Sul, levando à suspensão do *status* sanitário de zona livre de febre aftosa com vacinação, obtido há dois anos por ambos estados. Em 2000, o circuito formado pelos estados do Paraná, Distrito Federal e por parte dos Estados de Goiás, Mato Grosso, Minas Gerais e São Paulo conquistou o *status* de zona livre de febre aftosa com vacinação, sendo mantida nas áreas limítrofes e circunscrita à região não livre, a denominada “zona tampão”³⁰.

A ampliação desta zona livre com a prática da vacinação, com inclusão de outros estados como Bahia, Espírito Santo, Mato Grosso do Sul, Rio de Janeiro, Sergipe e Tocantins ocorreu em 2001. A zona de proteção presente nos estados de Goiás, Mato Grosso, Minas Gerais e São Paulo também foi incluída como área livre. Já os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina voltaram à condição sanitária de zona livre de febre aftosa com vacinação somente em 2002, seguido da inclusão do estado de Rondônia em 2003³⁰.

Em maio de 2005 houve nova ampliação da zona livre de febre aftosa com vacinação, desta vez na região norte do país, com reconhecimento do Acre e de mais dois municípios do estado do Amazonas. No mês de outubro de 2005, o aparecimento de focos de febre aftosa no Mato Grosso do Sul e no Paraná levou à suspensão também da zona livre nos estados da Bahia, Distrito Federal, Espírito Santo, Goiás, Mato Grosso, Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo, Sergipe e Tocantins³⁰.

Em 2007, Santa Catarina obteve o reconhecimento da primeira zona livre de febre aftosa sem vacinação no Brasil, com a condição atualmente mantida por meio de uma estrutura

robusta de 69 barreiras fixas para o controle da movimentação de animais³² e, pelo fortalecimento do serviço de defesa sanitária estadual. No mesmo período, a Região Centro-sul do estado do Pará conquistou o status de zona livre de febre aftosa com vacinação, propiciando com isto a substancial valorização de seu rebanho naquela região³⁰.

No ano de 2008, com a restituição da zona livre de febre aftosa para os estados da Bahia, Distrito Federal, Espírito Santo, Goiás, Mato Grosso, Minas Gerais, Paraná, Rio de Janeiro, São Paulo, Sergipe e Tocantins, houve uma crescente melhoria dos índices de vacinação nestes estados. Em julho do mesmo ano, ocorreu o retorno do reconhecimento da zona livre de febre aftosa para o estado de Mato Grosso do Sul da área suspensa em 2005³⁰.

Em 2011 ocorreu a restituição do reconhecimento da condição sanitária de zona livre de febre aftosa com vacinação da Zona de Alta Vigilância do estado do Mato Grosso do Sul no mês de fevereiro de 2011. No mesmo período houve o reconhecimento das zonas de proteção, as denominadas “zona tampão”, como livre de febre aftosa com vacinação na Bahia e Tocantins, bem como a ampliação desta, posteriormente, no mês de maio, nos estados de Rondônia e Amazonas³⁰.

Os estados de Alagoas, Ceará, Maranhão, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte e região norte do estado do Pará foram inclusos em maio de 2014 na zona livre de febre aftosa com vacinação³⁰. A constatação da ausência de atividade viral na região, realizada por meio de inquérito soroepidemiológico e a melhoria do serviço de defesa sanitária animal na região nordeste do país possibilitaram a evolução³¹.

No mês de maio de 2018, o país foi reconhecido integralmente como zona livre de febre aftosa com vacinação, exceto o estado de Santa Catarina, com condição sanitária de zona livre de febre aftosa sem a prática de vacinação. Diante do exposto, considera-se que a vigilância de síndromes vesiculares no país é fator fundamental para o sucesso da estratégia do Programa Nacional de Erradicação da Febre Aftosa (PNEFA)³².

2.2. Síndromes nervosas em ruminantes

As síndromes nervosas em ruminantes são doenças que cursam com o aparecimento de sinais clínicos neurológicos nos animais, com presença ou não de mortalidade. Com etiologia variada, as enfermidades que causam esta síndrome podem ter origem carencial, congênita, degenerativa, infecciosa, neoplásica, metabólica e tóxica³³. No entanto, dentre estas doenças, somente as de origem infecciosa constituem-se de interesse para investigação pelo Serviço Veterinário Oficial, existindo assim programas de saúde animal implementados para controle destas.

Dentre a relação de doenças incluídas nas síndromes nervosas em ruminantes no Sistema Continental de Vigilância Epidemiológica estão a encefalopatia espongiforme bovina, a raiva dos herbívoros e a *scrapie*^{8,34}.

Notificações de intoxicações e toxinfecções que cursem com sinais clínicos neurológicos são também utilizadas como diagnóstico diferencial para as enfermidades infecciosas alvo do Programa Nacional de Controle da Raiva (PNCRH), a raiva dos herbívoros, e do Programa Nacional de Prevenção e Vigilância da Encefalopatia Espongiforme Bovina – PNEEB, a encefalopatia espongiforme bovina e a *scrapie*, ambos do MAPA³⁵.

2.2.1. Raiva dos herbívoros em ruminantes

Causada por um vírus da família Rhabdoviridae, gênero *Lyssavírus*, com tropismo pelo sistema nervoso central, a raiva é uma zoonose de alta relevância para saúde animal e saúde pública. Acomete mamíferos, sendo definida pela Organização Mundial de Saúde Animal como doença comum a várias espécies e caracteriza-se por um quadro de encefalomielite cuja a letalidade é de 100% nos animais³⁶.

Em ruminantes, o sinal clínico mais comum da raiva é a paralisia muscular. Os animais infectados apresentam comportamento de isolamento do rebanho, com ausência de apetite e apatia³⁷. A evolução da doença cursa com sinais de aumento da sensibilidade do animal, hiperexcitabilidade, mugidos constantes e aumento da libido. A salivação é abundante e viscosa, levando a dificuldade para engolir devido a paralisia dos músculos da deglutição^{36,38}.

A transmissão da enfermidade acontece usualmente por contato direto, sendo os morcegos hematófagos os principais transmissores da doença para os ruminantes. No Brasil, os morcegos hematófagos da espécie *Desmodus rotundus* são os de maior importância, visto que essa espécie é abundante em áreas com exploração pecuária³⁹. Assim, dentre as duas ferramentas principais estabelecidas pelo MAPA para a diminuição da ocorrência da raiva estão o controle populacional de morcegos hematófagos e a vacinação dos animais domésticos⁴⁰.

Em Goiás, a vacinação contra a doença em ruminantes e eqüídeos em áreas de alto risco para a doença é de caráter compulsório, normatizada pela Instrução Normativa AGRODEFESA nº 02 de 15 de março de 2017⁴¹. Na normativa estão relacionados 121 municípios de alto risco no Estado, cujas propriedades rurais que possuem espécies a serem imunizadas devem declarar a vacinação duas vezes ao ano junto ao SVO, uma no mês de maio e outra no mês de novembro, devendo-se vacinar animais de todas as faixas etárias na primeira, e animais de até 12 meses de idade na segunda⁴¹.

No caso de doenças infecciosas endêmicas como a raiva dos herbívoros, a identificação e o geoprocessamento de áreas com alta vulnerabilidade e receptividade possibilitam um melhor controle da doença. Com isso, é possível a atuação de equipes de captura de morcegos hematófagos pelo SVO nos locais com abrigos georreferenciados e, a aplicação de estratégias diferenciadas para o controle da raiva nas regiões com colônias desses transmissores (Figura 5)⁴².

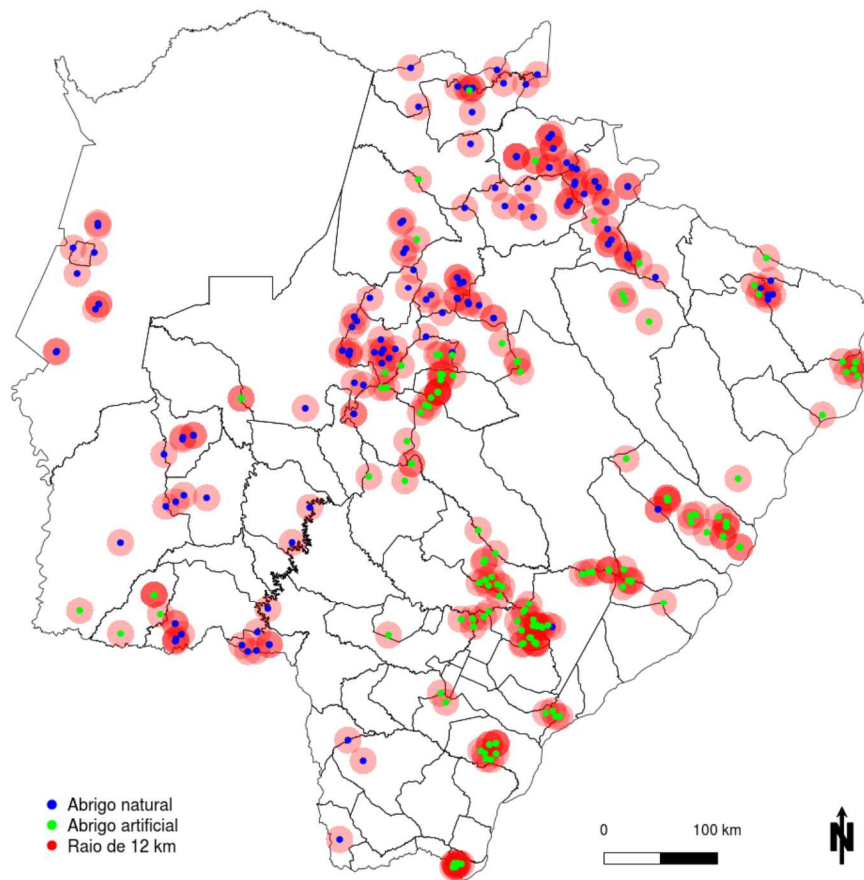


FIGURA 5 - Georreferenciamento dos abrigos artificiais e naturais de morcegos hematófagos (*Desmodus rotundus*) cadastrados no estado do Mato Grosso do Sul.
Fonte: Machado Júnior et al., 2014.

2.2.2. Encefalopatia espongiforme bovina

A encefalopatia espongiforme bovina (EEB) é integrante de um grupo de desordens neurodegenerativas transmissíveis causadas por príons, as encefalopatias espongiformes transmissíveis⁴³. As encefalopatias espongiformes transmissíveis ou doenças priônicas afetam animais e seres humanos e são caracterizadas por desenvolvimento neurodegenerativo^{44,45}.

A doença é transmitida aos ruminantes pela ingestão de produtos de origem animal provenientes de animais doentes, contaminados com o príon da EEB. Além dos bovinos, que é a principal espécie afetada, existem outras espécies que podem se tornar hospedeiras de príons, tais como caprinos, ruminantes exóticos, lêmures e felídeos^{44,45,46}. Definida como de certificação internacional pela OIE, a condição sanitária dos países e territórios membros – signatários – é estabelecida com base na avaliação geral do risco de ocorrência de focos de EEB. São consideradas três categorias de risco: insignificante, controlado e risco indeterminado⁴³.

O Brasil é considerado como de risco insignificante para a doença pela OIE, devido nunca ter sido registrados casos típicos da enfermidade, conforme figura 6^{27,43}. Essa condição sanitária é reavaliada apenas nos casos de alteração na situação epidemiológica que indique falhas nas medidas de redução dos riscos aplicadas na zona ou país⁴³.

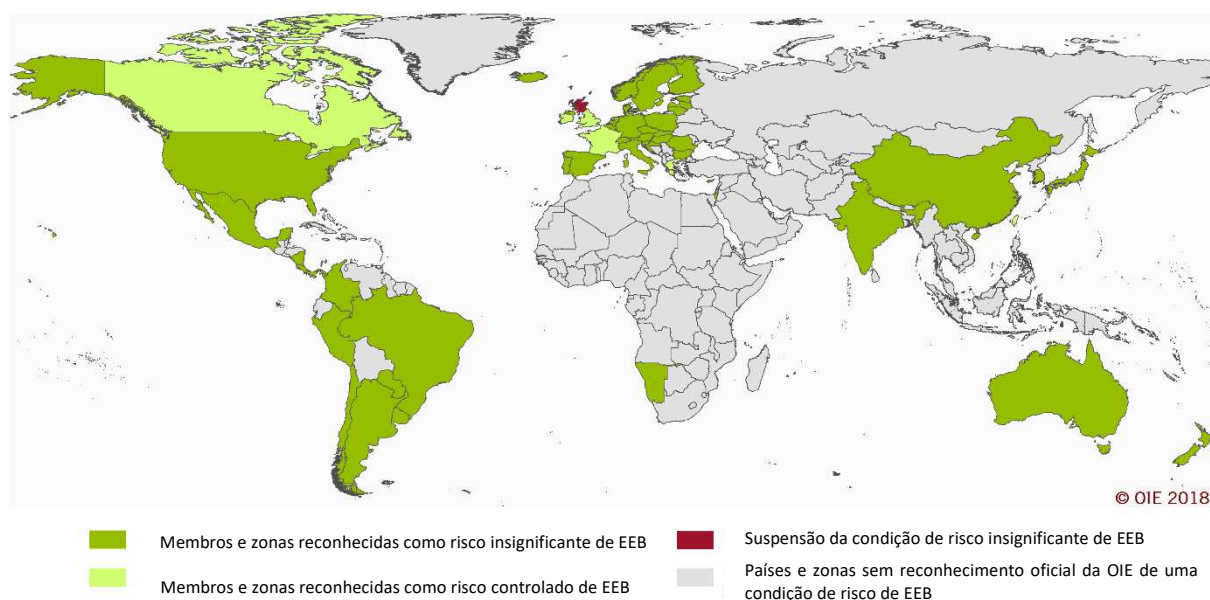


FIGURA 6 – Status oficial da encefalopatia espongiforme bovina dos países membros da OIE no ano de 2018.

Fonte: Adaptado de OIE, 2018.

Para a manutenção da vigilância epidemiológica da doença, o SVO mantém vigilância ativa constante, de forma a identificar e diagnosticar quaisquer casos de síndromes nervosas no país, realizando diagnóstico diferencial para a EEB, bem como fiscalizando o

fornecimento de proteína de origem animal na alimentação de ruminantes. A prática é considerada crime contra a saúde pública, previsto no Código de Defesa do Consumidor e no Código Penal Brasileiro, artigos 259 e 268, proibida em todo o território nacional pela Instrução Normativa MAPA nº 08 de 25 de março de 2004⁴⁷.

As penalidades previstas em caso de acesso ou consumo pelos ruminantes de produtos de origem animal, passíveis de veiculação do prion, sujeita ao infrator em submeter os animais ao abate em prazo não superior a 30 dias ou a destruição dos mesmos na propriedade, sem prejuízo de demais sanções⁴⁸. Ainda, como estratégias adotadas para a vigilância e prevenção da EEB no país estão a transparência na notificação dos possíveis casos de EEB; a realização de testes de triagem durante o abate de rotina; a extração de material de risco específico (MRE) durante o abate e posterior processamento de carcaças; a proibição do uso do MRE na alimentação animal e a vigilância específica de casos identificados de doença neurológica no rebanho⁴³.

2.3. Brucelose e tuberculose

A brucelose e a tuberculose são zoonoses de grande relevância na pecuária nacional, causando graves impactos e prejuízos à bovinocultura, bem como para a saúde pública. Essas enfermidades estão presentes em todo o território brasileiro com prevalências apresentando variações entre as unidades federativas e por região de cada Estado⁴⁹.

No ano de 2001 foi implantado no Brasil o Programa Nacional de Controle e Erradicação da Brucelose e Tuberculose (PNCEBT) e, em Goiás, por meio da lei estadual nº13.998 de 13 de dezembro de 2001, regulamentada pelo Decreto estadual nº5.652 de 2002, essas doenças foram consideradas doenças de notificação compulsória^{49,50,51,52}.

As estratégias de combate às enfermidades foram baseadas na vacinação obrigatória das fêmeas de 03 a 08 meses para brucelose, no controle do trânsito de bovinos e bubalinos e na certificação de propriedades como livres para brucelose, livres para tuberculose ou para ambas as doenças⁴⁹.

2.3.1. Brucelose

A brucelose é uma doença infectocontagiosa, de caráter zoonótico que afeta ruminantes e outros mamíferos, causada por bactérias do gênero *Brucella*. Em bovinos, a espécie normalmente envolvida em surtos é a *Brucella abortus*⁴⁷, relacionada a prejuízos econômicos substanciais, ocasionados por problemas reprodutivos nos animais acometidos^{53,55}.

Estima-se que em rebanhos leiteiros com prevalência entre 0,06% a 3% ocorra perdas de 5 a 14% ao ano se somados os custos para o controle da enfermidade e a queda na produtividade⁵¹ e que a cada 1% de variação na prevalência a variação no custo da brucelose bovina no Brasil seja de 155 milhões de reais⁵⁴. Somente em Goiás, a prevalência da doença, obtida em estudo realizado no estado no ano 2002 foi de 17,5% para propriedades rurais e de 3% para animais⁵⁰.

No caso de ocorrência da doença em propriedades, o sacrifício sanitário dos animais positivos é obrigatório, porém, o saneamento é facultado nas situações em que os Estados não possuem baixa prevalência, como exemplo, o estado de Goiás⁵⁵.

2.3.2. Tuberculose

A tuberculose é uma zoonose infectocontagiosa que afeta todas as classes de vertebrados, predominantemente crônica, granulomatosa, causada por bactérias do gênero *Mycobacterium*, sendo a principal espécie que acomete bovinos o *Mycobacterium bovis*^{56,57,58}. A porta de entrada da micobactéria ocorre por via oral ou respiratória, com ingestão ou inalação do patógeno, respectivamente.

Nos bovídeos a doença dissemina-se rapidamente por via aerógena no rebanho. A doença ocorre em todas as regiões do mundo com maior relevância em bovinos leiteiros^{58,59}. A enfermidade leva a perdas por mortalidade e queda na produtividade, com condenação de carcaças de animais acometidos, levando a restrições na exportação de propriedades cujo rebanho está acometido pela doença⁵⁸.

No estado de Goiás a prevalência da tuberculose, obtida em estudo realizado entre os anos de 2013 a 2014, foi de 3,43% para propriedades rurais e de 0,3% para animais, sendo sua distribuição espacial heterogênea, com maior concentração nas regiões de pecuária leiteira⁵⁹.

2.4. Análise espacial em Medicina Veterinária

A análise espacial é uma abordagem que busca descrever os padrões existentes nos dados espaciais e estabelecer, preferencialmente de forma quantitativa, as relações entre diferentes variáveis geográficas⁶¹. Dentre as ações para aplicabilidade da análise espacial a partir do georreferenciamento e das técnicas de geoprocessamento estão primariamente o cadastramento de explorações pecuárias, mapeamento da ocorrência de doenças, a realização de estudos epidemiológicos e o desenvolvimento de programas governamentais de saúde animal⁶³.

Um dado geoespacial ou georreferenciado é um dado espacial em que a dimensão espacial está associada à sua localização na superfície terrestre, em determinado instante ou período de tempo⁶⁰. Na área da saúde, desde o final da década de 1980 diversas abordagens onde a localização espacial e os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) têm papel destacado foram utilizadas, sendo que anteriormente essas abordagens epidemiológicas eram baseados estritamente em indivíduos na busca por fatores de risco para doenças crônicas⁶².

Atualmente, na área da medicina veterinária a análise espacial é amplamente utilizada na prevenção, controle e erradicação de doenças, sejam elas zoonoses ou mesmo para as demais enfermidades de rebanho. Os sistemas de informação geográfica (GIS) e o sensoriamento remoto têm sido cada vez mais utilizados em epidemiologia, proporcionando abordagem espacial para questões de saúde animal⁵⁹.

1.4.1 Georreferenciamento e geoprocessamento em Medicina Veterinária.

O geoprocessamento é definido como o procedimento para levantamento de coordenadas geográficas, no intuito de subsidiar a elaboração de um mapa, visando a transformação linear de uma imagem não georreferenciada em sua equivalente, corretamente georreferenciada⁶⁴. A partir do georreferenciamento é possível a execução do geoprocessamento, no qual se utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento da informação geográfica⁶⁵.

Geralmente, o georreferenciamento é a primeira etapa no processo de análise de dados espaciais. Este processo consiste na conversão da descrição de um local para uma posição na superfície da Terra. O georreferenciamento pode ser realizado por um par das coordenadas obtidas no levantamento de campo, usando um aparelho de GPS (Sistema Posicionamento Global), receptores ou mesmo instrumentos topográficos, sendo que os últimos tendem a ser mais precisos, mas também caros e demorados⁶⁶.

As características dos receptores influenciam na qualidade do georreferenciamento, o que os tornam mais ou menos precisos. Normalmente, os mais acessíveis, amplamente utilizados em estudos epidemiológicos, têm um erro de posição considerável, variando de 10 a 20 metros. Outro meio de georreferenciar é utilizando-se sistemas informatizados disponíveis gratuitamente, por meio de ferramentas de mapeamento *on-line* como o *Google Earth*, por exemplo⁶⁶.

Em comparação de três métodos de utilização do georreferenciamento, as maiores taxas de concordância e a maior precisão foram obtidas pelo aplicativo *Google Earth* seguidas

posteriormente do Sistema de Posicionamento Global (Aparelho de GPS) e do software *ArcGis* (GIS)⁶⁶.

Devido à enorme carência de informações adequadas no Brasil para fins de tomada de decisão sobre problemas sanitários, ambientais e sociais, o geoprocessamento possui um enorme potencial, caso sejam utilizadas tecnologias de custo relativamente baixo, com conhecimento adquirido localmente⁶⁵.

2.4.2 Tipos de dados

Para a execução do georreferenciamento podem ser utilizados basicamente dois tipos de dados. O ponto é o tipo de dado mais simples que identifica a localização pontual (coordenadas) de algum evento sanitário e para representar dados espaciais⁶³, como por exemplo, uma granja de aves em uma determinada propriedade rural com ocorrência de doença. De acordo com o padrão de distribuição dos pontos pode-se ter a distribuição aleatória, aglomerada ou regular de um determinado evento sanitário (Figura 7).

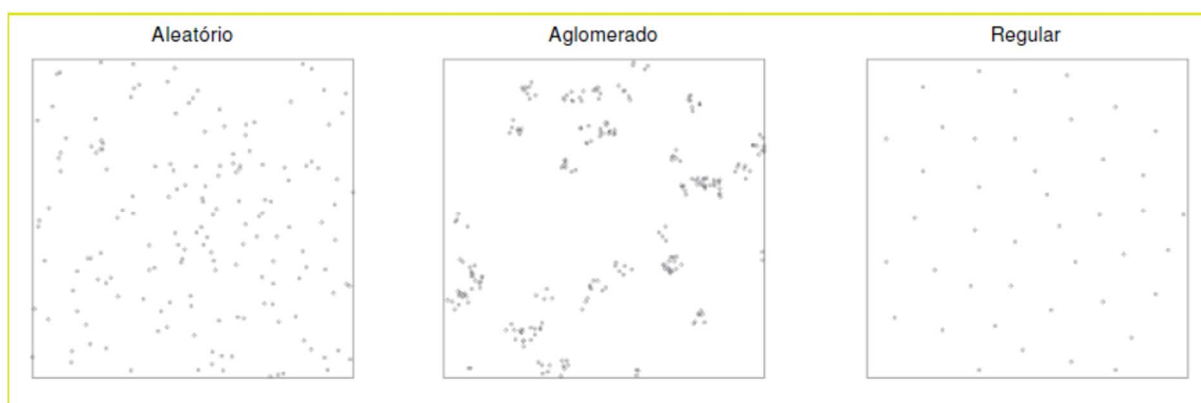


FIGURA 7 - Padrões de distribuição espacial de pontos nas formas aleatória, aglomerada e regular. Fonte: Ministério da Saúde, 2007.

Outro tipo de dado é a área, que possui limites definidos, usualmente divisões políticas, podendo ser citados como exemplo as contagens de casos ou óbitos de determinada doença em um município⁶³.

2.4.3 Sistemas de Informações Geográficas

O termo Sistemas de Informações Geográficas (SIG) faz referência ao programa ou aplicativo de computador utilizado para geração, visualização, consulta e impressão de mapas, podendo ser classificados em dois tipos quanto às camadas utilizadas: camadas ráster e camadas vetoriais. A primeira diz respeito à formação de mapas por meio de malhas retangulares de

células quadradas, denominadas pixels, os quais são identificados por números, possuindo a informação de modelagem de aspectos relacionados ao meio estudado⁶⁴.

No caso da camada vetorial, são utilizados um conjunto de pontos, polígonos ou linhas que modelam o aspecto do meio⁶⁵. Os SIG vetoriais são usados para modelar aspectos qualitativos, no entanto, atualmente os SIG mais modernos trabalham com os dois formatos. Dentre os modelos de SIG disponibilizados comercialmente estão o *ArcGIS*, *Quantum GIS*, *Mapinfo*, *Spring* e *Geomedia*, que armazenam os dados em diferentes formatos digitais⁶⁴.

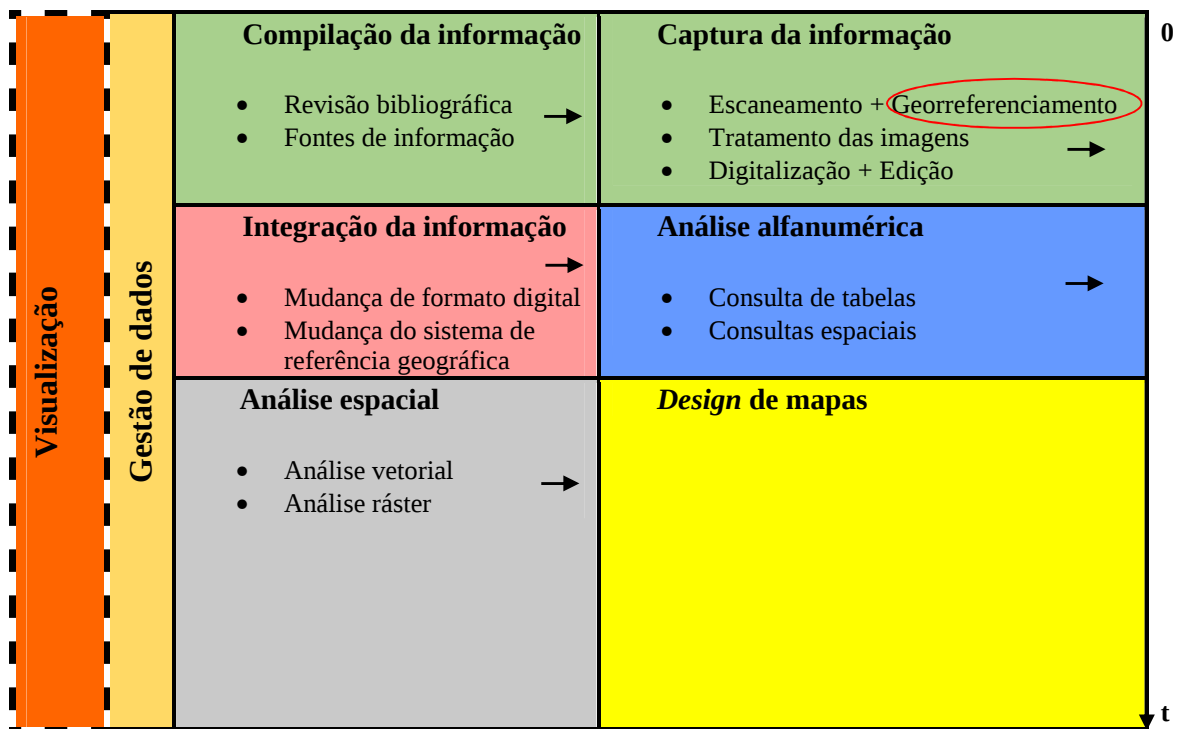


FIGURA 8 - Fases típicas de um projeto de Sistemas de Informação Geográfica, com a definição do início do processo (0) até a sua finalização (t), dividida entre a visualização e gestão de todos os dados.

Fonte: Adaptado de Quintana et al., 2008.

As principais funções de um SIG incluem a identificação, localização e visualização da ocorrência de fenômenos que se materializam no espaço. A compilação da informação é representada pela revisão bibliográfica e demais fontes de informação para subsidiar a sua captura que é fornecida principalmente por meio do georreferenciamento⁶³. Após a digitalização dos dados, os mesmos são tratados de forma a serem entendidos pelo SIG, viabilizando a análise espacial e a possibilidade da apresentação de mapas como resultado final das informações trabalhadas⁶³.

No processo utilizado por um SIG é seguida uma série de fases em que ocorrem as prováveis origens da informação, a captura da informação, principalmente com o uso do georreferenciamento (Figura 8), a integração da informação e análise alfanumérica, a análise espacial e o *design* dos mapas a serem visualizados como resultado final⁶⁴.

2.4.4. Saúde pública

Na área de saúde pública, a análise espacial voltada à vigilância epidemiológica de zoonoses tem sido cada vez mais aplicada. No caso do mapeamento de doenças, é realizada a descrição do processo de distribuição espacial, visando avaliar a variação geográfica na sua ocorrência para identificar diferenciais de risco, orientar a alocação de recursos e levantar hipóteses etiológicas. Os métodos têm como objetivo produzir um mapa “limpo”, sem o “ruído” gerado pela flutuação aleatória dos pequenos números, e controlando as diferenças na estrutura demográfica⁶³.

Desta forma, os sistemas de informação na área da Saúde (SIS) têm por objetivo subsidiarem o processo de tomada de decisão, permitindo a organização e análise de dados para definição de risco à saúde e avaliação do impacto dos serviços na condição de saúde da população. Para tanto, os profissionais devem desenvolver habilidades necessárias para utilizar instrumentos que possibilitem a transformação da sua ação pelo processo de associação do dado a um mapa, localizando assim os determinantes de saúde/doença dos grupos populacionais⁶⁷. Os SIG representam uma ferramenta prática nesta transformação, evidenciando as desigualdades existentes num dado território, possibilitando dispor eventos de saúde em formato de pontos em um mapa⁶⁸.

O conhecimento da estrutura e dinâmica espacial da população constitui-se como o início da caracterização dos indicadores de saúde, como também o planejamento, controle e alocação de recursos. A utilização de unidades espaciais para a consolidação de indicadores em saúde é necessária, visto que o georreferenciamento e posterior análise espacial propiciam a verificação da gênese da doença⁶⁸.

2.4.5. Defesa sanitária animal

Em defesa sanitária animal, a condição básica para execução de programas oficiais de saúde animal é a manutenção de um cadastro consolidado e atualizado. A obtenção das informações de propriedades rurais e demais estabelecimentos de interesse da defesa é realizada por meio do levantamento das coordenadas geográficas⁶⁹. As ações devem ser iniciadas principalmente pelas propriedades consideradas de maior risco, para determinada enfermidade de notificação compulsória pela IN DSA/MAPA nº 50/2013², conforme definição por um médico veterinário oficial segundo critérios de risco preestabelecidos⁶⁹.

No tocante ao reconhecimento de áreas livres de doenças, a certificação internacional pela Organização Mundial de Saúde Animal (OIE) define a obrigatoriedade da apresentação de mapas georreferenciados, cujas coordenadas devem corresponder às zonas

propostas a serem declaradas livres⁷⁰. Desta maneira, são utilizados pelo Serviço Veterinário Oficial (SVO) sistemas visando o detalhamento e a busca das informações cadastrais.

Diversos SIG podem ser utilizados para aperfeiçoar e agilizar a busca de dados e sua consequente análise, porém, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento em âmbito federal padroniza as configurações que cada um deles deve possuir. Assim, o SVO é capaz de alimentar adequadamente os sistemas de informações existentes, para envio à OIE, da qual o Brasil é signatário⁶.

O principal sistema em uso pelo SVO brasileiro é o Sistema Continental de Vigilância Epidemiológica (SivCont), gerido pelo Centro Panamericano de Febre Aftosa (PANAFTOSA). Nesse sítio são lançados dados de atendimento pelos serviços de defesa sanitária animal estaduais voltados às doenças que participam das síndromes vesiculares, hemorrágicas dos suínos, nervosas em herbívoros e nervosas e respiratórias das aves⁶⁹.

O PANAFTOSA coordena, principalmente na América do Sul, a captura de dados dos países para diversas enfermidades, possibilitando a padronização dos mecanismos epidemiológicos⁷¹. O sistema permite o lançamento de eventos sanitários, sejam eles alertas e/ou emergências sanitárias por meio de quadrantes e/ou coordenadas geográficas (Figura 9) obtidas no processo de vigilância epidemiológica⁷².



FIGURA 9 – Mapa do Brasil demonstrando as coordenadas geográficas (latitude e longitude).
Fonte: Dolan, 2009.

Embora o MAPA padronize alguns sistemas e bases de dados, fica a critério dos Estados a utilização da ferramenta que melhor se adapte à sua realidade. Em Goiás, foi consolidado um sistema, criado pela Agência Goiana de Defesa Agropecuária (AGRODEFESA), pelo qual são realizados todos os procedimentos administrativos, financeiros e sanitários denominado Sistema de Defesa Agropecuário de Goiás (SIDAGO)⁷³.

O sistema comporta toda a base cadastral de pessoas físicas e jurídicas, propriedades rurais, estabelecimentos comerciais e industriais, como por exemplo, lojas agropecuárias e estabelecimentos de abate. Cada cadastro é vinculado ao sistema de informações da Secretaria de Estado da Fazenda de Goiás (SEFAZ), de onde os dados mínimos para cadastramento e atualização cadastral são obtidos, tais como a inscrição estadual do contribuinte, endereço e tipo de exploração existente – animal ou vegetal⁷³.

Com base nestas informações é possível o gerenciamento das informações e a aplicação na vigilância epidemiológica de doenças de notificação, gerando mapas de área de ocorrência de enfermidades conforme “marcação sanitária” no SIDAGO⁷³ (Figura 10).

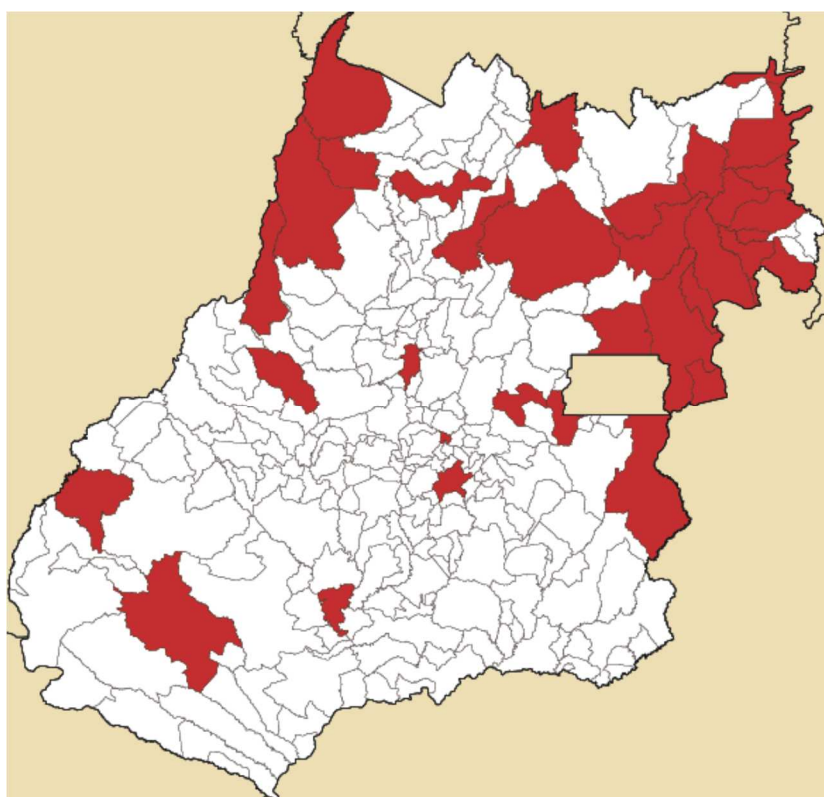


FIGURA 10 – Municípios com marcação sanitária e ocorrência (em vermelho) para Anemia Infecciosa Equina (AIE) no estado de Goiás no ano de 2017.

Fonte: Adaptado de AGRODEFESA, 2017.

A utilização de dados de área ou pontos atrelados às informações lançados no SIG permite a visualização adequada da ocorrência de doenças. Os mapas produzidos na análise espacial permitem a identificação de áreas com relativamente maior e menor risco de introdução de doenças de notificação como a febre aftosa, bem como informa as atividades para gerenciamento desses riscos⁷⁴.

Trabalhos que avaliam a distribuição espacial são importantes para o direcionamento das ações de prevenção e controle adequadas de doenças⁷⁵. A associação do geoprocessamento à estatística espacial vem se solidificando como de grande importância para a saúde pública e para a defesa sanitária animal, devido à identificação de áreas de risco, diminuindo custos e racionalizando as ações de prevenção⁷⁶.

No entanto, é necessária a digitalização sistemática e a padronização após a notificação adequada dos dados para a melhora da qualidade da informação espacial gerada⁷⁷. Os cadastros e censos requeridos atualmente na área de saúde animal não atendem totalmente às exigências para os controles sanitários, em razão da periodicidade ou por possibilitarem somente o cadastramento do detentor oficial da posse da terra⁷⁸. Assim, a análise espacial por meio do georreferenciamento pode auxiliar na melhoria cadastral, de forma a propiciar o estudo da propagação de doenças infecciosas agudas e crônicas em populações animais, produzindo com isso informações importantes sobre a transmissão ou controle de doenças⁷⁹.

2.4.6. Doenças infecciosas e demais aplicações das análises espaciais em Medicina Veterinária

Frente ao uso descrito do georreferenciamento e geoprocessamento na medicina veterinária pode-se verificar seu potencial de utilização na área de doenças infecciosas dos animais. A percepção e visualização sobre as ocorrências de doenças, prevalência, estudos soroepidemiológicos, dentre outras, é facilitada com o uso dos procedimentos de análise espacial. Estudos demonstram, por meio de técnicas de estatística espacial, diversos modelos disponíveis para a elaboração de mapas, por meio da inserção da epidemiologia geográfica visando a obtenção de melhores resultados nas análises realizadas. A aplicação destes procedimentos pode auxiliar na detecção de áreas silenciosas de doenças e definição do risco de ocorrência⁷⁵.

Ações que avaliam a distribuição espacial constituem-se em importantes exemplos para o direcionamento das ações de prevenção, controle⁷⁵ e erradicação adequadas frente à ocorrência de doenças. Dentre os modelos utilizados em análise espacial e distribuição de pontos após o georreferenciamento, um dos mais utilizados é o estimador de intensidade de

Kernel, que demonstra a localização da maior ou menor concentração de fenômenos no espaço⁸⁰.

O estimador não paramétrico de *Kernel* permite a geração de mapas de “áreas quentes” ou “mapas de calor” relacionadas com a prevalência de casos²⁸. Em trabalho realizado por análise descritiva neste modelo foi constatada a possibilidade da modificação no perfil epidemiológico da Leishmaniose Tegumentar Americana (LTA), com presença de vetores adaptados da espécie *Lutzomyia Nyssomyia whitmani*, e o maior risco de infecção na zona urbana do que na zona rural (Figura 11)⁸⁰.

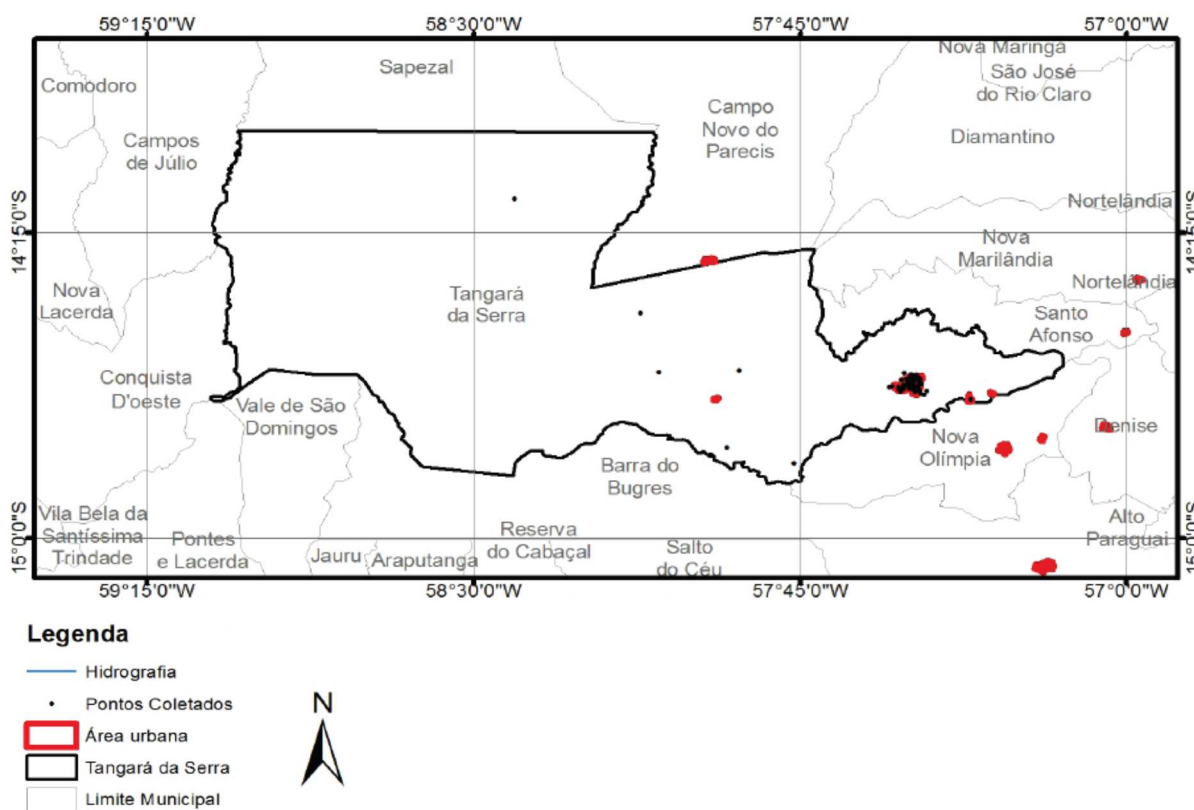


FIGURA 11 – Distribuição de casos de LTA no município de Tangará da Serra, Mato Grosso, Brasil entre os anos de 2007 a 2013, utilizando-se para análise espacial o estimador de *Kernel*.

Fonte: Adaptado de Moreira et al., 2016.

Outra forma disponível de utilização da análise espacial é a varredura de agrupamentos, que pode ser obtida por meio da demarcação de áreas com risco diferenciado. Um exemplo relatado foi o risco de infecção para Leishmaniose Visceral Canina (LVC) no município de Juatuaba, em Minas Gerais, Brasil (Figura 12)⁷⁵. Em estudo transversal, foi relacionado o risco de infecção de acordo com o valor elevado da prevalência encontrada em agrupamento e as características socioambientais favoráveis à manutenção da doença que potencializa a possibilidade de infecção⁷⁵.

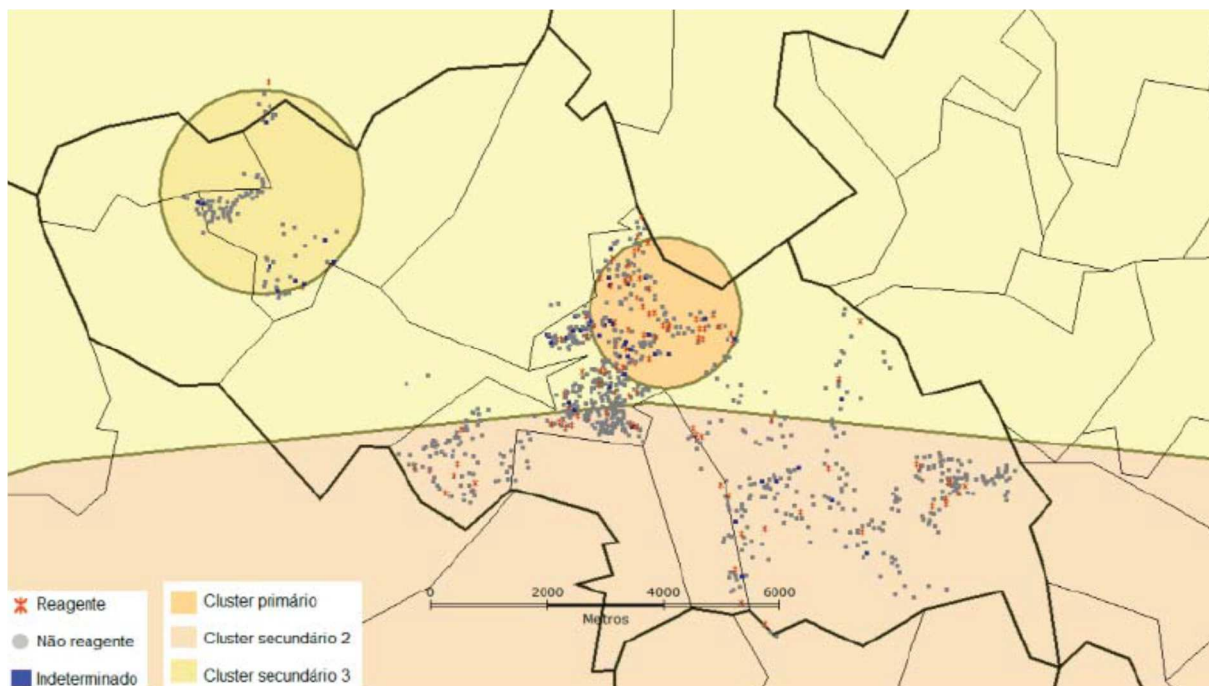


FIGURA 12 – Georreferenciamento dos imóveis, de acordo com o resultado sorológico para LVC em Juatuba, Minas Gerais, Brasil, 2010, visualizando-se o maior risco de infecção nas áreas de ocorrência de animais positivos.

Fonte: Borges et al., 2014.

Na análise da ocorrência de zoonoses, como por exemplo a leptospirose, o procedimento de análise espacial pode descrever como a doença se encontra na população, de forma homogênea, em todos os limites geográficos de determinada região, ou de forma pontual/restrita.

Em estudo de soroprevalência para a leptospirose no município de Sete Lagoas, Minas Gerais, Brasil, foi demonstrada a distribuição aleatória na região estudada (Figura 13), provavelmente devido à alta prevalência da doença em propriedades rurais com bovinos, sugerindo a realização de estudos para identificação dos impactos econômicos causados pela doença⁸¹, demonstrando assim a importância dessa técnica.

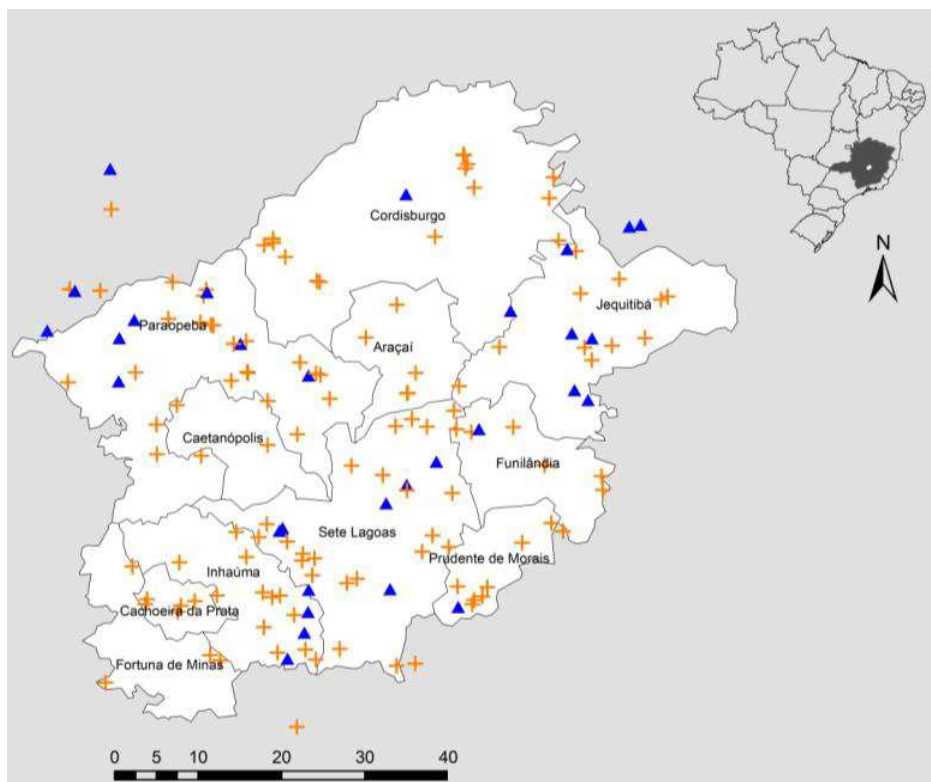


FIGURA 13 – Propriedades rurais com rebanhos bovinos reagentes para aglutininas anti-*Leptospira spp.* e não-reagentes, em amarelo, no município de Sete Lagoas, Minas Gerais, Brasil, entre os anos de 2009 a 2010.

Fonte: Adaptado de Nicolino et al., 2014.

Atualmente, para a realização da análise espacial, os indicadores globais de autocorrelação espacial, como o índice de Moran, tem alta relevância, pois fornecem um único valor como medida da associação espacial para todo o conjunto de dados. Essa informação é útil na caracterização de regiões de estudo como um todo, demonstrando onde a dependência espacial é mais pronunciada. Com base nestes indicadores é estimada a magnitude da autocorrelação espacial entre áreas, de forma a evidenciar diferentes regimes de correlação espacial em diferentes sub-regiões⁸².

REFERÊNCIAS

1. OIE - Organización Mundial de Sanidad Animal. Quiénes somos: La Organización Mundial de Sanidad Animal. Paris, France, 2017 [Acesso 28 mar 2017]. Disponível em: http://www.oie.int/fileadmin/Home/esp/Media_Center/docs/pdf/Key_documents/ES_Lea_fletOIE_web.pdf.
2. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Altera a lista de doenças passíveis da aplicação de medidas de defesa sanitária animal. Instrução Normativa nº 50

- de 24 de setembro de 2013. Diário Oficial da União. Nº 186, quarta-feira, 25 de setembro de 2013, Seção 1, p. 47.
3. Côrtes JA. Vigilância epidemiológica como instrumento essencial para a sanidade animal e a saúde pública. Revista Educação Continuada em Medicina Veterinária e Zootecnia do CRMV-SP, São Paulo, v. 5, fascículo 1, p. 109-123, 2002.
 4. Arruda FP et al. Surto de pseudovariola e estomatite papular em bovinos no estado de Mato Grosso, Brasil. Revista de Educação Continuada em Medicina Veterinária e Zootecnia do CRMV-SP, [S.l.], v. 14, n. 2, p. 86-86, aug. 2016. ISSN 2179-6645. Disponível em: <http://189.126.110.61/recmvz/article/view/32131>. [acesso em 27 mar 2017].
 5. Goiás. Agência Goiana de Defesa Agropecuária. Programa Estadual de Enfermidades Vesiculares (Febre Aftosa) – PEEV. Goiânia: AGRODEFESA, 2014. [acesso 05 out 2016]. Disponível em: <http://www.agrodefesa.go.gov.br/post/ver/183846/programa-estadual-de-enfermidades-vesiculares-febre-aftosa---peev>.
 6. Anselin L. Local Indicators of Spatial Association-LISA. 1995. Ohio State University. Geographical Analysis, Vol. 27, n 2, abril.
 7. Câmara G, Carvalho MS, Cruz OG, Correia V. Análise espacial de áreas. In: Druck S, Carvalho MS, Câmara G, Monteiro AMV. Análise espacial de dados geográficos. São Paulo: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais; 2002. [acesso 23 mai 2018] p. 1-32. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/tutoriais/analise/cap2.pdf>
 8. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Manual do Sistema Nacional de Informação Zoossanitária - SIZ / Ministério da Agricultura. – Brasília: MAPA/ACS, 2013. 40 p.
 9. Centro Panamericano de Fiebre Aftosa - PANAFTOSA – OPS/OMS. Guía Técnica de Trabajo para la última etapa del Programa Hemisférico de Erradicación de Fiebre Aftosa - PHEFA. Cuiabá: 2016. 50 p.
 10. Callis JJ et al. Manual Ilustrado para el Reconocimiento y Diagnostico de Ciertas Enfermedades de los Animales. México: Comisión Mexico-Americana para la Prevención de la Fiebre Aftosa, 1982. p. 13-17.
 11. Naranjo J, Cosivi O. Elimination of foot-and-mouth disease in South America: lessons and challenges. Philosophical Transactions of the Royal Society – Biological Science, 2013. [acesso 02 set 2017]. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1098/rstb.2012.0381>
 12. Paton DJ, Sumption KJ, Charleston B. Options for control of foot-and-mouth disease: knowledge, capability and policy. Philosophical Transactions of the Royal Society B [on

- line]. 2008. [acesso 02 set 2017] 364, 2657–2667. Disponível em: doi:10.1098/rstb.2009.0100.
13. Sobestiansky J.; Barcellos D.; Mores N.; Carvalho L.F.; Oliveira S. Clínica e Patologia Suína. 2ª ed. Goiânia: J. Sobestiansky; 1999. 464 p.
 14. OIE - Organización Mundial de Sanidad Animal. Portal sobre la Fiebre Aftosa: Acerca de la fiebre aftosa. Paris, France, 2017 [acesso 01 set 2017]. Disponível em: <http://www.oie.int/es/sanidad-animal-en-el-mundo/portal-sobre-la-fiebre-aftosa/comunicaciones/>.
 15. Banco Interamericano de Desenvolvimento; Centro Panamericano de Febre Aftosa - OPAS/OMS. Manual de procedimentos para atenção às ocorrências de febre aftosa e outras enfermidades vesiculares. Projeto BID/PANAFTOSA – OPAS/OMS para os países do MERCOSUL Ampliado. Rio de Janeiro: PANAFTOSA-OPAS/OMS, 2007. p. 27-28.
 16. Knight-Jones TJD, Rushton J. The economic impacts of foot and mouth disease – What are they, how big are they and where do they occur? Preventive Veterinary Medicine, v. 112 p.161– 173, 2013.
 17. Centro Panamericano de Febre Aftosa - PANAFTOSA – OPS/OMS. Guía Técnica de Trabajo para la última etapa del Programa Hemisférico de Erradicación de Fiebre Aftosa - PHEFA. Cuiabá: 2016. 50 p.
 18. Moraes GM; Brisola M; Gonçalves VSP. Os circuitos pecuários e a febre aftosa no Brasil: uma análise histórico-institucional. Savannah Journal of Research and Development, v. 1, n 1, 2017p. 32-40. [acesso 02 set 2017]
 19. Brasil. Rebanho bovino alcança 215,2 milhões de cabeças em 2015. Portal Brasil, economia e emprego. [acesso 02 set 2017]. Disponível em: <http://www.brasil.gov.br/economia-e-emprego/2016/09/rebanho-bovino-alcanca-215-2-milhoes-de-cabecas-em-2015>.
 20. Paixão AT et. al. Diagnosis of foot-and mouth disease by real time reverse transcription polymerase chain reaction under field conditions in Brazil. BMC Veterinary Research [online]. 2008. [acesso 31 ago 2017] Disponível em: <https://bmcvetres.biomedcentral.com/articles/10.1186/1746-6148-4-53>.
<https://doi.org/10.1186/1746-6148-4-53>.
 21. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Plano de ação para febre aftosa. Secretaria de Defesa Agropecuária. – Brasília: MAPA/SDA/DSA, 2009. 96 p.
 22. Correa E; Naranjo J. Perspectivas da erradicação da febre aftosa na América do Sul e seu reflexo no preço da arroba do boi. In: SEMINÁRIO DA MARCA OB, 3., 2005, Cuiabá.

- Seleção de bovinos de corte: qualidade da carcaça na eficiência de produção. Rio de Janeiro: PANAFOTSA-OPAS/OMS, 2005. 20 p.
23. Naranjo J, Cosivi O. Elimination of foot-and-mouth disease in South America: lessons and challenges. *Philosophical Transactions of the Royal Society – Biological Science*, 2013. [acesso 02 set 2017]. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1098/rstb.2012.0381>
 24. Lyra TMP, Silva JA. A febre aftosa no Brasil, 1960-2002. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.56, n.5, p.565-576, 2004.
 25. Marques GHF et al. A experiência brasileira na erradicação da febre aftosa e o emprego do sistema I-ELISA 3ABC/EITB para certificação sanitária de bovinos e bubalinos. *Arq. Inst. Biol.*, São Paulo, v.82, 1-11, 2015
 26. Figueiredo Jr. GA. Pelo fim da aftosa. *Revista Cultivar Bovinos*, 11 ed., set 2004. Pelotas: FNP Consultoria. [acesso 02 set 2017] Disponível em: www.grupocultivar.com.br/ativemanager/.../bovinos11_aftosa.pdf.
 27. OIE. Reconocimiento oficial del estatus sanitario. OIE, 2017. [acesso 03 ago 2017] Disponível em: <http://www.oie.int/es/sanidad-animal-en-el-mundo/estatus-sanitario-oficial/procedimientos-y-politicas-oficiales/>
 28. Jayme VS, Modena CM, Torres AMC, Contreras, RL. Análise do comportamento da febre aftosa bovina em Goiás na série cronológica 1977 a 1992. In: *Anais Esc. Agron. e Vet.*, 26(2), p. 15-22, 1996.
 29. Amaral TB, Gond V, Tran A. Mapping the likelihood of foot-and-mouth disease introduction along the border between Brazil and Paraguay. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v.51, n.5, p.661-670, mai 2016.
 30. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Evolução das zonas livres de Febre Aftosa no Brasil. Brasília: DSA/MAPA, 2018. [acesso em 12 nov 2018] Disponível em: http://www.agricultura.gov.br/assuntos/saude-animal-e-vegetal/saude-animal/programas-de-saude-animal/febre-aftosa/documentos-febre-aftosa/EvoluodaszonaslivresdeFA_2018.pdf.
 31. Grisi-Filho JHH; Amaku M; Ferreira F; Dias RA; Ferreira Neto JSF; Negreiros RL; Ossada R. Detecting livestock production zones. *Prev. Vet. Med.* 2013. 110, 304–311. doi:10.1016/j.prevetmed.2012.12.013.
 32. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Plano Estratégico do PNEFA 2017-2026. Brasília: DSA/MAPA, 2017. [acesso em 31 ago 2017] Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/saude-animal-e-vegetal/saude-animal/programas-de-saude-animal/febre-aftosa/pnefa-2017-2026>.

33. Facury Filho EJ et al. Abordagem clínica das neuropatias dos ruminantes. In: II Simpósio Mineiro de Buiatria. Belo Horizonte, Minas Gerais. 2005.
34. Centro Panamericano de Fiebre Aftosa - PANAFTOSA – OPS/OMS. Enfermidades Vesiculares. Rio de Janeiro, Brasil, 2015. [acesso em 01 de set 2017]. Disponível em: http://www.paho.org/panaftosa/index.php?option=com_content&view=article&id=135&Itemid=370.
35. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Controle da raiva dos herbívoros e encefalopatia espongiforme bovina – EEB. [acesso em 10 dez 2018]. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/saude-animal-e-vegetal/saude-animal/programas-de-saude-animal/prog-nacional-de-controle-da-raiva-dos-herbivoros-e-outras-encefalopatias>.
36. OIE - Organización Mundial de Sanidad Animal. OIE, 2018. Enfermidades, infecciones e infestaciones de la lista de la OIE em vigor en 2018. [acesso 03 ago 2017]. Disponível em: <http://www.oie.int/es/sanidad-animal-en-el-mundo/enfermedades-de-la-lista-de-la-oie-2018/>
37. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Controle da raiva dos herbívoros e encefalopatia espongiforme bovina – EEB. Revisão sobre a raiva. [acesso em 10 dez 2018]. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/saude-animal-e-vegetal/saude-animal/programas-de-saude-animal/raiva-dos-herbivoros-e-eeb/RevisosobreRaiva2017.pdf>.
38. Badrane H et al. Host switching in Lyssavirus history from the chiroptera to the carnivore orders. Journal of Virology, v. 75, n. 17, p.8096 – 8104. 2001.
39. Brasil. Controle da Raiva dos Herbívoros: manual técnico. 2009. Departamento de Saúde Animal, Secretaria de Defesa Agropecuária, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Brasília, 124p.
40. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa MAPA nº 05 de 1º março de 2002. Aprova as Normas Técnicas para o controle da raiva dos herbívoros domésticos. Diário Oficial da União. 04 de março de 2002.
41. Goiás. Agência Goiana de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa AGRODEFESA nº 02 de 15 de março de 2017. Programa Estadual de Controle da Raiva dos Herbívoros e outras encefalopatias – PECRH. Goiânia: AGRODEFESA, 2018. [acesso 10 dez 2018]. Disponível em: http://www.sgc.goias.gov.br/upload/arquivos/2017-04/in_02-2017---estabelece-regiOes-de-alto-e-baixo-risco-para-raiva-dos-herbIvoros_compressed.pdf

42. Machado Júnior AB et al. Estudo epidemiológico da raiva em herbívoros domésticos no estado do Mato Grosso do Sul, 2003-2012. 2014. Campo Grande: Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. 48 p. Tese (Mestrado em Ciência Animal).
43. OIE - Organización Mundial de Sanidad Animal. OIE, 2018. Portal BSE. [acesso em 10 dez 2018]. Disponível em: <http://www.oie.int/es/sanidad-animal-en-el-mundo/portal-sobre-eeb/>.
44. Johnson RT; Gibbs CJ Jr. Creutzfeldt-Jakob disease and related transmissible spongiform encephalopathies. The New England Journal of Medicine. 1998;339: 1994–2004.
45. Haywood AM. Transmissible spongiform encephalopathies. The New England Journal of Medicine. 1997;337:1821–1828.
46. Iowa State University. The center for food security & public health. Encefalopatía espongiforme bovina. [acesso em 10 dez 2018]. Disponível em: http://www.cfsph.iastate.edu/Factsheets/es/bovine_spongiform_encephalopathy-es.pdf
47. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa MAPA nº 08 de 25 de março de 2004. Diário Oficial da União. 26 de março de 2004. Seção 1, pag. 5.
48. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa MAPA nº 41 de 08 de outubro de 2009. Aprova os procedimentos a serem adotados na fiscalização de alimentos de ruminantes em estabelecimentos de criação e na destinação dos ruminantes que tiveram acesso a alimentos compostos por subprodutos de origem animal proibidos na sua alimentação. Diário Oficial da União. 09 de outubro de 2009.
49. Clementino IJ; Azevedo SS. Brucelose bovina: situação epidemiológica do Brasil e iniciativas no combate à doença. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 37, n. 4, p. 2021-2034, jul./ago. 2016. DOI: 10.5433/1679-0359.2016v37n4p2021.
50. Rocha WV et al. Situação epidemiológica da brucelose bovina no estado de Goiás. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, Belo Horizonte, v. 61, p. 27-34, 2009. Suplemento 1.
51. Goiás. Lei estadual nº13.998 de 13 de dezembro de 2001. Dispõe sobre a Defesa Sanitária Animal do Estado de Goiás. Diário Oficial do Estado de Goiás. 19 de dezembro de 2001.
52. Goiás. Decreto estadual nº 5.652 de 06 de setembro de 2002. Aprova o Regulamento da Lei nº 13.998, de 13 de dezembro de 2001, que dispõe sobre a Defesa Sanitária Animal do Estado de Goiás. Diário Oficial do Estado de Goiás. 12 de setembro de 2002.
53. Lucas A. Simulação do impacto econômico da brucelose bovina em rebanhos produtores de leite das regiões Centro Oeste, Sudeste e Sul do Brasil. 2006. Tese (Doutorado em

- Epidemiologia Experimental e Aplicada às Zoonoses) – Universidade de São Paulo, São Paulo.
54. Santos RL et al. Economic losses due to bovine brucellosis in Brazil. *Pesq. Vet. Bras.* 33(6):759-764, junho 2013.
 55. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa SDA nº 10 de 03 de março de 2017. Regulamento Técnico do Programa Nacional de Controle e Erradicação da Brucelose e da Tuberculose Animal – PNCEBT. Diário Oficial da União nº 116. 20 de junho de 2017, Seção 1, págs. 4-8.
 56. Miller R et al. Spatial analysis of *Mycobacterium bovis* infection in white-tailed deer (*Odocoileus virginianus*) in Michigan, USA. *Preventive Veterinary Medicine* 82 (2007) 111–122.
 57. Epidemiology of bovine tuberculosis in Mexico, bordering the United States, at establishment of controlling strategies. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.62, n.5, p.1029-1035, 2010.
 58. Izael, MA et al. Estudo retrospectivo da ocorrência dos casos de tuberculose bovina diagnosticados na clínica de bovinos em Garanhuns-PE, de 2000 a 2009. *Ciência Animal Brasileira*. p. 452 - 457, out. 2009. ISSN 1809-6891. [acesso em 20 nov. 2018] Disponível em: <<https://revistas.ufg.br/vet/article/view/7819/5626>>.
 59. Oliveira VM et al. Análise retrospectiva dos fatores associados à distribuição da tuberculose bovina no estado do Rio de Janeiro. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.60, n.3, p.574-579, 2008.
 60. Brasil. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Avaliação da qualidade de dados geoespaciais. Manuais técnicos em geociências. Coordenação de Cartografia. - Rio de Janeiro: IBGE, 2017. 96p. ISSN 0103-9598; n.13.
 61. Rocha LS; Fernandes VO; Brito PL. Análise espacial através do estimador de intensidade Kernel para as áreas sujeitas a riscos hidrológicos no Município de Salvador–BA. In: *Anais do XXV Congresso Brasileiro de Cartografia*. 2011. Curitiba-PR.
 62. Carvalho MS; Souza-Santos R. Análise de dados espaciais em saúde pública: métodos, problemas, perspectivas. *Cad Saúde Pública* 2005; 21:361-78.
 63. Rocha WR et al. Prevalência e Fatores de Risco da Tuberculose Bovina no Estado de Goiás, Brasil *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 37, n. 5, suplemento 2, p. 3625-3638, 2016.
 64. Herbreteau V et al. Perspectives on Applied Spatial Analysis to Animal Health - A Case of Rodents in Thailand. In: *N.Y. Acad. Sci.* 1081: 17–29 (2006). doi: 10.1196/annals.1373.002.

65. Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Fundação Oswaldo Cruz. Introdução à Estatística Espacial para a Saúde Pública. Brasília: Ministério da Saúde, 2007. 120 p.
66. Quintana MS et al. LibroSIG: aprendiendo a manejar los SIG em la gestión ambiental. Madrid, España, 2008. 109p.
67. Brasil. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE. Divisão de Processamento de Imagens - DPI. Geoinformática: Teoria e Aplicações. Fundamentos de Geoprocessamento. São José dos Campos: DPI, 2011. [acesso 07 out 2017]. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/cap1-introducao.pdf>.
68. Ribeiro AI; Olhero A; Teixeira H; Magalhães A; Pina MF. Tools for Address Georeferencing – Limitations and Opportunities Every Public Health Professional Should Be Aware Of. PLoS ONE. 2014; 9 (12): e114130. doi:10.1371/ journal.pone.0114130.
69. Ritter F; Rosa RS; Flores R. Avaliação da situação de saúde por profissionais da atenção primária em saúde com base no georreferenciamento dos sistemas de informação. Cad. Saúde Pública. 2013. Rio de Janeiro, 29(12):2523-2534, dez, 2013.
70. Barcellos C; Sabroza PC; Peiter P; Rojas LI. Organização espacial, saúde e qualidade de vida: análise espacial e uso de indicadores na avaliação de situações de saúde. Inf. Epidemiol. SUS. 2002; 11: 129-38.
71. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Programa Nacional de Prevenção e Erradicação da Febre Aftosa: Vigilância veterinária de doenças vesiculares. Brasília: DAS; 2007. 47p.
72. OIE. Reconocimiento oficial del estatus sanitario: Procedimiento para el reconocimiento oficial de un estatus/ validación de programa oficial. Paris, France, 2017 [acesso 15 out 2017]. Disponível em: http://www.oie.int/fileadmin/Home/esp/Animal_Health_in_the_World/docs/pdf/SOP/E_SOP_Application.pdf
73. Centro Panamericano de Fiebre Aftosa - PANAFOTSA – OPS/OMS. Sistemas de vigilancia. Rio de Janeiro: 2017. [acesso 15 out 2017]. Disponível em: http://www.paho.org/panaftosa/index.php?option=com_content&view=article&id=138:sistemas-de-vigilancia&Itemid=372.
74. Dolan K. Engineering & Development in Brazil. An irish civil engineeiring professional's perspective from Brazil. Brazil political map. 2009. [acesso 20 out 2017]. Disponível em: https://techieibrazil.wordpress.com/2009/12/09/final-preparations/brazil_political_map_1_-2/.

75. Goiás. Agência Goiana de Defesa Agropecuária. Sistema de Agropecuária de Goiás: Defesa Sanitária Animal. Goiânia: AGRODEFESA, 2017. [acesso 13 out 2017]. Disponível em: <http://sidago.agrodefesa.go.gov.br>.
76. Amaral TB, Gond V, Tran A. Mapping the likelihood of foot-and-mouth disease introduction along the border between Brazil and Paraguay. *Pesq. agropec. bras.*, 2016. Brasília, v.51, n.5, p.661-670. DOI: 10.1590/S0100-204X2016000500029.
77. Borges LFMN et al. Prevalência e distribuição espacial da leishmaniose visceral em cães do município de Juatuba, Minas Gerais, Brasil. *Ciência Rural*. 2014; Santa Maria: 44 (2).
78. Bavia ME et al. Estatística espacial de varredura na detecção de áreas de risco para a cisticercose bovina no estado da Bahia. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* 2012; 64 (5): p.1200-1208.
79. Laguardia J et al. Sistema de Informação de Agravos de Notificação (Sinan): desafios no desenvolvimento em saúde de um sistema de informação. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*. 2004; 13(3): p.135 - 147.
80. Carvalho LFR. Cadastro de exploração pecuária e controle do trânsito de bovinos no Brasil, 2010. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília. 77p. Tese (Doutorado em Ciências Animais).
81. Negreiros R. et al. Spatial clustering analysis of the foot-and-mouth disease outbreaks in Mato Grosso do Sul state, Brazil – 2005. *Ciência Rural*. 2009; 39(9): p. 2609-2613.
82. Moreira C. et al. Comportamento Geoespacial da Leishmaniose Tegumentar Americana no Município de Tangará da Serra – MT. *Journal Health Science*. 2016;18(3): p.171-176.
83. Nicolino RR et al. Prevalence and spatial analysis of antileptospiral agglutinins in dairy cattle – Microregion of Sete Lagoas, Minas Gerais, 2009/2010. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* 2014; 66 (3), p.648-654.
84. Druck S; Carvalho MS.; Câmara, G; Monteiro, AVM. *Análise Espacial de Dados Geográficos*. Brasília, EMBRAPA, 2004 (ISBN: 85-7383-260-6); p.11-14.

CAPÍTULO 2 – OCORRÊNCIA E DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS SÍNDROMES VESICULARES EM RUMINANTES, NOTIFICADAS NO ESTADO DE GOIÁS, NO PERÍODO DE 2008 E 2017.

RESUMO

O objetivo do estudo foi realizar a análise espacial de dados descritivos de atendimentos realizados pelo Serviço Veterinário Oficial Estadual de Goiás, apresentando a distribuição espacial e os principais aglomerados de síndromes vesiculares no Estado, por meio de mapas das ocorrências de síndromes vesiculares ocorridas em território goiano. Foram analisadas 67 ocorrências de doenças vesiculares em ruminantes registradas pela Agência Goiana de Defesa Agropecuária no período de 01 de janeiro de 2008 a 31 de dezembro de 2017, disponíveis na base de dados do Sistema Continental de Vigilância Epidemiológica (SIVCONT) do Centro Panamericano de Febre Aftosa (PANAFTOSA). Dentre o total de atendimentos existentes chegou-se ao diagnóstico final em 47 destes, totalizando 70,15% de focos positivos, 37 focos de varíola bovina, seis de pseudovaríola, dois de estomatite vesicular, dois para irritantes químicos e queimaduras, três de pododermatite, 13 de lesões traumáticas, dois de diarreia viral bovina e duas notificações negativas para doenças alvo e diferenciais. Da totalidade de 246 municípios existentes no estado de Goiás foi constatada a notificação de suspeita de síndromes vesiculares em 51 (21%). Nos demais municípios (79%) não houve registro de notificação. A distribuição homogênea dos casos notificados demonstra a ocorrência de síndromes vesiculares em todo o estado de Goiás. A partir do uso de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) foi demonstrada e visualizada a distribuição espacial para síndromes vesiculares em ruminantes no estado de Goiás entre 2008 a 2017. Por meio da técnica de *Local Indicators of Spatial Association* (LISA) foram identificados *clusters* e *outliers* com potencialidade de maior risco de doença nos municípios identificados, associado com alto risco de doença nos vizinhos, bem como autocorrelações negativas com um alto risco de doença nos municípios envolvidos, associado com baixo risco de doença nos vizinhos, respectivamente. Essas informações irão subsidiar ações de vigilância ativa e passiva mais sensíveis e acuradas pelo Serviço Veterinário Oficial, contribuindo para a prevenção, controle e erradicação de doenças de notificação compulsória em ruminantes em Goiás.

Palavras-chave: AGRODEFESA, análise espacial, notificação, síndromes vesiculares.

CHAPTER 2 - OCCURRENCE AND SPATIAL DISTRIBUTION OF VESICULAR SYNDROMES IN RUMINANTS, REPORTED IN THE STATE OF GOIÁS, IN THE PERIOD FROM 2008 TO 2017.

ABSTRACT

The objective of the study was to perform the spatial analysis of descriptive data of attendances performed by the State Official Veterinary Service of Goiás, presenting the spatial distribution and the main clusters of vesicular syndromes in the state, through maps of the occurrences of vesicular syndromes that occurred in Goian territory. We analyzed 67 occurrences of vesicular diseases in ruminants registered by the Goiana Agency of Agricultural Defense from January 1, 2008 to December 31, 2017, available in the Pan American Center for Epidemiological Surveillance System (SIVCONT) database. Foot-and-mouth disease (PANAFTOSA). Among the total number of existing consultations, the final diagnosis was reached in 47 of them, totaling 70.15% of positive outbreaks, 37 outbreaks of pox, six pseudovariola, two of vesicular stomatitis, two for chemical irritants and burns, three of pododermatitis. , 13 from traumatic injuries, two from bovine viral diarrhea and two negative reports for target and differential diseases. Of the 246 municipalities in the state of Goiás, 51 (21%) reported suspected vesicular syndromes. In the other municipalities (79%) there was no notification record. The homogeneous distribution of reported cases demonstrates the occurrence of vesicular syndromes throughout the state of Goiás. From the use of Geographic Information Systems (GIS), the spatial distribution for vesicular syndromes in ruminants in the state of Goiás was demonstrated and visualized from 2008 to 2017. The Local Indicators of Spatial Association (LISA) technique identified clusters and outliers with the potential for higher disease risk in the identified municipalities, associated with a high disease risk in the neighbors, as well as negative autocorrelations with a high disease risk. municipalities involved, associated with low disease risk in neighbors, respectively. This information will support more sensitive and accurate active and passive surveillance actions by the Official Veterinary Service, contributing to the prevention, control and eradication of diseases of compulsory notification in ruminants in Goiás.

Keywords: AGRODEFESA, notification, spatial analysis, vesicular syndromes.

1. INTRODUÇÃO

A partir da década de 1960, o estabelecimento de um sistema de vigilância em saúde animal ocorreu com maior ênfase com objetivo principal de combater e erradicar a febre aftosa¹. Com isso, diversos projetos e planos para controle de doenças foram implementados nacionalmente, visando à prevenção, o controle e a erradicação de enfermidades. No entanto, sendo um programa estruturante, praticamente todos os demais programas sanitários da área animal e a própria defesa sanitária animal teve seu alicerce no Programa Nacional de Prevenção e Erradicação da Febre Aftosa (PNEFA) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

A febre aftosa é uma doença infectocontagiosa viral que acomete animais de casco fendido, domésticos e selvagens², com grande potencial para causar graves perdas econômicas³. A enfermidade é causada por um *Aphthovirus* da família *Picornaviridae*⁴, sendo uma enfermidade de notificação compulsória à Organização Mundial de Saúde Animal (OIE) e consequentemente ao MAPA.

Os sinais iniciais em animais acometidos pela enfermidade incluem lesões vesiculares na cavidade oral, tetos e patas, febre, anorexia, calafrios e redução da produção de leite, com posterior estalo de lábios, rangido de dentes e apresentação de claudicação⁵.

Nesse caso, como a confirmação da doença é somente por via laboratorial, após a realização de efetiva investigação clínico-epidemiológica, todas as demais enfermidades que apresentem no mínimo um ou mais sinais da febre aftosa devem obrigatoriamente ser investigadas pelo Serviço Veterinário Oficial Estadual, para fundamentação ou não da suspeita, sendo estas denominadas de síndromes vesiculares.

A premissa e o desenvolvimento dos programas sanitários se baseiam na realização e manutenção da vigilância ativa e passiva de enfermidades que cursam com a ocorrência dessas síndromes. As unidades federativas, em consonância com as diretrizes nacionais do MAPA, executam essas ações de vigilância epidemiológica, sendo em Goiás realizadas pela Agência Goiana de Defesa Agropecuária (AGRODEFESA) no âmbito do Programa Estadual de Enfermidades Vesiculares (PEEV). O atendimento às exigências e ações previstas no programa tem alto impacto na cadeia produtiva da bovinocultura, suinocultura, ovinocultura, caprinocultura e bubalinocultura, principalmente quanto à manutenção e aumento das exportações de carnes.

Desta maneira, o objetivo deste estudo foi descrever a ocorrência das síndromes vesiculares em ruminantes no estado de Goiás, entre os anos de 2008 e 2017, e apresentar a distribuição espacial das notificações por meio de técnica de análise espacial. Essas

informações irão subsidiar ações de vigilância mais sensíveis e acuradas pelo Serviço Veterinário Oficial e contribuir para o controle das enfermidades.

2. MATERIAL E MÉTODO

2.1. Área de estudo

O estudo foi realizado no estado de Goiás, o qual possui extensão territorial de 340.106,492 km², correspondendo a 3,99% do território brasileiro, e está situado na região centro-oeste do país, com divisas ao norte com o estado do Tocantins, ao sul com Mato Grosso do Sul e Minas Gerais, a oeste com o Mato Grosso e a leste com a Bahia⁶. Com clima tropical predominante, existem duas estações definidas: verão úmido e inverno seco. As temperaturas variam entre 18°C e 26°C, com índice pluviométrico mais concentrado no verão, oscilando de 1.200 a 2.500mm⁶.

Goiás possui 246 municípios, assistidos pelo Serviço Veterinário Oficial Estadual, representado pela Agência Goiana de Defesa Agropecuária, com capilaridade em Goiás de 239 escritórios de atendimento à comunidade, localizados em 12 Unidades Regionais. Os escritórios estão sob responsabilidade de 102 Unidades de Atenção Veterinária, onde existe a lotação de no mínimo um fiscal estadual agropecuário, com formação em medicina veterinária, que realiza ações de defesa sanitária animal⁷. Dentre as ações executadas está a vigilância para síndromes vesiculares em ruminantes, com especial enfoque na bovinocultura de corte, leite e mista, pulverizada em todos os municípios goianos.

A pecuária goiana é a 3ª maior do país, com o quantitativo de bovinos e bubalinos de 22.261.044 cabeças distribuídas em 123.570 propriedades rurais⁷, sendo que em 82,37% dessas são criados até 215 animais, com maior concentração na região centro-oeste do Estado e Vale do Araguaia (Figura 1). Ainda, a frequência cumulativa demonstra que 99,08% dos animais estão alojados em estabelecimentos rurais com até 1.715 cabeças.

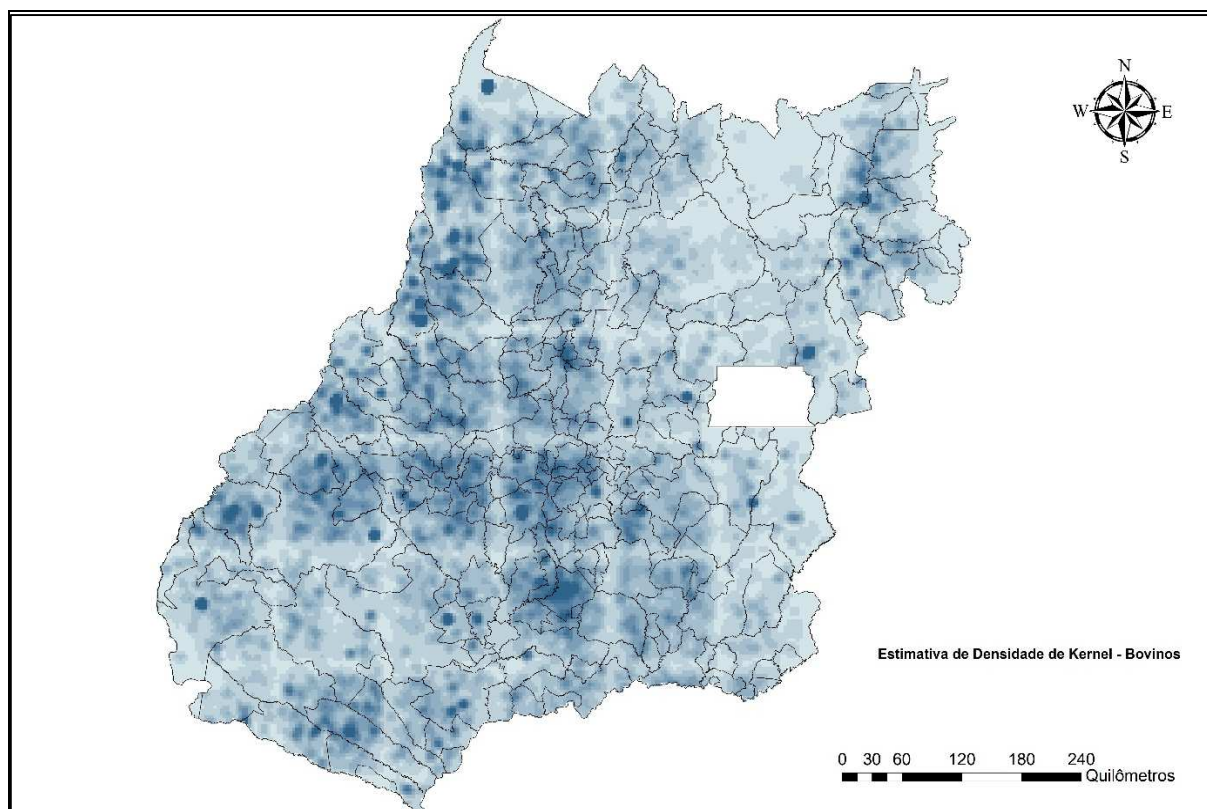


FIGURA 1 - Concentração do rebanho bovino e bubalino no estado de Goiás, 2018, demonstrando áreas de maior concentração de rebanho (azul escuro) e áreas de menor concentração (azul claro) pelo método da estimativa de densidade de *Kernel*.
Fonte: Leal AA, 2018.

Frente ao volume de rebanho de ruminantes existente, o Serviço Veterinário Oficial realiza ações de defesa sanitária animal e promove a geração dos dados nosográficos, os quais foram compilados e analisados referentes aos 246 municípios de Goiás.

2.2. Levantamento de atendimentos a síndromes vesiculares realizados pelo Serviço Veterinário Oficial Estadual

O presente estudo está inserido no Plano de Ação do Programa Estadual de Enfermidades Vesiculares – PEEV, da Gerência de Sanidade Animal da Agência Goiana de Defesa Agropecuária - AGRODEFESA, com vistas à preparação do Serviço Veterinário Oficial de Defesa Sanitária Animal - SVO do estado de Goiás para a mudança de status sanitário da zona livre com vacinação, para zona livre de Febre Aftosa sem vacinação até o ano de 2021. Um dos objetivos do plano é a capacitação de servidores efetivos da agência em programas de pós-graduação na área correlata à defesa sanitária animal.

A estratégia adotada neste Plano está embasada no Guia Técnico de Trabalho para a última etapa do Programa Hemisférico de Erradicação da Febre Aftosa – PHEFA³, aprovado na 5ª Reunião Extraordinária da Comissão Sul - Americana de Luta Contra a Febre Aftosa – COSALFA ocorrida no dia 19 de outubro de 2015 em Cuiabá - MT. Dessa forma, subsidiada no Plano, foi proposta a avaliação epidemiológica com base na distribuição espacial das principais áreas de ocorrência de síndromes vesiculares em Goiás.

Para obtenção das informações referentes aos atendimentos às notificações de suspeita de síndromes vesiculares em ruminantes pelo Serviço Veterinário Oficial Estadual (AGRODEFESA) foi consultada a base de dados do Sistema Continental de Vigilância Epidemiológica – SIVCONT do Centro Pan-americano de Febre Aftosa – PANAFTOSA. Essas informações foram registradas pelo Núcleo de Epidemiologia da Gerência de Sanidade Animal da AGRODEFESA, a partir dos dados provenientes de Formulários de Investigação Inicial (FORM-IN) e Formulários de Investigação Complementar (FORM-COM), padronizados nacionalmente pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA.

Foram utilizados também arquivos com laudos de resultados laboratoriais emitidos pelo Laboratório Nacional Agropecuário (LANAGRO) e de laboratórios credenciados pelo MAPA referentes às notificações atendidas pelo SVO em Goiás. Ambas as informações foram originadas dos atendimentos a suspeita de doenças de notificação compulsória e vigilâncias ativas realizadas pelos Fiscais Estaduais Agropecuários lotados nas Unidades de Atenção Veterinária da agência.

Para fins de execução do estudo foi realizada a triagem, compilação e análise dos dados na Gerência de Sanidade Animal com o uso do *software* livre e gratuito BrOffice, por meio do programa Calc. Os arquivos foram salvos no formato “xls” para abertura pelo programa Excel[®] (licença KGFVY-7733B-8WCK9-KTG64-DC7D8) do Pacote Office 2007 para inserção do *geocode* dos municípios. A tabulação da planilha foi realizada de modo a contemplar o lançamento das informações de maior relevância para o estudo, tais como: *geocode*, código da propriedade, código da ocorrência, município, tipo de síndrome, data da notificação, data do atendimento, diagnóstico confirmatório, coordenadas geográficas, espécie afetada e finalidade de produção (corte, leite, mista e subsistência).

Os dados de rebanho existente, tais como expostos, doentes e mortos não foram passíveis de registro, visto a inexistência de campo disponível na plataforma do Sistema Continental de Vigilância Epidemiológica do Centro Pan-americano de Febre Aftosa para o lançamento dos dados pelo SVO, inviabilizando assim a geração de dados complementares

mais específicos. O período proposto e analisado foi de 01 de janeiro de 2008 a 31 de dezembro de 2017, de modo a se obter uma série histórica de dez anos para análise dos dados.

2.3. Análise estatística

Foi realizada estatística descritiva da distribuição das ocorrências por meio dos casos suspeitos notificados e/ou detectados pelo Serviço Veterinário Oficial do estado de Goiás.

2.4. Análise espacial

Na análise espacial foi utilizado o *software* de Sistema de Informações Geográficas, ArcGIS® versão 10.3 com base cartográfica vetorial digital contínua, composta de arquivo do tipo *shapefile*, contendo os limites municipais do estado de Goiás, georreferenciados no Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas – SIRGAS 2000, definido como sistema padrão no Brasil pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Os mapas temáticos foram confeccionados no Laboratório de Epidemiologia e Geoprocessamento da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM. A fim de se procurar um padrão espacial de aglomeração dos municípios com ocorrência de síndromes vesiculares, utilizou-se a ferramenta denominada LISA (*Local Indicators of Spatial Association*).

Os índices da LISA detectam padrões regionais de autocorrelação espacial. Esses indicadores de associação local produzem um valor específico para cada conjunto de áreas geográficas, permitindo assim a identificação de agrupamentos espaciais⁸. Além disso, propicia a identificação de padrões de associação espacial significativo. Para tanto, a condição de realização desta formulação é que a soma dos indicadores de I de Moran Local (LISA) para todas as observações seja proporcional ao índice global de associação espacial em função da média dos vizinhos. Realizando-se esse procedimento é viabilizada a construção de um mapa coroplético chamado de *Moran Map*, que permite identificar as aglomerações no território analisado.

3. RESULTADOS

Com base nos dados existentes verificou-se que no período de janeiro de 2008 a dezembro de 2017 foram registrados no Sistema Continental de Vigilância Epidemiológica – SIVCONT 67 notificações e atendimentos para síndromes vesiculares em ruminantes no estado de Goiás.

Foram diagnosticados 37 focos de varíola bovina, 13 de lesões traumáticas, seis de pseudovaríola, três de pododermatite, dois de estomatite vesicular, dois para irritantes químicos

e queimaduras, dois de diarreia viral bovina e duas notificações negativas para doença-alvo e diferenciais, incluindo diagnóstico clínico-epidemiológico e/ou diagnóstico laboratorial (Tabela 1). As suspeitas com confirmação por meio de diagnóstico laboratorial para febre aftosa e enfermidades diferenciais foram obtidas para 47 (70,15%) casos notificados do total de 67 existentes. O total de notificações com diagnóstico laboratorial positivo ou negativo correspondeu a 70,15% dos focos, sendo 35 de varíola bovina; seis de pseudovariola; dois de diarreia viral bovina; dois de estomatite vesicular e dois diagnósticos negativos laboratorialmente para síndrome vesicular.

TABELA 1 – Frequência da distribuição de notificações de doenças vesiculares em ruminantes, por enfermidade, registrada no Sistema Continental de Vigilância Epidemiológica no período de 1º de janeiro de 2008 a 31 de dezembro de 2017.

Tipo de diagnóstico	Doença	Frequência relativa de focos	% de municípios com notificação
Laboratorial e clínico-epidemiológico	Varíola bovina	37 (55,22%)	10,16% (25/246)
Clínico-epidemiológico	Lesões traumáticas	13 (19,40%)	4,06% (10/246)
Laboratorial	Pseudovariola	6 (8,95%)	2,43% (6/246)
Clínico-epidemiológico	Pododermatite	3 (4,48%)	1,22% (3/246)
Clínico-epidemiológico	Irritantes químicos e queimaduras	2 (2,99%)	0,81% (2/246)
Laboratorial	Diarreia viral bovina	2 (2,99%)	0,81% (2/246)
Laboratorial	Negativo para Síndrome Vesicular	2 (2,99%)	0,81% (2/246)
Laboratorial	Estomatite vesicular	2 (2,99%)	0,41% (1/246)
Total		67 (100%)	21%(51/246)

Constatou-se que em 21% (51/246) do total de municípios de Goiás houve no mínimo uma e no máximo seis notificações de suspeita de síndrome vesicular no período estudado, sendo que em 195 municípios não houve notificação registrada de suspeita em ruminantes no intervalo de 10 anos analisados.

Com base nas ocorrências registradas no SivCont foi elaborada a distribuição espacial das notificações de síndromes vesiculares informadas ao SVO (Figura 2). De acordo

com a ocorrência e quantitativo de surtos, os municípios foram classificados no mapa em seis categorias: um, dois, três, quatro e seis surtos e ainda, municípios com silêncio epidemiológico, em cujas áreas não houve notificação para síndrome vesicular. Em um município ocorreram seis surtos; em dois municípios ocorreram quatro surtos; em três municípios ocorreram três surtos; em oito municípios ocorreram dois surtos e em 53 municípios tiveram o registro de um surto.

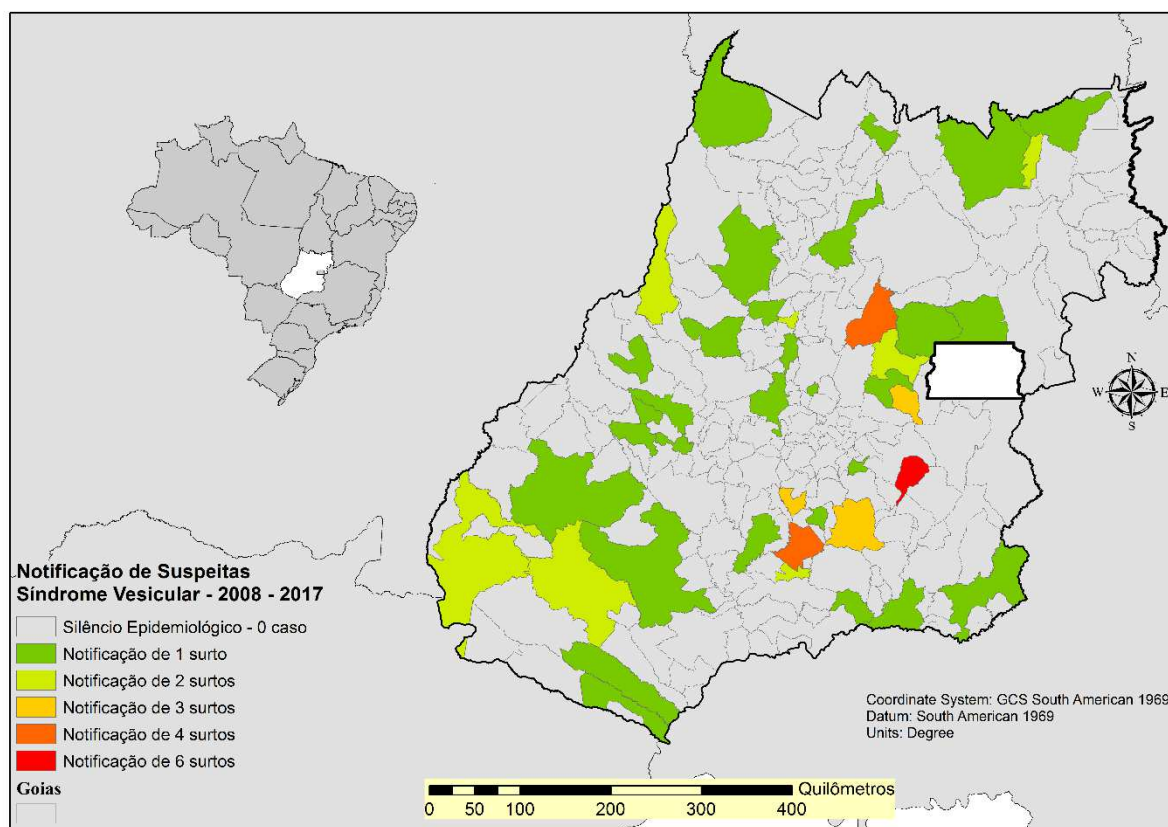


FIGURA 2 - Distribuição da ocorrência de suspeitas notificadas de síndromes vesiculares em ruminantes no estado de Goiás, atendidas pelo Serviço Veterinário Oficial no período de 1º de janeiro de 2008 a 31 de dezembro de 2017.

Fonte: Leal AA, 2018.

Na análise dos aglomerados espaciais pela técnica de LISA foram identificados *cluster* alto-alto nos municípios de Cocalzinho de Goiás, Joviânia, Padre Bernardo, Pontalina e Vila Propício e *outlier*, ou seja, áreas de transição Alto-Baixo nos municípios de Vianópolis e Ceres (Figura 3), o que indica que nestes locais existe maior quantitativo de notificações realizadas e áreas de transição com valores menores de suspeitas de enfermidades vesiculares notificadas.

As áreas com maior número de surtos foram municípios com a predominância de bovinocultura com aptidão do tipo mista e do tipo leite. O maior *cluster* foi identificado na região do entorno do Distrito Federal.

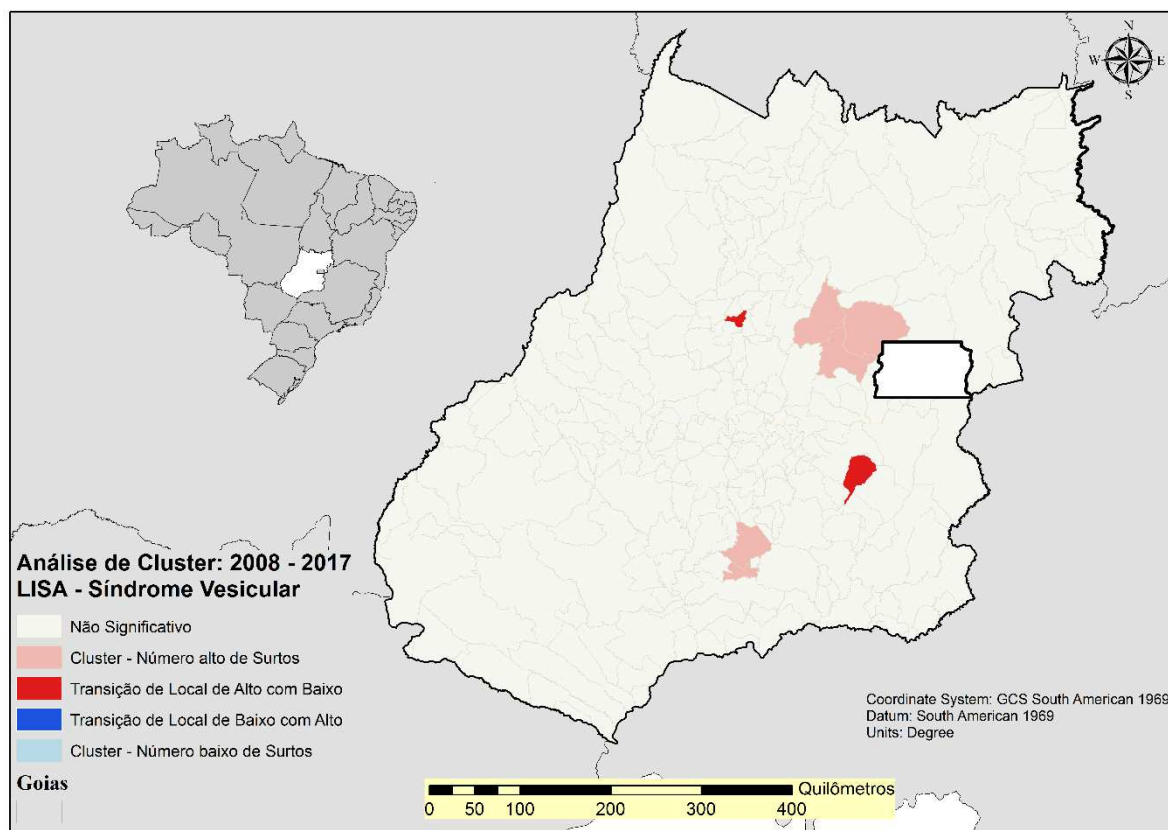


FIGURA 3 - Distribuição de *clusters* e *outliers* de ocorrências de suspeitas notificadas de síndromes vesiculares em ruminantes no estado de Goiás, atendidas pelo Serviço Veterinário Oficial no período de 1º de janeiro de 2008 a 31 de dezembro de 2017. Fonte: Leal AA, 2018.

4. DISCUSSÃO

Este é o primeiro levantamento da ocorrência e distribuição espacial das síndromes vesiculares em ruminantes no estado de Goiás. Os casos já relatados existentes^{9,10} referem-se à ocorrência de focos de doenças diferenciais para síndromes vesiculares em determinadas regiões do Estado, sem demonstrar por técnicas de análise estatística e espacial as áreas afetadas.

Os resultados obtidos demonstram baixa ocorrência de síndromes vesiculares no Estado, com distribuição espacial heterogênea das notificações em todas as regiões do mapa, com menor número na região nordeste. Provavelmente, o quantitativo reduzido de notificações nessa área esteja relacionado com particularidades geográficas dos municípios envolvidos, como relevo, estradas rurais em piores condições de trânsito, a dificuldade de locomoção e acesso pelos produtores a sede municipal devido a maiores distâncias, o baixo nível de tecnologia adotada, bem como a uma menor densidade de rebanho regional⁷, englobando os municípios com pior Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) do Estado¹¹. Segundo Hino

et. al¹², o uso de mapas temáticos constitui-se como poderosa ferramenta para determinação do risco de ocorrência de doenças em uma área geográfica.

Analisando-se a ausência de notificações nos municípios da região central, onde as áreas dos municípios são pequenas, sugere-se que possa ter ocorrido diagnóstico clínico-epidemiológico de doenças não confundíveis com febre aftosa por médicos veterinários da iniciativa privada, não sendo registrada a informação junto ao SVO. Além disso, propriedades nessas áreas específicas possuem, a princípio, maior nível de tecnologia, visto o maior acesso pelos produtores rurais a profissionais da área agropecuária e a instituições de ensino e pesquisa, sendo assim mais bem assistidas.

O quantitativo de notificações existentes no período avaliado (2008 a 2017) foi considerado pequeno se comparado ao efetivo de rebanho de ruminantes declarado junto ao Serviço Veterinário Oficial, principalmente da espécie bovina⁷. Apesar de baixo, salienta-se que pode ter ocorrido a notificação de outras enfermidades de interesse da defesa sanitária animal nessas regiões como de síndromes nervosas, brucelose e tuberculose.

O maior volume de notificações para varíola bovina pode estar relacionado ao fato da doença ser uma zoonose, com ampla distribuição em Goiás e de caráter sazonal, com o aparecimento mais frequente na estação seca. A comunicação de surtos da enfermidade está ligada diretamente à identificação de lesões no ordenhador, em propriedades que exploram a atividade leiteira.

A infecção de rebanhos bovinos com a varíola bovina e a pseudovaríola segue uma distribuição linear, seguindo-se principalmente a rota de veículos transportadores de leite, que recolhem o produto de estabelecimentos afetados, disseminando posteriormente para as demais propriedades por onde passam, por meio de fômites contaminados e mesmo de resíduos, como o esterco bovino. Outra forma comum de disseminação é através do funcionário/ordenhador que presta serviços em várias propriedades rurais causando surtos da doença¹³.

Os resultados corroboram com Sant'Ana et. al¹⁰, que observaram a ocorrência da doença em vacas leiteiras e ordenhadores em diversas mesorregiões do sul e centro do estado de Goiás, sendo relatados outros surtos de doenças semelhantes que afetam bovinos e ordenhadores, agricultores e veterinários nos municípios atingidos, sem ocorrer no entanto, a devida notificação ou avaliação etiológica para confirmação na maioria dos casos. Assim, é possível que o agente etiológico da varíola bovina possa ter sido o responsável pelos surtos informados, uma vez que demonstrou estar circulando na região⁹.

A interface com o serviço de saúde humana para a identificação da suspeita da doença em pessoas oriundas da zona rural, as quais lidaram com animais afetados, realizando

a notificação ao SVO também pode ter contribuído com o maior volume de registros dessa natureza. Embora tenha sido retirada da lista de doenças consideradas síndromes vesiculares pelo MAPA, a notificação de casos de varíola bovina por produtores rurais e terceiros pode aumentar consideravelmente a sensibilidade do sistema de vigilância, devido a maior conscientização e comunicação mais eficaz de ocorrência de enfermidades de rebanho.

No caso de lesões traumáticas, verifica-se que as notificações registradas foram bem inferiores ao realmente verificado a campo, visto que suspeitas de doenças atendidas e não fundamentadas para síndromes vesiculares, não necessitam ser lançadas na plataforma do SivCont.

As demais doenças ou suspeitas de síndromes vesiculares definidas como fundamentadas para a doença-alvo foram identificadas por análise laboratorial, resultando em duas notificações positivas para diarreia viral bovina e duas para estomatite vesicular. No entanto, não foram identificados vínculos epidemiológicos que explicassem sua ocorrência nas áreas atingidas.

De acordo com Fernandes et. al¹⁴, em estudo da prevalência para diarreia viral bovina no rebanho no estado da Paraíba, os fatores de risco relacionados à doença incluíram a existência de quantitativo maior que seis bezerros com idade ≤ 12 meses na propriedade; compra de animais; locação de pasto e a presença de assistência veterinária. Nos dois surtos atendidos em Goiás o diagnóstico diferencial para a doença esteve relacionado à identificação de vesículas em bovinos < 24 meses em criações com aptidão corte e semi-intensivas.

A ocorrência da estomatite vesicular segundo Bezerra et. al¹⁵ foi associada à produção mista, tamanho do rebanho, presença de cervídeos e cavalos, aluguel de pastagens e compartilhamento de fontes de água. Ambos os casos identificados da doença em municípios do Estado ocorreram na época de estação seca, sendo um dos fatores sugeridos para o aparecimento da enfermidade, o fornecimento de volumosos, bem como pastagem de baixa qualidade levando a lesões na cavidade oral, sendo consequente porta de entrada para o vírus.

Na aplicação da análise espacial pela técnica de LISA foi obtida a visualização no mapa de dois aglomerados Alto-Alto (*cluster*), sendo que esses indicam autocorrelações espaciais positivas significativas. Supõe-se, portanto, alto risco de doença nos municípios identificados associado com alto risco de doença nos vizinhos. Foram também identificados dois *outliers* Alto-Baixo, indicando com isso autocorrelações negativas com um alto risco de doença nos municípios envolvidos, associado com baixo risco de doença nos vizinhos¹⁶.

Segundo Carpenter¹⁷, as técnicas de identificação de *cluster* permitem que o pesquisador ou oficial de saúde identifique e gere novas hipóteses sobre a transmissão da

doença, bem como acelere os esforços de controle. A identificação de aglomerados de doença e o seu ajuste ao realizar uma análise estatística tornou-se prática comum na pesquisa epidemiológica. É esperado que o agrupamento de doenças ocorra em escala maior com a transmissão por meio de um reservatório de vida silvestre, vetor humano ou mecânico, ou mesmo de uma exposição de fonte comum. Desse modo, tais *clusters* podem fornecer informações importantes sobre a transmissão e controle da enfermidade¹⁷.

A identificação desses aglomerados para síndromes vesiculares ocorreu nos municípios de Cocalzinho de Goiás, Joviânia, Padre identificados Bernardo, Pontalina e Vila Propício e nos municípios de Vianópolis e Ceres, *cluster* e *outlier*, respectivamente, resultado de um maior quantitativo de notificações realizadas e áreas de transição com valores menores de suspeitas de enfermidades vesiculares notificadas.

De acordo com Anselin⁸, padrões locais de associação espacial como o LISA permitem a decomposição de indicadores globais de forma a se obter uma melhor avaliação de observações e *outliers*, com fácil implementação e presta-se prontamente à visualização por meio de mapas para a análise exploratória de dados espaciais.

Para Carvalho & Souza-Santos¹⁸, nos dados espaciais a dependência está presente em todas as direções, ficando mais fraca na medida em que aumenta a dispersão na localização dos dados. Assim para mitigar as consequências desta dispersão de dados, a informatização e a padronização de bancos de dados em sistemas e módulos específicos vem a subsidiar sobremaneira a utilização de técnicas de análise espacial, como forma de melhoria e direcionamento dos procedimentos de vigilância epidemiológica.

Assim, para realização da vigilância passiva de enfermidades-alvo do estudo, os procedimentos de distribuição e técnicas de análise espacial são mais uma abordagem importante para o sistema de vigilância, necessitando serem implementados na rotina dos trabalhos executados na defesa sanitária animal.

5. CONCLUSÃO

A análise espacial para síndromes vesiculares em ruminantes no estado de Goiás demonstra o registro de 67 notificações. A distribuição espacial dos casos é heterogênea com 21% (51/246) do total de municípios com no mínimo uma e no máximo seis notificações de suspeita. *Cluster* alto-alto foi identificado nos municípios de Cocalzinho de Goiás, Joviânia, Padre Bernardo, Pontalina e Vila Propício e *outlier*, ou seja, áreas de transição Alto-Baixo nos municípios de Vianópolis e Ceres, demonstrando que esses municípios são prioritários para execução das ações de defesa sanitária animal.

REFERÊNCIAS

1. Brasil. Vigilância veterinária de doenças vesiculares: orientações gerais. Departamento de Saúde Animal, Secretaria de Defesa Agropecuária, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), Brasília. 2007.
2. Callis JJ et al. Manual Ilustrado para el Reconocimiento y Diagnostico de Ciertas Enfermedades de los Animales. México: Comisión Mexico-Americana para la Prevención de la Fiebre Aftosa, 1982. p. 13-17.
3. Centro Panamericano de Fiebre Aftosa - PANAFTOSA – OPS/OMS. Guía Técnica de Trabajo para la última etapa del Programa Hemisférico de Erradicación de Fiebre Aftosa - PHEFA. Cuiabá: 2016. 50 p.
4. Sobestiansky J; Barcellos D; Mores N; Carvalho LF; Oliveira, S. Clínica e Patologia Suína. 2ª ed. Goiânia: J. Sobestiansky; 1999. 464 p.
5. Banco Interamericano de Desenvolvimento; Centro Panamericano de Febre Aftosa - OPAS/OMS. Manual de procedimentos para atenção às ocorrências de febre aftosa e outras enfermidades vesiculares. Projeto BID/PANAFTOSA – OPAS/OMS para os países do MERCOSUL Ampliado. Rio de Janeiro: PANAFTOSA-OPAS/OMS, 2007. p. 27-28.
6. Goiás. Instituto Mauro Borges – IMB. Goiás- Visão Geral. IMB, 2018. [acesso 25 mai 2019]. Disponível em: http://www.imb.go.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=79&Itemid=145
7. Goiás. Agência Goiana de Defesa Agropecuária. Sistema de Agropecuária de Goiás: Defesa Sanitária Animal. Goiânia: AGRODEFESA, 2017. [acesso 13 out 2017]. Disponível em: <http://sidago.agrodefesa.go.gov.br>.
8. Anselin L. Local Indicators of Spatial Association-LISA. 1995. Ohio State University. Geographical Analysis, vol. 27, n 2, april.
9. Lobato ZIP et. al. Surto de varíola bovina causada pelo vírus Vaccinia na região da Zona da Mata Mineira. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec., Belo Horizonte, v. 57, n. 4, p. 423-429, Aug. 2005. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-09352005000400001&lng=en&nrm=iso. [acesso 13 junho 2019]. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-09352005000400001>.
10. Sant’Ana FJJ et. al. Outbreaks of vesicular disease caused by Vaccinia virus in dairy cattle from Goiás State, Brazil (2010-2012). Pesq. Vet. Bras., Rio de Janeiro, v.33, n.7, p.860-866, July 2013. Disponível em:

<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-736X2013000700006&lng=en&nrm=iso>. [acesso 06 junho 2019]. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-736X2013000700006>.

11. Goiás. Instituto Mauro Borges – IMB. IDHM Goiás 1990-2010. IMB, 2018. [acesso 13 junho 2019]. Disponível em: <http://www.imb.go.gov.br/files/docs/publicacoes/estudos/2014/analise-indice-desenvolvimento-humano-municipios-goianos-idhm-1991-2010.pdf>
12. Hino P; Villaz TCS; Sassaki CM; Nogueira JA; Santos CB. Geoprocementario aplicado en el área de salud. Rev Latino-am. Enfermagem. [internet]. novembro-dezembro 2006 [acesso 22 nov 2018]; 14(6):939-43. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/rlae/v14n6/es_v14n6a16.pdf
13. Okuda LH. Varíola bovina. 2009. Artigo em Hypertexto. [acesso 13 junho 2019] Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2009_2/variola/index.htm>.
14. Fernandes LG; Campos de Nogueira AH; De Stefano E et al. Trop Anim Health Prod (2016) 48: 157. <https://doi.org/10.1007/s11250-015-0937-x>
15. Bezerra CS et al. Epidemiological situation of vesicular stomatitis virus infection in cattle in the state of Paraíba, semiarid region of Brazil. Preventive veterinary medicine, ISSN: 1873-1716, Vol: 160, Page: 68-75. 2018. [acesso 06 junho 2019]. DOI10.1016/j.prevetmed.2018.09.027
16. Lim JS; Min KD; Ryu S; Hwang SS; Cho SI. Spatial analysis to assess the relationship between human and bovine brucellosis in South Korea, 2005-2010. Sci Rep. 2019 Apr 30;9(1):6657. doi: 10.1038/s41598-019-43043-7.
17. Carpenter TE. Methods to investigate spatial and temporal clustering in veterinary epidemiology. Preventive Veterinary Medicine 48 (2001) 303-320.
18. Carvalho MS; Souza-Santos R. Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, 21(2):361-378, mar-abr, 2005.

CAPÍTULO 3 – OCORRÊNCIA E DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS SÍNDROMES NERVOSAS EM RUMINANTES, NOTIFICADAS NO ESTADO DE GOIÁS, NO PERÍODO DE 2008 A 2017

RESUMO

O presente estudo teve o objetivo de realizar a análise espacial dos dados descritivos de atendimentos para síndromes nervosas em ruminantes, realizados pelo Serviço Veterinário Oficial Estadual de Goiás, bem como apresentar sua distribuição e os aglomerados espaciais por meio de mapas confeccionados com um Sistema de Informações Geográficas (SIG) e o emprego de técnicas de análise espacial (LISA). Foram utilizadas as notificações de ocorrências de síndromes nervosas em ruminantes registradas pela Agência Goiana de Defesa Agropecuária por meio de vigilância passiva no Sistema Continental de Vigilância Epidemiológica do Centro Panamericano de Febre Aftosa no período compreendido de 1º de janeiro de 2008 a 31 de dezembro de 2017. Foram analisadas 517 ocorrências de doenças nervosas em ruminantes, disponíveis na base de dados. Do total de atendimentos existentes chegou-se ao diagnóstico laboratorial para raiva dos herbívoros em 159 desses, totalizando 30,75% de focos positivos para a enfermidade. Verifica-se a distribuição homogênea de notificações de síndrome nervosa e o caráter endêmico da raiva no estado, com distribuição aumentada nos municípios de Niquelândia e Cocalzinho de Goiás. Identificou-se dois *clusters* e cinco *outliers* demonstrando aglomerados espaciais com a interdependência de casos. Os municípios de Bela Vista de Goiás, Cocalzinho, Corumbá de Goiás, Goianésia, Pirenópolis, Santa Isabel, Silvânia e Vianópolis foram áreas com maior distribuição de síndromes, sendo áreas consideradas prioritárias para realização de ações de combate a raiva dos herbívoros no estado de Goiás. Ações de educação sanitária nas áreas sem comunicação de suspeitas, em se tratando da doença alvo ser zoonose, bem como a interação dos atendimentos entre SVO e serviços de saúde é de extrema necessidade. A utilização da análise espacial com a apresentação de mapas coropléticos e o uso do LISA podem subsidiar o direcionamento de ações de vigilância epidemiológica para síndromes nervosas em ruminantes no Estado. Regiões com zonas de transição (*outliers*) e *clusters* devem ser os locais preferenciais para priorização pelo Serviço Veterinário Oficial no combate a raiva dos herbívoros e identificação de síndromes nervosas de maneira precoce.

Palavras-chave: análise espacial, geoprocessamento, notificação, síndromes nervosas.

CHAPTER 3 – OCCURRENCE AND SPATIAL DISTRIBUTION OF NERVOUS SYNDROMES IN RUMINANTS, REPORTED IN THE STATE OF GOIÁS, IN THE PERIOD FROM 2008 TO 2017

ABSTRACT

The present study aimed to perform the spatial analysis of descriptive data of care for nervous syndromes in ruminants, performed by the Goiás State Official Veterinary Service, as well as to present their distribution and spatial clusters through maps made with an Information System. Geographic (GIS) and the use of spatial analysis techniques (LISA). Reporting of occurrences of nervous syndromes in ruminants registered by the Goiana Agency for Agricultural Defense through passive surveillance in the Continental Epidemiological Surveillance System of the Pan American Foot-and-Mouth Center during the period from January 1, 2008 to December 31, 2017. We analyzed 517 occurrences of nerve diseases in ruminants, available in the database. From the total of existing consultations, laboratory diagnosis for herbivore rabies was reached in 159 of them, totaling 30.75% of positive outbreaks for the disease. The homogeneous distribution of notifications of nervous syndrome and the endemic character of rabies in the state were verified, with increased distribution in the municipalities of Niquelândia and Cocalzinho de Goiás. Two clusters and five outliers were identified showing spatial clusters with the interdependence of cases. The municipalities of Bela Vista de Goiás, Cocalzinho, Corumbá de Goiás, Goianésia, Pirenópolis, Santa Isabel, Silvânia and Vianópolis were areas with greater syndromes distribution, being considered priority areas to carry out herbivore rabies combat actions in the state of Goiás. Health education actions in the areas without suspicion, as the target disease is zoonosis, as well as the interaction of care between SVO and health services is of extreme necessity. The use of spatial analysis with the presentation of choroplectic maps and the use of LISA may support the directing of epidemiological surveillance actions for nervous syndromes in ruminants in the state. Regions with transition zones (outliers) and clusters should be the preferred locations for prioritization by the Official Veterinary Service to combat herbivore rabies and early identification of nervous syndromes.

Keywords: geoprocessing, nervous syndromes, notification, spatial analysis.

1. INTRODUÇÃO

As síndromes nervosas em ruminantes são doenças que cursam com o aparecimento de sintomatologia neurológica nos animais, com presença ou não de mortalidade, visto que possuem etiologia variada, com origem carencial, congênita, degenerativa, infecciosa, neoplásica, metabólica e tóxica¹. No entanto, dentre estas doenças, somente as de origem infecciosa constituem-se de interesse para investigação pelo Serviço Veterinário Oficial, existindo assim programas de saúde animal implementados para controle dessas enfermidades.

Dentre a relação de doenças inclusas nas síndromes nervosas de ruminantes no Sistema Continental de Vigilância Epidemiológica estão a encefalopatia espongiforme bovina, a raiva dos herbívoros e o *scrapie*^{2,3}. Embora outras intoxicações e toxinfecções cursando com sintomas nervosos estejam relacionadas na lista de notificações, estas são utilizadas como diagnóstico diferencial para as enfermidades infecciosas alvo do Programa Nacional de Controle da Raiva – PNCRH e Programa Nacional de Prevenção e Vigilância da Encefalopatia Espongiforme Bovina – PNEEB do MAPA, ou seja, a raiva dos herbívoros e a encefalopatia espongiforme bovina e *scrapie*, respectivamente^{4,5}. Estas enfermidades estão da mesma forma relacionadas na Instrução Normativa MAPA nº50/2013 como de notificação compulsória⁶.

O atendimento do SVO para as suspeitas de doenças é de 24 horas a partir da notificação para doenças, de modo a estar em consonância com o preconizado no manual do Sistema de Informações Zoossanitárias - SIZ do MAPA³. No entanto, para doenças consideradas emergentes ou exóticas, o tempo de ação e reação é imediato, de 12 horas³. A ocorrência da doença está intimamente relacionada a atividades antrópicas causadoras de desequilíbrio ecológico, bem como a grande oferta de alimento aos principais transmissores, os morcegos hematófagos.

Estima-se que os custos diretos referentes à vacinação de animais em 121 municípios considerados áreas de alto risco para a raiva dos herbívoros no estado de Goiás totalizaram no ano de 2017 um montante de R\$12.885.111,00, sendo imunizadas 21.475.185 de cabeças de bovinos e bubalinos no estado de Goiás anualmente⁷. Em Goiás, a vacinação contra a doença em ruminantes e eqüídeos em áreas de alto risco para a doença é de caráter compulsório em 121 municípios, normatizada pela Instrução Normativa AGRODEFESA nº 02 de 15 de março de 2017⁸. A declaração da vacinação deve ser realizada duas vezes ao ano, nos meses de maio e novembro, sendo na primeira etapa animais de todas as faixas etárias e, na segunda etapa, animais de até 12 meses de idade^{8,9,10}.

Dessa maneira, o presente estudo objetiva identificar por meio da distribuição espacial os principais municípios com notificação de síndromes nervosas no estado de Goiás, e

os aglomerados de maior risco, visando a caracterização de áreas prioritárias para implementação e aplicação de medidas de prevenção e controle destas enfermidades pelo SVO, com especial atenção para a raiva dos herbívoros.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Área de estudo

O estudo foi realizado no estado de Goiás, com extensão territorial de 3,99% do território brasileiro e situado na região centro-oeste do país, com divisas ao norte com o estado do Tocantins, ao sul com Mato Grosso do Sul e Minas Gerais, a oeste com o Mato Grosso e a leste com a Bahia¹¹. O Estado possui duas estações definidas com verão úmido e inverno seco e temperaturas variando entre 18°C a 26°C e índice pluviométrico oscilando de 1.200 a 2.500mm¹¹.

Goiás possui 246 municípios, assistidos em sua totalidade pelo Serviço Veterinário Oficial Estadual, representado pela Agência Goiana de Defesa Agropecuária, com capilaridade em Goiás 238 escritórios de atendimento à comunidade localizados em 12 Unidades Regionais. Os escritórios estão sob responsabilidade de 102 Unidades de Atenção Veterinária, onde existe a lotação de no mínimo um fiscal estadual agropecuário – médico veterinário que realiza ações de defesa sanitária animal¹². Incluso no rol de atividades executadas pela defesa sanitária animal estão as ações do Programa Estadual de Controle da Raiva dos Herbívoros e outras encefalopatias – PECRH.

Dentre as medidas previstas no PECRH, e sob vigilância do SVO, estão as ações de prevenção e controle de doenças neurológicas no rebanho bovino e bubalino estadual, com aproximadamente 22.261.044 cabeças (FIGURA 1) distribuídas em 123.570 propriedades rurais¹².

Frente ao volume de rebanho de ruminantes existente, o Serviço Veterinário Oficial realiza ações de defesa sanitária animal e promove a geração dos dados nosográficos, os quais foram compilados e analisados referentes aos 246 municípios de Goiás.

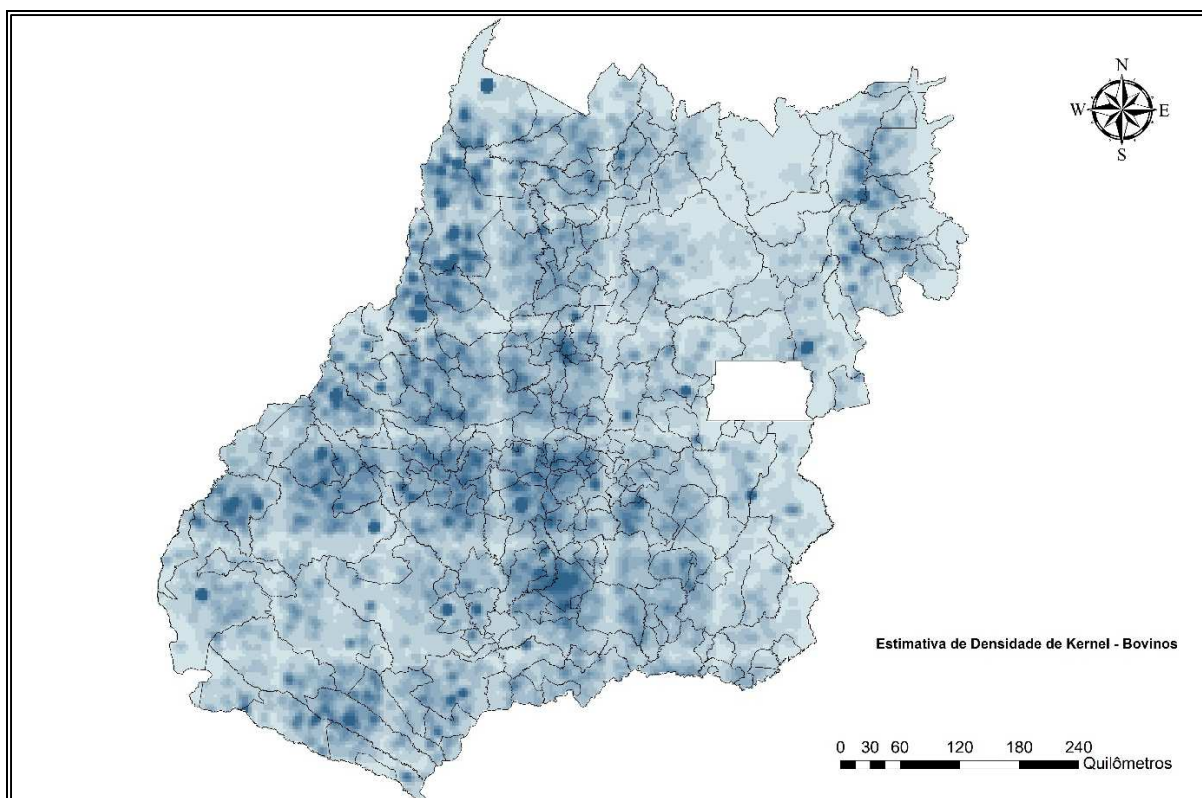


FIGURA 1 - Concentração do rebanho bovino e bubalino no estado de Goiás, 2018, demonstrando áreas de maior concentração de rebanho (azul escuro) e áreas de menor concentração (azul claro) pelo método da estimativa de densidade de *Kernel*.
Fonte: Leal AA, 2018.

2.2. Levantamento de atendimentos a síndromes nervosas realizados pelo SVO

Para obtenção das informações, referentes aos atendimentos às notificações de suspeita de síndromes nervosas em ruminantes pelo Serviço Veterinário Oficial Estadual (AGRODEFESA) foi consultada a base de dados existente na plataforma do Sistema Continental de Vigilância Epidemiológica – SIVCONT, do Centro Pan-americano de Febre Aftosa – PANAFTOSA, com registros lançados semanalmente pelo Núcleo de Epidemiologia da Gerência de Sanidade Animal da AGRODEFESA (GESAN-AGRODEFESA).

Cada atendimento relacionado à suspeita de enfermidades nervosas em ruminantes foi analisado com base na lista existente no cadastro de síndromes nervosas do SIVCONT e formulários existentes no banco de dados do Núcleo de Epidemiologia no período de 2008 a 2017. Foi realizado o levantamento dos formulários existentes arquivados na GESAN, por via eletrônica e impressos, de Investigação Inicial (FORM-IN) e Formulários de Investigação Complementar (FORM-COM), padronizados nacionalmente pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA.

Foram utilizados também arquivos com laudos de resultados laboratoriais emitidos pelo Laboratório Nacional Agropecuário (LANAGRO), de laboratórios credenciados pelo MAPA e laudos do Laboratório de Diagnóstico Veterinário da AGRODEFESA (LABVET/AGRODEFESA), referentes às notificações atendidas pelo SVO em Goiás. Ambas as informações foram originadas dos atendimentos à suspeita de doenças de notificação compulsória em sua maioria e de vigilâncias ativas realizadas pelos Fiscais Estaduais Agropecuários – médicos veterinários lotados nas Unidades de Atenção Veterinária da agência.

Para fins de execução do estudo foi realizada a triagem, compilação e análise dos dados na Gerência de Sanidade Animal com o uso do *software* livre e gratuito BrOffice, por meio do programa Calc. Os arquivos foram salvos no formato “xls” para abertura pelo programa Excel® (licença KGFVY-7733B-8WCK9-KTG64-DC7D8) do Pacote Office 2007, com posterior inserção do *geocode* dos municípios pelo Núcleo de Tecnologia da Informação (NTI/AGRODEFESA).

A tabulação da planilha foi realizada de modo a contemplar o lançamento das informações de maior relevância para o estudo, tais como: *geocode*, código da propriedade, código da ocorrência, município, tipo de síndrome, data da notificação, data do atendimento, diagnóstico confirmatório, coordenadas geográficas, espécie afetada e finalidade de produção (corte, leite, mista e subsistência).

Os dados de rebanho existente, tais como expostos, doentes e mortos não foram passíveis de registro, visto a inexistência de campo disponível na plataforma do Sistema Continental de Vigilância Epidemiológica do Centro Pan-americano de Febre Aftosa para o lançamento dos dados pelo SVO, inviabilizando assim a geração de dados complementares mais específicos, visto que os formulários originais não foram encontrados em sua totalidade. O período proposto e analisado foi de 01 de janeiro de 2008 a 31 de dezembro de 2017, de modo a se obter uma série histórica de dez anos para análise das informações.

2.3. Análise estatística

Foi realizada estatística descritiva da distribuição das ocorrências por meio dos casos suspeitos notificados e/ou detectados pelo Serviço Veterinário Oficial do estado de Goiás.

2.4. Análise espacial

Na análise espacial foi utilizado o *software* de Sistema de Informações Geográficas, ArcGIS® versão 10.3 com base cartográfica vetorial digital contínua, composta de arquivo do tipo *shapefile*, contendo os limites municipais do estado de Goiás, georreferenciados no Sistema

de Referência Geocêntrico para as Américas – SIRGAS 2000, definido como sistema padrão no Brasil pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Os mapas temáticos foram confeccionados no Laboratório de Epidemiologia e Geoprocessamento da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM. A fim de se procurar um padrão espacial de aglomeração dos municípios com ocorrência de síndromes nervosas, utilizou-se a ferramenta denominada LISA (*Local Indicators of Spatial Association*).

Os índices da LISA detectam padrões regionais de autocorrelação espacial. Esses indicadores de associação local produzem um valor específico para cada conjunto de áreas geográficas, permitindo assim a identificação de agrupamentos espaciais¹³. Além disso, propicia a identificação de padrões de associação espacial significativo. Para tanto, a condição de realização desta formulação é que a soma dos indicadores de I de Moran Local (LISA) para todas as observações seja proporcional ao índice global de associação espacial em função da média dos vizinhos. Realizando-se esse procedimento é viabilizada a construção de um mapa coroplético chamado de Moran Map, que permite identificar as aglomerações no território analisado.

3. RESULTADOS

No período de janeiro de 2008 a dezembro de 2017 foram registradas 517 suspeitas de síndromes nervosas em ruminantes no Sistema Continental de Vigilância Epidemiológica – SIVCONT. Dentre os atendimentos notificados ao Serviço Veterinário Oficial Estadual, 159 suspeitas resultaram positivas laboratorialmente para raiva dos herbívoros (30,75%) em um ou ambos os testes laboratoriais preconizados para confirmação da doença: a Imunofluorescência Direta e a Prova Biológica.

Os municípios com o maior número de notificações foram Niquelândia, com 23 registros, e Cocalzinho de Goiás, com 27 registros notificados de síndrome nervosa. Em cinco municípios ocorreram de 11 a 14 surtos e em nove municípios ocorreram de sete a 10 surtos, conforme visualizado na distribuição espacial das áreas notificadas com ocorrência de suspeitas de síndromes nervosas em ruminantes em Goiás e atendidas pelo Serviço Veterinário Oficial (Figura 2).

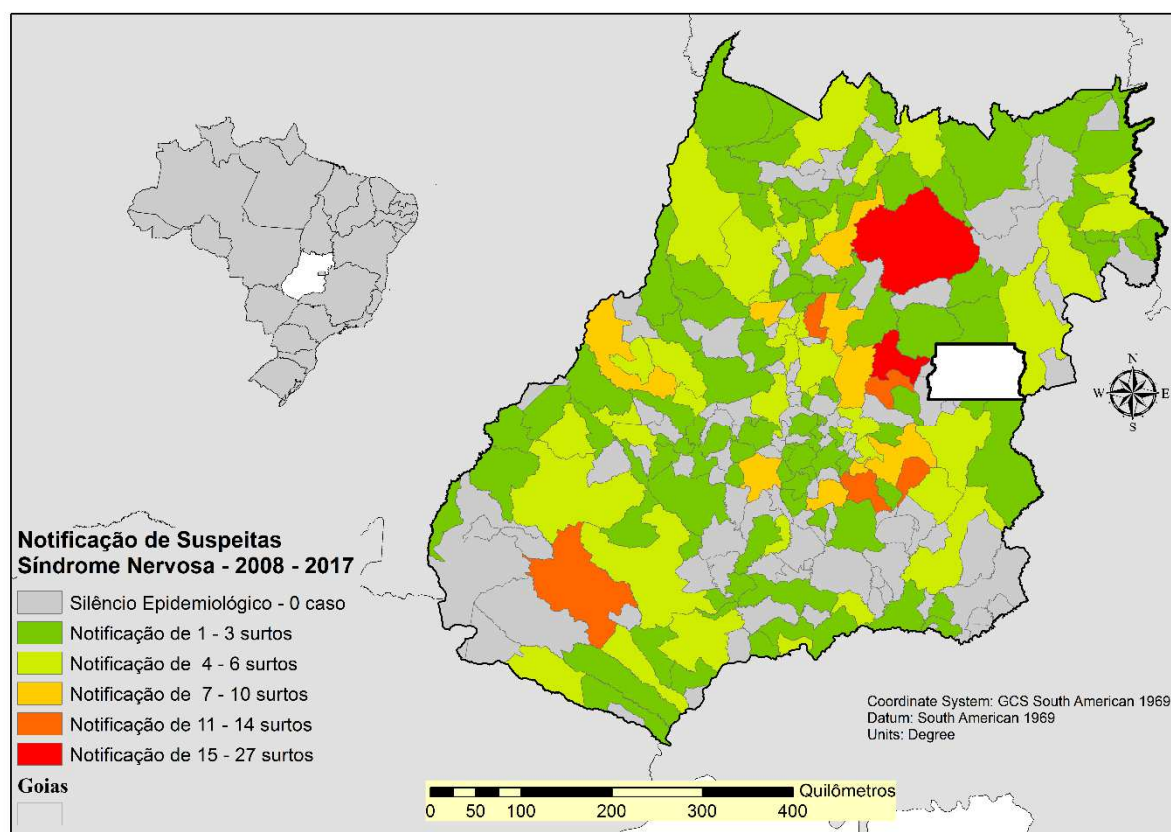


FIGURA 2 - Distribuição da ocorrência de suspeitas notificadas de síndromes nervosas em ruminantes no estado de Goiás, atendidas pelo Serviço Veterinário Oficial no período de 1º de janeiro de 2008 a 31 de dezembro de 2017.
Fonte: Leal AA, 2018.

Na figura 3 são apresentadas as áreas notificadas para síndromes nervosas que culminaram com a ocorrência de resultados laboratoriais positivos para a raiva dos herbívoros em Goiás, atendidas pelo Serviço Veterinário Oficial no período de 1º de janeiro de 2008 a 31 de dezembro de 2017.

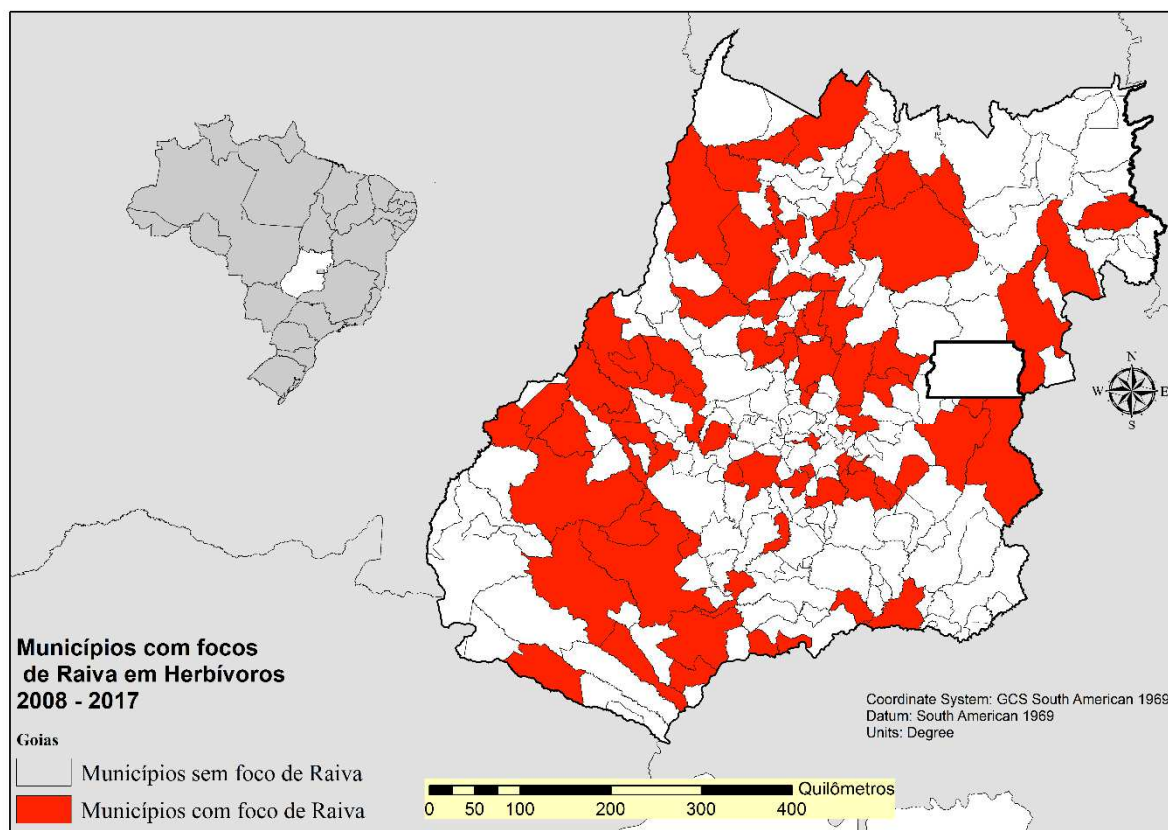


FIGURA 3 - Distribuição dos municípios com ocorrência de focos de raiva dos herbívoros em ruminantes no estado de Goiás, atendidos pelo Serviço Veterinário Oficial no período de 1º de janeiro de 2008 a 31 de dezembro de 2017.
Fonte: Leal AA, 2018.

Foram identificados *clusters* Alto-Alto nos municípios de Bela Vista de Goiás, Cocalzinho, Corumbá de Goiás, Goianésia, Pirenópolis, Santa Isabel, Silvânia e Vianópolis e *outliers*, ou seja, zonas de transição de Alto-Baixo nos municípios de Edealina, Jataí, Niquelândia e Palmeiras de Goiás (Figura 4). Ainda, verificou-se no mapa de aglomerados que as regiões com o maior número de ocorrências registradas foram na região central de Goiás, próximo a cidades com grandes densidades populacionais urbanas do Estado, como Goiânia, Aparecida de Goiânia e Anápolis.

O município de Águas Lindas de Goiás, localizado na região limítrofe do entorno do Distrito Federal foi detectada como área de *outlier* com número de notificações Baixo-Alto.

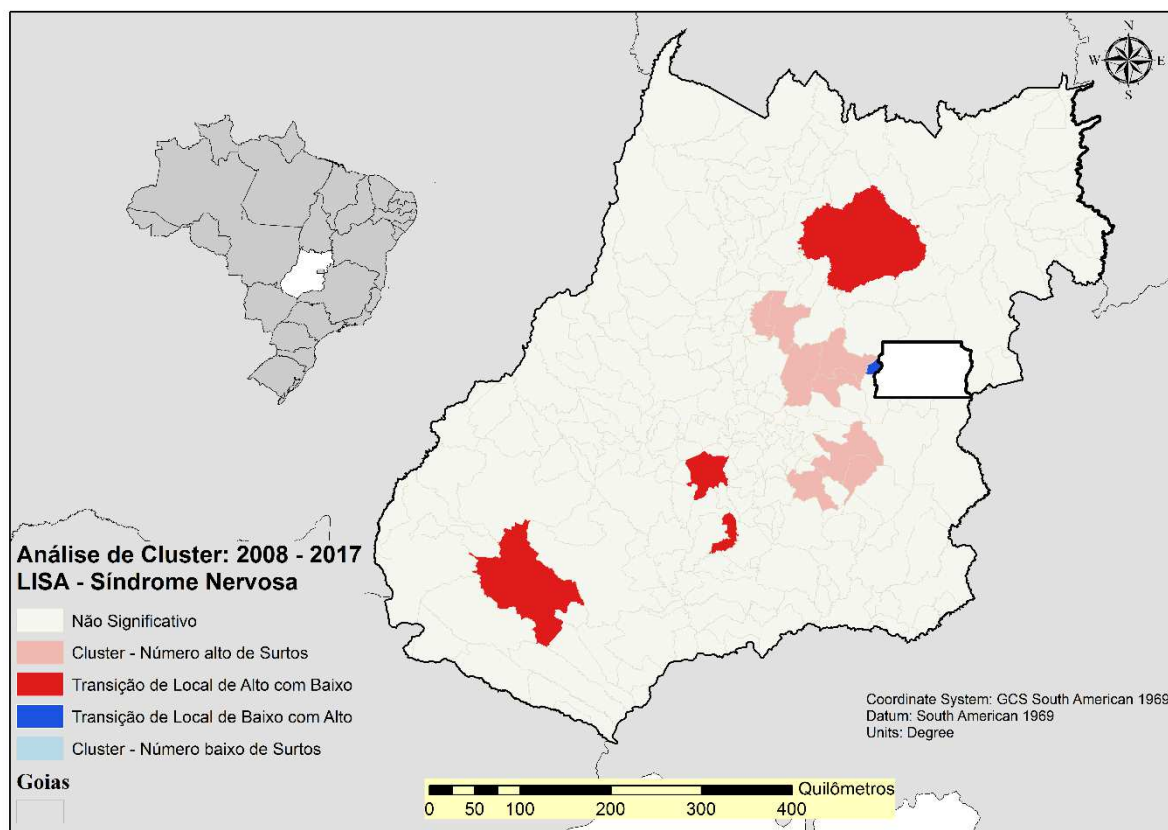


FIGURA 4 - Distribuição de *clusters* e *outliers* de ocorrências de suspeitas notificadas de síndromes nervosas em ruminantes no estado de Goiás, atendidas pelo Serviço Veterinário Oficial no período de 1º de janeiro de 2008 a 31 de dezembro de 2017. Fonte: Leal AA, 2018.

4. DISCUSSÃO

Os resultados apresentados corroboraram com as áreas de alto risco definidas pela Instrução Normativa AGRODEFESA nº 02 de 15 de março de 2017⁸, estabelecidas segundo o Manual Técnico de Controle da Raiva dos Herbívoros, o qual descreve que um dos critérios preconizados para a definição de áreas de risco para raiva é a existência de análise espacial, possibilitando a visualização dos municípios com focos de raiva, com base na associação entre receptividade e vulnerabilidade para definição do algoritmo utilizado pelo modelo de risco⁴.

O grande volume de notificações atendidas pelo SVO revela o caráter endêmico das síndromes nervosas de ruminantes em Goiás, principalmente no tocante à raiva dos herbívoros, com uma média de 51 registros anuais informados no Sistema Continental de Vigilância Epidemiológica, com 30,75% (159/517) dos surtos diagnosticados positivos laboratorialmente para a doença. A distribuição espacial em praticamente todos os municípios do Estado para as síndromes nervosas sugere uma maior sensibilidade do sistema de vigilância para a doença-alvo, com a identificação de casos suspeitos e confirmados.

A existência de mortalidade de animais nos surtos e o impacto econômico advindo das ocorrências das síndromes no rebanho pode explicar o maior número de notificações por terceiros e produtores rurais. A existência de laboratório público oficial para diagnóstico da raiva em Goiás propicia também um maior conhecimento da ocorrência da enfermidade em território goiano. No entanto, a distribuição espacial das síndromes nervosas nos municípios afetados deve ser confrontada com a distribuição espacial de abrigos de morcegos hematófagos, para uma melhor compreensão e planejamento da estratégia de combate dos transmissores da raiva nos ruminantes.

No caso de doenças infecciosas endêmicas, como a raiva dos herbívoros, a identificação e o georreferenciamento de áreas com alta vulnerabilidade e receptividade possibilitam um melhor controle da doença. Com isso, é possível a atuação de equipes de captura de morcegos hematófagos pelo SVO nos locais com abrigos georreferenciados, bem como a aplicação de estratégias diferenciadas para o controle da Raiva nas regiões com colônias existentes¹⁴. Esse controle da espécie *Desmodus rotundus*, de acordo com Wada et al.¹⁵, é de competência do departamento da agricultura, sendo preconizadas ações de vigilância realizadas em parceria com a área da saúde.

Segundo Lopes et al.¹⁶, o conhecimento das características da raiva ao longo do tempo e seus determinantes socioeconômicos são vitais para fins de propiciar o entendimento da ocorrência de raiva e da busca de medidas de controle mais eficazes em regiões endêmicas. O direcionamento de ações específicas de controle da população de transmissores pelo SVO e a vacinação dos ruminantes nos locais com maior concentração de casos notificados demonstram a importância da análise espacial como ferramenta fundamental para diagnóstico de situação, subsidiando a tomada de decisão para aplicação de ações de prevenção e controle da raiva dos herbívoros e outras doenças incluídas no rol de síndromes nervosas.

Os aglomerados identificados na análise de cluster pelo LISA (*clusters* e *outliers*) permitem o conhecimento das regiões com maior potencial de risco de doença, definindo que esses municípios possuem alto risco de ocorrência de síndromes - autocorrelação positiva - associado com alto risco de doença nos vizinhos. Porém, os *outliers*, regiões com autocorrelação negativa inferem um alto risco de doença nos municípios envolvidos, associado com baixo risco de doença nos vizinhos. Segundo Câmara & Monteiro¹⁷, a aplicação de técnicas estatísticas para dados espaciais enfrenta um desafio importante relacionado à primeira lei da geografia citada por Tobler¹⁸, ou seja, tudo está relacionado, porém, coisas mais próximas estão mais relacionadas do que coisas distantes.

Desta forma, o efeito da dependência espacial é a expressão quantitativa desse princípio, demonstrando que valores agrupados espacialmente não serão independentes, sendo a autocorrelação espacial, uma característica intrínseca dos dados espaciais¹⁸. Assim, não se pode realizar a análise com a observação de forma independente dos casos notificados, e sim, de todo o aglomerado espacial, pois os indicadores são interdependentes.

De acordo com Anselin¹³, padrões locais de associação espacial como o LISA permitem a decomposição de indicadores globais de forma a se obter uma melhor avaliação de observações e *outliers*, com fácil implementação e prestam-se prontamente à visualização por meio de mapas para a análise exploratória de dados espaciais.

No comparativo entre regiões com maior número de casos positivos para raiva dos herbívoros e maior número de notificações, confrontado com o mapa de uso e cobertura do solo no estado de Goiás¹⁹, verificou-se que regiões com alta ocorrência de atividades antrópicas como a criação de reservatórios de usinas hidroelétricas, bem como atividade agrícola e pecuária, as quais promovem situações de desequilíbrio e desestabilização de ecossistemas, contribuem para o deslocamento e adaptação de quirópteros em áreas pecuárias onde existe maior oferta de alimento, favorecendo assim o aumento de casos de raiva, corroborando com o descrito por Jayme²⁰.

Da mesma maneira, a análise espacial da distribuição da ocorrência de síndromes nervosas em Goiás, apresentando os principais aglomerados de interesse para a vigilância epidemiológica, externa a necessidade de ações direcionadas ao controle e prevenção de síndromes nervosas, principalmente da raiva dos herbívoros, nos municípios com maior notificação de focos.

A utilização da autocorrelação espacial local pelo Índice de Moran I permitiu a visualização do mapa com o acesso de casos atípicos do número de notificações, com padrão variando de Alto-Alto, que são agrupamento de valores altos cercados de altos; Baixo-Baixo, que são agrupamentos de valores baixos cercados de baixos; Alto-Baixo, que são valores altos que não se agrupam estando em meio a valores baixos; Baixo-Alto, que são valores baixos que não se agrupam em meio a valores altos, e os Não Significativos, que não se enquadram nos agrupamentos anteriores¹³.

Em contrapartida, nas regiões com ausência de notificação ou na análise de cluster (LISA) Não Significativos é necessária a aplicação de medidas de educação em saúde que estimulem a comunicação de suspeitas pelo produtor rural ou mesmo o aumento da vigilância ativa de propriedades rurais pelo SVO. Nesses locais, a vigilância ativa com vistoria e inspeção de rebanho deve ser aumentada visando um incremento na sensibilidade do serviço de defesa

sanitária animal para a detecção precoce de casos suspeitos e diminuição do tempo de ação e reação pelo SVO.

A análise espacial demonstrou que os municípios de Bela Vista de Goiás, Cocalzinho, Corumbá de Goiás, Goianésia, Pirenópolis, Santa Isabel, Silvânia e Vianópolis são áreas prioritárias para realização de ações de combate a raiva dos herbívoros. A implementação de ações de educação em saúde nas áreas sem comunicação de suspeitas, em se tratando da doença alvo ser zoonose, bem como a interação dos atendimentos entre SVO e serviços de saúde é de extrema necessidade, de modo a resguardar a saúde pública com enfoque na saúde única.

5. CONCLUSÃO

A análise espacial para as síndromes nervosas em ruminantes no estado de Goiás demonstra uma distribuição homogênea de notificações. Foram 517 focos registrados em ruminantes em 10 anos, sendo que 30,75% dos focos resultaram positivos para a raiva dos herbívoros. As áreas de maior potencial de risco de ocorrência de síndromes nervosas estão nos municípios de Bela Vista de Goiás, Cocalzinho, Corumbá de Goiás, Goianésia, Pirenópolis, Santa Isabel, Silvânia e Vianópolis incluídos nos *clusters* Alto-Alto. Os *outliers* Alto-Baixo ocorreram nos municípios de Edealina, Jataí, Niquelândia e Palmeiras de Goiás, bem como no município de Águas Lindas de Goiás, detectado *outlier* Baixo-Alto. As regiões de *outliers* e *clusters* devem ser os locais preferenciais para priorização de ações de prevenção e controle de doenças nervosas pelo Serviço Veterinário Oficial.

REFERÊNCIAS

1. Facury Filho EJ et al. Abordagem clínica das neuropatias dos ruminantes. In: II Simpósio Mineiro de Buiatria. Belo Horizonte, Minas Gerais. 2005.
2. PANAFTOSA. Centro pan-americano de febre aftosa. Sistemas de vigilância - Informes Epidemiológicos semanais. 2018. [acesso em 11 dez 2018]. Disponível em: https://www.paho.org/panaftosa/index.php?option=com_content&view=article&id=138:sistemas-de-vigilancia&Itemid=3722018;
3. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Manual do Sistema Nacional de Informação Zoossanitária - SIZ / Ministério da Agricultura. – Brasília: MAPA/ACS, 2013. 40 p.

4. Brasil. Controle da Raiva dos Herbívoros: manual técnico. 2009. Departamento de Saúde Animal, Secretaria de Defesa Agropecuária, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Brasília, 124p.
5. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Controle da raiva dos herbívoros e encefalopatia espongiforme bovina – EEB. [acesso em 10 dez 2018]. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/saude-animal-e-vegetal/saude-animal/programas-de-saude-animal/prog-nacional-de-controle-da-raiva-dos-herbivoros-e-outras-encefalopatias>
6. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Altera a lista de doenças passíveis da aplicação de medidas de defesa sanitária animal. Instrução Normativa nº 50 de 24 de setembro de 2013. Diário Oficial da União. Nº 186, quarta-feira, 25 de setembro de 2013, Seção 1, p. 47.
7. Goiás. Agência Goiana de Defesa Agropecuária. Sistema de Agropecuária de Goiás: Defesa Sanitária Animal. Goiânia: AGRODEFESA, 2018. [acesso 13 out 2018]. Relatórios de vacinação Raiva, 2018.
8. Goiás. Agência Goiana de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa AGRODEFESA nº 02 de 15 de março de 2017. Programa Estadual de Controle da Raiva dos Herbívoros e outras encefalopatias – PECRH. Goiânia: AGRODEFESA, 2018. [acesso 10 dez 2018]. Disponível em: http://www.sgc.goias.gov.br/upload/arquivos/2017-04/in_-02-2017---estabelece-regioes-de-alto-e-baixo-risco-para-raiva-dos-herbivoros_compressed.pdf.
9. Goiás. Agência Goiana de Defesa Agropecuária. Portaria AGRODEFESA nº 224, de 02 de abril de 2018. Programa Estadual de Enfermidades Vesiculares – PEEV. Goiânia: AGRODEFESA. 2018. [acesso em 11 dez 2018]. Disponível em: Processo SEI nº 201800066005300.
10. Goiás. Agência Goiana de Defesa Agropecuária. Portaria nº 710 de 09 de outubro de 2018. Programa Estadual de Enfermidades Vesiculares – PEEV. Goiânia: AGRODEFESA. 2018. [acesso em 11 dez 2018]. Disponível em: <http://www.sgc.goias.gov.br/upload/arquivos/2018-10/portaria-710-18-novembro-18.pdf>.
11. Goiás. Instituto Mauro Borges – IMB. Goiás - Visão Geral. IMB, 2018. [acesso 25 mai 2019]. Disponível em: http://www.imb.go.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=79&Itemid=145

12. Goiás. Agência Goiana de Defesa Agropecuária. Sistema de Agropecuária de Goiás: Defesa Sanitária Animal. Goiânia: AGRODEFESA, 2017. [acesso 13 out 2017]. Disponível em: <http://sidago.agrodefesa.go.gov.br>.
13. Anselin L. Local Indicators of Spatial Association-LISA. 1995. Ohio State University. Geographical Analysis, vol. 27, n 2, april.
14. Machado Júnior AB et al. Estudo epidemiológico da raiva em herbívoros domésticos no estado do Mato Grosso do Sul, 2003-2012. 2014. Campo Grande: Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. 48 p. Tese (Mestrado em Ciência Animal).
15. Wada MY; Rocha SM; Maia-Elkhoury ANS. Situação da Raiva no Brasil, 2000 a 2009. Epidemiologia e Serviços de Saúde. 2011. Brasília: 20, 4, 509–518.
16. Lopes E et al. Analysis of time series of cattle rabies cases in Minas Gerais, Brazil, 2006–2013. Trop Anim Health Prod (2015) 47:663–670. DOI 10.1007/s11250-015-0775-x
17. Câmara G & Monteiro AMV. Geocomputation techniques for spatial analysis: are they relevant to health data? Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, 17(5):1059-1081, set-out, 2001
18. Tobler WR. Cellular geograph. In: Philosophy in Geography (S. Gale & G. Olsson, ed.), 1979. p. 379-386, Dordrecht: D. Reidel Publishing Company.
19. Goiás. Secretaria de Indústria e Comércio/Superintendência de Geologia e Mineração do estado de Goiás. Mapa de uso e cobertura do solo do estado de Goiás e Distrito Federal. IMB, 2018. [acesso 25 mai 2019]. Disponível em: http://www.imb.go.gov.br/files/docs/mapas/base-ambiental/uso_solo_go.pdf
20. Jayme VS. A modificação do espaço agrário e a dinâmica da raiva bovina em Goiás, Brasil, 1970-2001. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais. 264p. Tese (Doutorado em Ciência Animal).

CAPÍTULO 4 - DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE FOCOS DE BRUCELOSE E TUBERCULOSE, NOTIFICADOS POR MÉDICOS VETERINÁRIOS HABILITADOS E SERVIÇO DE INSPEÇÃO FEDERAL NO ESTADO DE GOIÁS, NO PERÍODO DE 2008 A 2017

RESUMO

O presente estudo foi desenvolvido com o objetivo de realizar a análise espacial de dados descritivos para demonstração de áreas de ocorrência da brucelose e tuberculose no estado de Goiás. Foram analisados focos de brucelose e tuberculose notificados por médicos veterinários habilitados no PNCEBT, bem como as comunicações de animais positivos realizadas pelos estabelecimentos de abate sob inspeção federal, habilitados para exportação para a União Aduaneira no período de janeiro de 2008 a dezembro de 2017. Foi verificada a realização de 858.687 testes em bovinos em 12.789 propriedades rurais para brucelose e 738.228 testes para tuberculose em 12.852 propriedades rurais no estado de Goiás. Do total de propriedades testadas para brucelose 3,51% (449/12.789) obtiveram no mínimo um caso positivo para a enfermidade. Em animais, a ocorrência foi de 2,6% (1.237/47.883) para a brucelose bovina. No caso da tuberculose, 3,11% (400/12.852) das propriedades foram positivas, com 11,30% (781/6.910) de animais reagentes, demonstrando a alta ocorrência da doença nos rebanhos expostos à infecção. A distribuição espacial obtida revelou uma maior concentração de bovinos positivos na região centro-sul e sudoeste de Goiás, e com isso a identificação dos maiores aglomerados espaciais para a brucelose e a tuberculose nesses locais. Nos municípios da região do Vale do Araguaia, com volume de rebanho superior aos demais municípios do Estado, não foram identificados aglomerados significativos esperado em comparativo ao quantitativo de animais existente. A utilização da análise espacial com a apresentação de mapas temáticos e o uso do LISA subsidiam o direcionamento de ações de vigilância epidemiológica para a brucelose e tuberculose em ruminantes. Regiões com zonas de transição (*outliers*) e *clusters* devem ser os locais preferenciais para as ações do Serviço Veterinário Oficial para controle dessas enfermidades.

Palavras-chave: brucelose, focos, geoprocessamento, habilitados, tuberculose.

CHAPTER 4 – SPATIAL DISTRIBUTION OF OUTBREAKS OF BRUCELLOSIS AND TUBERCULOSIS, NOTIFIED BY QUALIFIED VETERINARY PHYSICIANS AND FEDERAL INSPECTION SERVICE IN THE STATE OF GOIÁS, IN THE PERIOD 2008 TO 2017.

ABSTRACT

The present study was developed with the objective of performing spatial analysis of descriptive data to demonstrate areas of occurrence of brucellosis and tuberculosis in the state of Goiás. Brucellosis and tuberculosis outbreaks notified by PNCEBT-qualified veterinarians were analyzed, as well as communications positive animals performed by federally-slaughtered slaughterhouses licensed for export to the Customs Union from January 2008 to December 2017. 858,687 cattle tests were carried out on 12,789 farms for brucellosis and 738,228 tests for tuberculosis. in 12,852 rural properties in the state of Goiás. Of the total properties tested for brucellosis 3.51% (449 / 12,789) obtained at least one positive case for the disease. In animals, the occurrence was 2.6% (1,237 / 47,883) for bovine brucellosis. In the case of tuberculosis, 3.11% (400 / 12,852) of the properties were positive, with 11.30% (781 / 6,910) of reactive animals, demonstrating the high occurrence of the disease in herds exposed to infection. The spatial distribution obtained revealed a higher concentration of positive cattle in the center-south and southwest of Goiás, and thus the identification of the largest spatial clusters for brucellosis and tuberculosis in these locations. In the municipalities of the Araguaia Valley region, with a larger herd volume than the other municipalities of the State, no significant clusters expected were identified in comparison to the existing number of animals. The use of spatial analysis with the presentation of thematic maps and the use of LISA subsidize the directing of epidemiological surveillance actions for brucellosis and tuberculosis in ruminants. Regions with transition zones (outliers) and clusters should be the preferred locations for the actions of the Official Veterinary Service to control these diseases.

Keywords: brucellosis, geoprocessing, outbreaks, skilled, tuberculosis.

1. INTRODUÇÃO

A brucelose é uma doença infectocontagiosa, de caráter zoonótico que afeta ruminantes e outros mamíferos, causada por bactérias do gênero *Brucella*. Em bovinos, a espécie normalmente envolvida em surtos é a espécie *Brucella abortus*, relacionada a prejuízos econômicos substanciais ocasionados por problemas reprodutivos nos animais acometidos^{1,2}.

Estima-se que em rebanhos leiteiros com prevalência entre 0,06% a 3% ocorra perdas de 5 a 14% ao ano somados os custos para controle da enfermidade e queda na produtividade^{3,4}. Somente em Goiás no ano de 2017 foram notificados 20 focos da doença ao Serviço Veterinário Oficial (SVO), por meio de médicos veterinários habilitados no Programa Nacional de Controle e Erradicação da Brucelose e Tuberculose do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA)⁵. A prevalência da doença, obtida em estudo realizado no estado no ano 2002, foi de 17,5% para propriedades rurais e de 3% para animais².

A tuberculose é uma zoonose infectocontagiosa, afetando todas as classes de vertebrados, predominantemente crônica, granulomatosa, causada por bactérias do gênero *Mycobacterium*, sendo a principal espécie que acomete bovinos o *Mycobacterium bovis*^{6,7}. A porta de entrada da micobactéria ocorre por via oral ou respiratória, com ingestão ou inalação do patógeno, respectivamente. A enfermidade leva a perdas por mortalidade e queda na produtividade, com condenação de carcaças de animais acometidos, levando a restrições na exportação por propriedades acometidas pela doença⁸. No estado de Goiás a prevalência da doença, obtida em estudo realizado entre os anos de 2013 a 2014, foi de 3,43% para propriedades rurais e de 0,3% para animais⁷. Em 2017 foram notificados no Estado 21 focos da doença ao SVO.

A comunicação de casos positivos para ambas as doenças é realizada por meio de médicos veterinários habilitados no Programa Nacional de Controle e Erradicação da Brucelose e Tuberculose do MAPA e pelo e-mail notifica.sif@agricultura.gov.br, o qual consiste em protocolo de comunicação prevista em orientação técnica da Divisão de Brucelose e Tuberculose do Departamento de Saúde Animal do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) por estabelecimentos de abate sob inspeção federal, habilitados à exportação para a União Aduaneira⁹.

No caso de ocorrência das enfermidades em propriedades rurais, o sacrifício sanitário dos animais positivos é obrigatório, porém, o saneamento é facultado nas situações em que os Estados possuem alta prevalência¹⁰. Assim, a realização do diagnóstico de ocorrência da enfermidade em todo o rebanho nas propriedades foco, está condicionada a necessidade do

produtor rural em exportar seus animais para mercados que exigem que as propriedades estejam sem a ocorrência de focos ou mesmo saneadas⁹.

Diante do exposto, objetivou-se com o presente estudo a utilização da análise espacial para apresentação dos aglomerados de maior ocorrência da brucelose e tuberculose no estado de Goiás, bem como a distribuição espacial dos municípios do estado de Goiás com notificação de diagnóstico positivo para essas enfermidades, visando propiciar um diagnóstico detalhado das áreas identificadas com animais positivos para definição de áreas prioritárias de aplicação e implementação de ações de prevenção, controle e erradicação destas enfermidades pelo SVO.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Área de estudo

O estudo foi realizado no estado de Goiás com dados coletados pela Gerência de Sanidade Animal da Agência Goiana de Defesa Agropecuária, a partir de dados nosográficos gerados em 246 municípios, assistidos por 238 escritórios de atendimento à comunidade, e divididos em 12 Unidades Regionais.

Os escritórios estão sob responsabilidade de 102 Unidades de Atenção Veterinária onde existe a lotação de no mínimo um fiscal estadual agropecuário – médico veterinário que realiza ações de defesa sanitária animal voltadas aos programas sanitários, mais especificamente atividades relacionadas ao Programa Estadual de Controle e Erradicação da Brucelose e Tuberculose - PECEBT¹¹.

Distribuída nos 246 municípios, a pecuária goiana detém um quantitativo total de bovinos e bubalinos de 22.261.044 cabeças distribuídas em 123.570 propriedades rurais¹², sob vigilância do SVO, sendo que 82,37% das propriedades com rebanho possuem até 215 animais. Deste total 99,08% dos animais encontram-se alojados em estabelecimentos rurais com até 1.715 cabeças, com maior concentração de cabeças na região do Vale do Araguaia, cujo município de Nova Crixás registra o maior volume de bovinos e bubalinos do Estado (FIGURA 1).

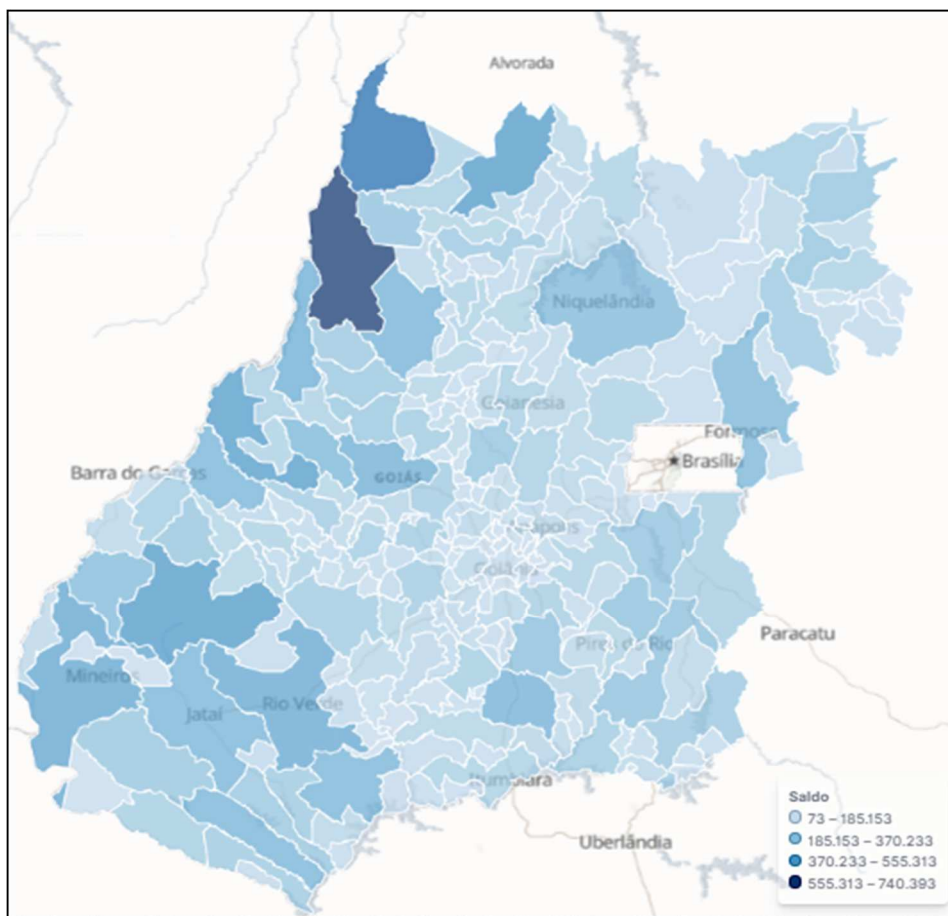


FIGURA 1 - Concentração do rebanho bovino e bubalino no estado de Goiás, 2019, demonstrando áreas de maior concentração de rebanho (azul escuro) e áreas de menor concentração (azul claro).
Fonte: AGRODEFESA, 2019.

2.2. Levantamento de notificações de brucelose e tuberculose realizadas por médicos veterinários habilitados no PNCEBT ao SVO

Os dados relacionados aos focos notificados de brucelose e tuberculose animal foram obtidos por meio do acesso ao sistema informatizado de emissão de GTA e do Sistema Informatizado de Defesa Agropecuária de Goiás (SIDAGO), ambos da Agência Goiana de Defesa Agropecuária (AGRODEFESA), bem como na base de dados da Coordenação do Programa Estadual de Controle e Erradicação da Brucelose e Tuberculose Animal (PECEBT), da Gerência de Sanidade Animal da AGRODEFESA, de acordo com os protocolos previstos nas normativas do programa sanitário, entre os anos de 2008 a 2017. No entanto, os anos de 2008 e 2009 foram considerados sem informação, em virtude da ausência de dados disponíveis.

Foram utilizadas as informações de foco de brucelose e/ou tuberculose comunicados ao Serviço Veterinário Oficial Estadual (AGRODEFESA) pelos médicos

veterinários habilitados (Tabela 1) no Programa Nacional de Controle e Erradicação da Brucelose e Tuberculose (PNCEBT) do MAPA.

TABELA 1 – Número de médicos veterinários habilitados no estado de Goiás no Programa Nacional de Controle e Erradicação da Brucelose e Tuberculose – PNCEBT por unidade regional da AGRODEFESA no ano de 2019.

Unidade Regional	Município sede da Unidade Regional	Nº de médicos veterinários habilitados no PNCEBT
Alto Araguaia	Jataí	15
Rio das Antas	Anápolis	56
Rio das Almas	Ceres	10
Rio dos Bois	São Luís de Montes Belos	11
Rio Caiapó	Iporá	9
Rio Corumbá	Catalão	16
Rio Itiquira	Formosa	12
Rio do Ouro	Porangatu	12
Rio Paranã	Posse	7
Rio Paranaíba	Itumbiara	22
Rio Verdão	Rio Verde	30
Rio Vermelho	Cidade de Goiás	13
Total Geral		213

Para a brucelose considerou-se o diagnóstico de campo positivo no teste do Antígeno Acidificado Tamponado – AAT, confirmado ou não pelo teste do 2-mercaptoetanol, para tuberculose, tuberculinização positiva comunicados pelo profissional habilitado à AGRODEFESA em formulário padrão do PNCEBT.

Foram também utilizadas as notificações de comunicação de animais positivos encaminhadas pelo e-mail notifica.sif@agricultura.gov.br, que consiste em protocolo previsto na orientação técnica da Divisão de Brucelose e Tuberculose do Departamento de Saúde Animal do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), relativa aos procedimentos de comunicação de focos de brucelose, tuberculose e leucose, provenientes de animais diagnosticados no abate em frigoríficos com serviço de inspeção federal habilitados à exportação para a União Aduaneira.

2.3. Análise estatística

Foi realizada estatística descritiva da distribuição das ocorrências por meio dos casos notificados e/ou detectados pelo Serviço Veterinário Oficial e por médicos veterinários habilitados no PNCEBT.

2.4. Análise espacial

A análise espacial foi realizada através do geoprocessamento de focos dos municípios com notificação de Brucelose e Tuberculose em bovinos e bubalinos no período de 2008 a 2017. Na análise espacial foi utilizado o *software* de Sistema de Informações Geográficas - SIG ArcGIS® versão 10.3, com base cartográfica vetorial digital contínua, composta de arquivo do tipo *shapefile*, contendo os limites municipais do estado de Goiás, georreferenciados no Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS 2000), para fins de confecção dos mapas de distribuição de focos e mapas de *cluster*. Os mapas temáticos foram confeccionados no Laboratório de Epidemiologia e Geoprocessamento da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM).

A fim de se procurar um padrão espacial de aglomeração dos municípios com notificação de focos de Brucelose e Tuberculose em bovinos e bubalinos, utilizou-se a ferramenta denominada LISA (*Local Indicators of Spatial Association*). Os índices da LISA detectam padrões regionais de autocorrelação espacial. Esses indicadores de associação local produzem um valor específico para cada conjunto de áreas geográficas, permitindo assim a identificação de agrupamentos espaciais¹³. Além disso, propiciam a identificação de padrões de associação espacial significativo. Para tanto, a condição de realização desta formulação é que a soma dos indicadores de I de Moran Local (LISA) para todas as observações seja proporcional ao índice global de associação espacial em função da média dos vizinhos. Realizando-se esse procedimento é viabilizada a construção de um mapa coroplético chamado de Moran Map, que permite identificar as aglomerações no território analisado.

3. RESULTADOS

No período de janeiro de 2008 a dezembro de 2017 foram testados para brucelose 858.687 animais em 12.789 propriedades rurais, e 738.228 animais testados para tuberculose em 12.852 propriedades rurais no estado de Goiás.

Os testes realizados foram comunicados mensalmente ao SVO por médicos veterinários habilitados no Programa Nacional de Controle e Erradicação da Brucelose e

Tuberculose do MAPA, sendo que nos anos de 2008 e 2009 não foi identificado registro de informações no banco de dados.

Do total de propriedades testadas para brucelose, 3,51% (449) obtiveram no mínimo um caso positivo para a enfermidade e, do total de 47.883 animais submetidos aos testes nessas propriedades foi obtida uma ocorrência de 2,6%, resultando em 1.237 bovinos positivos para brucelose. A distribuição espacial dos casos positivos demonstra os municípios com maior e menor ocorrência durante o período estudado (Figura 1).

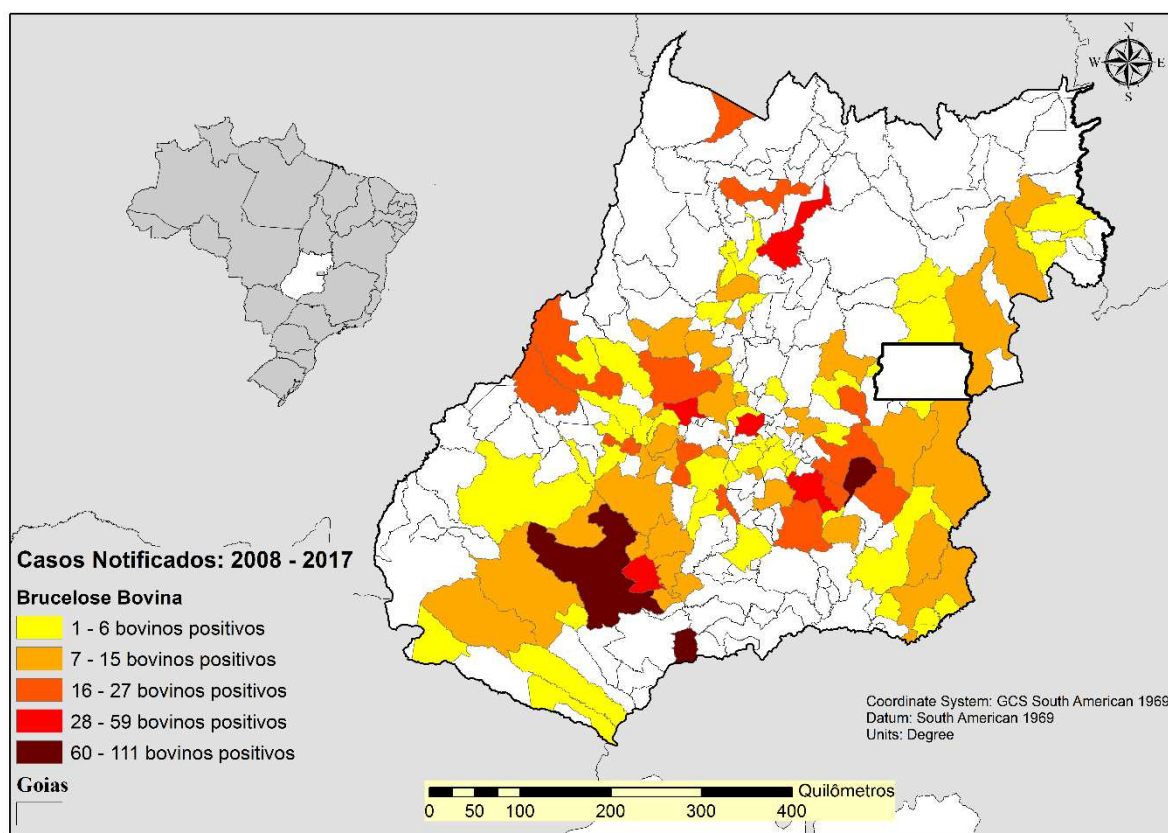


FIGURA 2 - Distribuição da ocorrência de focos notificados de brucelose em ruminantes no estado de Goiás, atendidos pelo Serviço Veterinário Oficial no período de 1º de janeiro de 2008 a 31 de dezembro de 2017.

Fonte: Leal AA, 2018.

Verificou-se que grande parcela dos municípios de Goiás são áreas com ausência de notificação de animais positivos, correspondendo a 60,16% do total existente (246). Desta forma, houve notificação de casos positivos para brucelose em 39,84% (98) das localidades em um período de 10 anos. Notadamente, a região com maior ocorrência de notificações de foco de brucelose foi a Sudoeste, seguida da Região Sul e Centro-Sul do Estado (Figura 2).

No caso da tuberculose, 400 (3,11%) propriedades foram positivas, com 781 (11,30%) animais reagentes de um quantitativo de 6.910 animais testados, demonstrando alta ocorrência da doença nos rebanhos expostos. A distribuição espacial dos casos positivos para tuberculose apresentou a ocorrência de maior quantitativo de diagnósticos positivos para a enfermidade na Região Centro-Sul e Sudoeste do estado de Goiás (Figura 3).

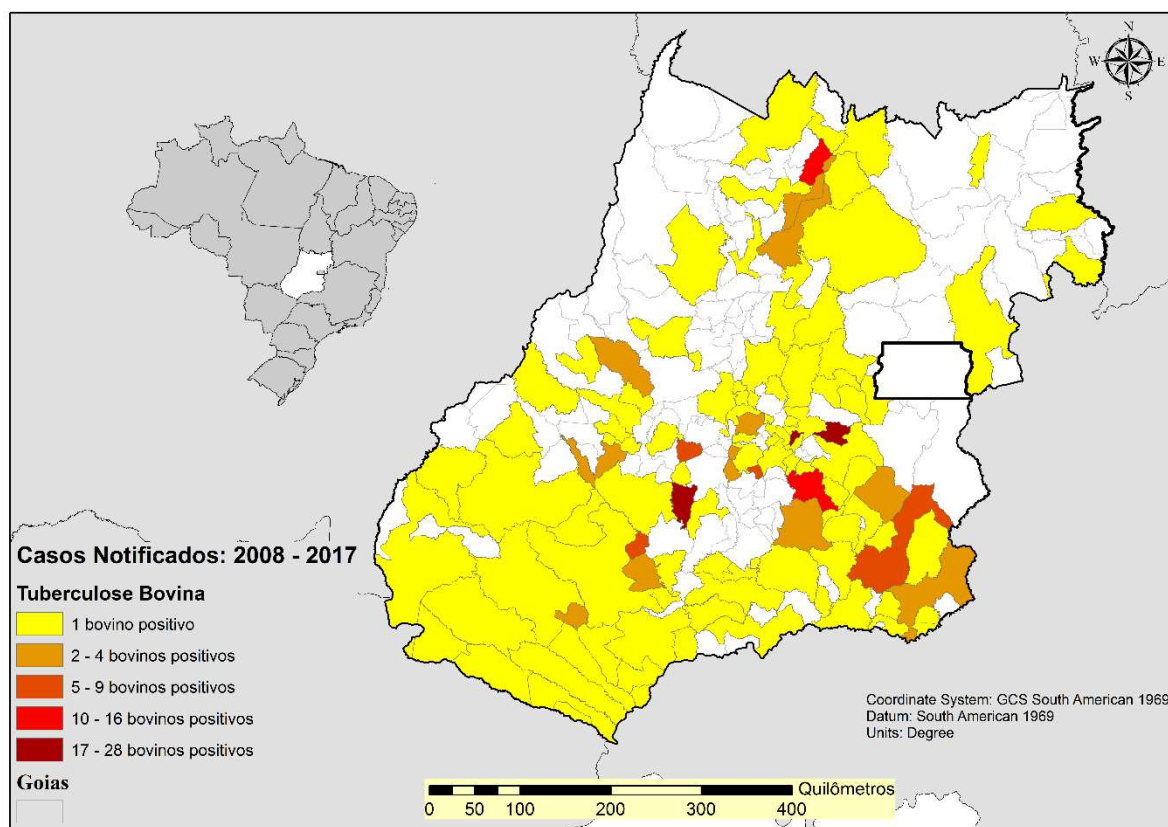


FIGURA 3 - Distribuição da ocorrência de focos notificados de tuberculose bovina no estado de Goiás, atendidos pelo Serviço Veterinário Oficial no período de 1º de janeiro de 2008 a 31 de dezembro de 2017.

Fonte: Leal AA, 2018.

Foi realizada análise para identificação dos aglomerados das doenças no Estado, com a obtenção de *cluster* de municípios com os dados dos totais de animais positivos por município. Foram identificados *clusters* Alto-Alto para tuberculose nos municípios de Bela Vista de Goiás, Goianira e Abadia de Goiás e *outliers*, ou seja, zonas de transição de Alto-Baixo no município de Jandaia (Figura 4).

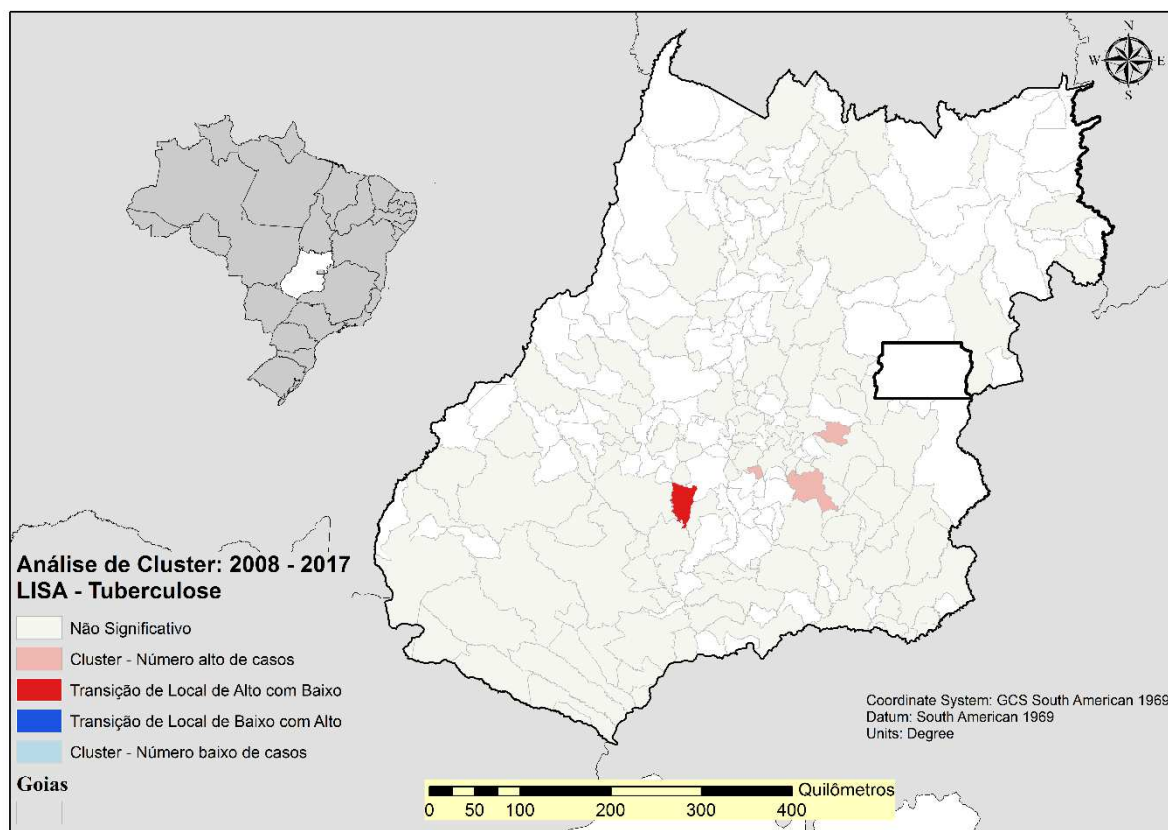


FIGURA 4 – Análise de *cluster* demonstrando as áreas de maior relevância e com o maior número de focos notificados de tuberculose bovina no estado de Goiás, compreendendo o período de 1º de janeiro de 2008 a 31 de dezembro de 2017.
 Fonte: Leal AA, 2018.

Na análise dos aglomerados para brucelose (Figura 5) foram identificadas *cluster* Alto-Alto nos municípios de Rio Verde, Montividiu, Santa Helena de Goiás, Orizona, Silvânia, Vianópolis, Bela Vista e São Miguel do Passa Quatro. Os municípios com *cluster* alto-alto são definidos como aqueles locais que possuem alto quantitativo de animais positivos, estando aglomerados no espaço. Ainda, identificou-se *outliers* Alto-Baixo nos municípios de Inhumas e de Gouvelândia.

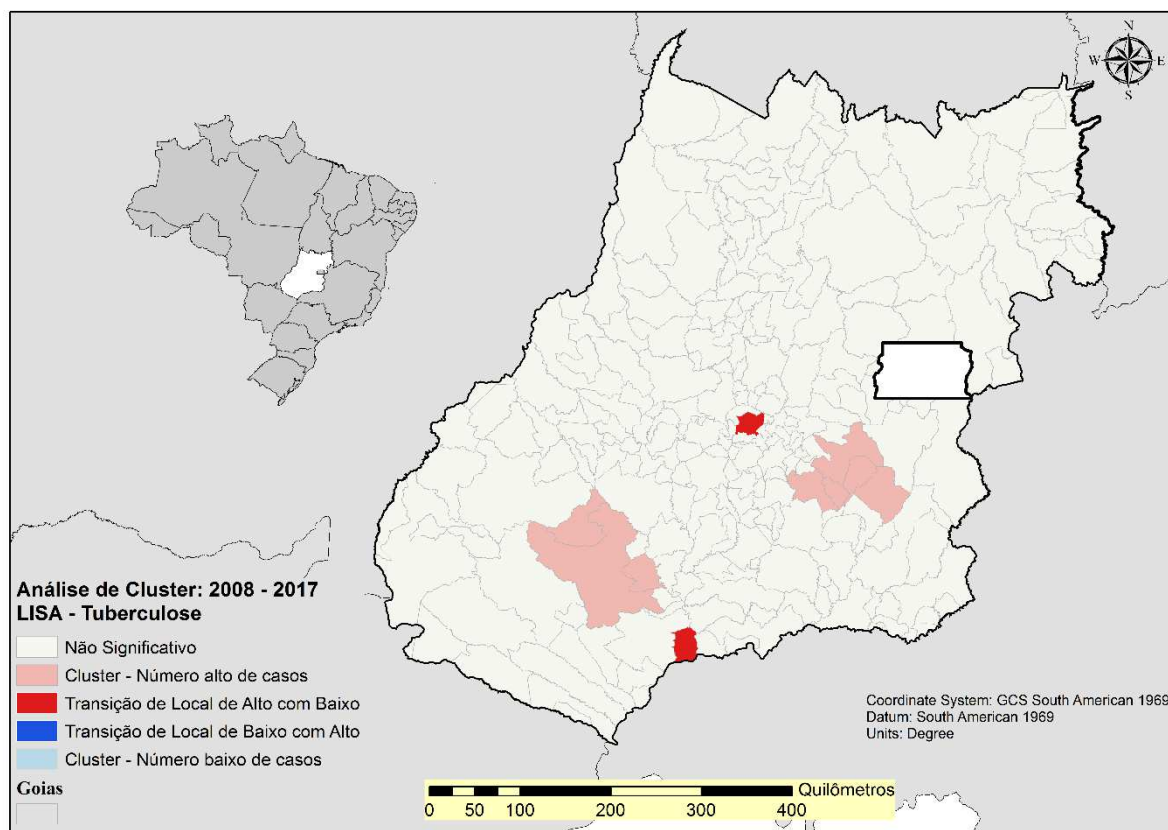


FIGURA 5 - Análise de *cluster* demonstrando as áreas de maior relevância e com o maior número de focos notificados de brucelose bovina no estado de Goiás, compreendendo o período de 1º de janeiro de 2008 a 31 de dezembro de 2017.
Fonte: Leal AA, 2018.

4. DISCUSSÃO

Com base na distribuição espacial dos casos notificados ao Serviço Veterinário Oficial foi possível a visualização das áreas com ocorrência de notificação de casos positivos e de áreas sem a notificação das enfermidades. A distribuição no Estado se mostrou bastante heterogênea, sendo o maior volume dos casos notificados na região centro-sul e menor quantitativo ou mesmo ausência de notificações na região Norte e Nordeste.

Foram também observadas áreas que, embora possuam quantitativo elevado de cabeças de bovinos, como a região do Vale do Araguaia, mais especificamente os municípios de Nova Crixás e São Miguel do Araguaia¹², com explorações basicamente de aptidão corte, não houve registro de caso positivo para brucelose e/ou tuberculose no período analisado.

Assim, com base nos resultados obtidos, sugere-se um maior número de exames realizados nas propriedades rurais de aptidão mista e aptidão leite, conforme estratos definidos por Rocha et al². Ressalta-se que, provavelmente, nestes estratos exista maior número de

explorações assistidas por médicos veterinários habilitados, responsáveis pela realização da coleta e dos exames nos ruminantes existentes.

De acordo com Yoon et al.¹⁴, o maior volume de casos positivos pode também ser afetado pela extensão e proporção de bovinos abrangidos pelo programa nacional de controle e erradicação da brucelose e tuberculose bovina e bubalina. Desta forma, aumentando-se a proporção de bovinos submetidos aos testes pode ocorrer um maior número de positivos até que se chegue a um nível do programa em que a incidência das enfermidades seja reduzida¹⁴.

Nos resultados obtidos na análise espacial por meio da técnica de LISA foram identificados os aglomerados de maior ocorrência da brucelose e tuberculose no Estado. Para a brucelose, os aglomerados mais significativos foram em municípios com exploração de atividade leiteira (Orizona, Silvânia, Vianópolis, Bela Vista e São Miguel do Passa Quatro), bem como no caso da tuberculose (Bela Vista de Goiás, Goianira e Abadia de Goiás).

Segundo Lim et al.¹⁵, os aglomerados sugerem um maior risco de ocorrência das doenças nesses municípios, com autocorrelação positiva no caso de *clusters* e autocorrelação negativa nos *outliers* apresentando um alto risco de doença nos casos associado com alto risco de doença nos vizinhos e alto risco de doença nos casos associado com baixo risco de doença nos vizinhos, respectivamente.

Conforme Hino et. al¹⁶, o conhecimento da difusão espacial e temporal de uma enfermidade proporciona elementos para orientação de ações específicas e tomada de decisão. Em alguns países, como no Chile, o zoneamento geográfico como política de controle e/ou erradicação da brucelose foi implementado com sucesso, onde o programa de erradicação da brucelose foi iniciado em regiões com baixa densidade de rebanho e baixa prevalência, sendo estendido gradualmente para regiões com maior prevalência¹⁷.

No caso da brucelose, em regiões do Estado onde a prevalência e a incidência são altas² e, com isso, o saneamento não é compulsório nas propriedades rurais⁵, a aplicação de estratégias diferenciadas em comparativo a áreas com baixa ocorrência devem ser direcionadas. Uma das alternativas nesta situação é a intensificação de vacinações assistidas e fiscalizadas pelo SVO realizadas por médicos veterinários cadastrados no Programa Estadual de Controle e Erradicação da Brucelose e Tuberculose (PECEBT)⁵, bem como o acompanhamento da prática dos exames realizados por médicos veterinários habilitados.

A prática da vacinação está prevista em território goiano pela Lei Estadual nº13.998 de 13 de dezembro de 2001¹⁸, regulamentada pelo Decreto Estadual nº5.652 de 06 de setembro de 2002¹⁹. Como o responsável técnico pela vacinação contra brucelose normatizado pelo MAPA é o médico veterinário privado cadastrado no PECEBT, a competência e

responsabilidade da execução adequada desta prática é do profissional, instituído pela Instrução Normativa AGRODEFESA nº 03 de 17 de abril de 2018²⁰.

Para a tuberculose, o saneamento é compulsório, embora ainda não adotado pelo SVO no estado de Goiás em decorrência de inexistência de sistemas informatizados específicos, procedimento indenizatório dificultado e a ausência pontual no fornecimento de insumos pelos laboratórios produtores.

Além do monitoramento da vacinação para a brucelose, para fins de redução de áreas com ocorrência da brucelose e tuberculose identificadas na distribuição espacial, a promoção de ações de educação sanitária é fundamental para conscientização de pecuaristas nas propriedades rurais próximas a regiões com foco e naquelas onde a prevalência das enfermidades é significativa. Campanhas educativas demonstrando a importância das doenças como zoonoses e o seu impacto na saúde animal e saúde pública são essenciais.

Segundo Poester et al.²¹, programas bem estruturados obtêm bons índices de controle, com redução significativa da prevalência após vinte anos de trabalho, pois demandam ações coordenadas dos serviços oficiais e privados, resultando na eliminação da brucelose bovina e na organização, fortalecimento e amadurecimento dos serviços de saúde animal, aliados à modernização da cadeia produtiva de carne e leite.

Algumas medidas como a fiscalização junto aos laticínios pelo SVO, visando somente o fornecimento de leite proveniente de propriedades rurais que estejam regulares com a vacinação contra a brucelose, o fomento à realização de exames contra a brucelose e tuberculose periódicos, ações governamentais de gratuidade exames no saneamento de focos, bem como projetos de extensão rural voltadas à certificação de propriedades livres das doenças podem promover a redução da prevalência.

Estabelecimentos rurais de bovinos e bubalinos podem solicitar a certificação de propriedade livre para ambas as enfermidades ou especificamente para uma delas¹⁰. Apesar do estabelecimento de novas normas, pela Instrução Normativa MAPA nº 10 de 03 de março de 2017, para o saneamento de propriedades com vistas à certificação, como a redução da bateria de três exames, para duas baterias de exames com intervalo mínimo de seis meses e máximo de doze meses¹⁰ a adesão tem sido insignificante em Goiás. A falta de incentivos específicos da cadeia produtiva para a certificação de propriedades com rebanhos de finalidade corte e, mesmo em propriedades com finalidade leite, cujos incentivos à certificação são pontuais, pode ser um dos motivos para a situação.

Frente aos resultados obtidos é possível o direcionamento de ações específicas de vigilância ativa nos locais de maior ocorrência da brucelose e tuberculose visando a diminuição

da prevalência e aumento da sensibilidade do serviço de defesa sanitária animal no estado. No entanto, embora a legislação sanitária animal contemple as ações para combate a essas enfermidades, é necessária nova ferramenta para aumento do controle de focos e rápida notificação.

A não realização dos processos de saneamento para ambas as enfermidades em todo o rebanho das propriedades foco e a alta ocorrência dessas doenças nas propriedades rurais do Estado, estão relacionadas à necessidade de melhor conscientização do produtor rural frente aos prejuízos advindos da introdução de animais sem o diagnóstico negativo em suas explorações pecuárias e dos danos causados à saúde pública da manutenção de animais positivos na propriedade. Ainda, uma ferramenta eficaz para facilitação das ações fiscalizatórias pelo SVO, voltadas à informatização para as ações do PECEBT, bem como para a padronização de bancos de dados em sistemas e módulos específicos pelo SVO são primordiais.

Nessa ótica, a utilização de técnicas de análise e distribuição espacial de enfermidades para a melhoria dos procedimentos de vigilância epidemiológica, o conhecimento dessas áreas espacialmente identificadas com focos subsidia a tomada de decisão para definição de áreas prioritárias para aplicação e implementação de ações de prevenção, controle e erradicação destas enfermidades pelo Serviço Veterinário Oficial em Goiás.

5. CONCLUSÃO

A análise espacial das notificações de brucelose e de tuberculose no estado de Goiás demonstrou que a distribuição das ocorrências foi heterogênea. Para a brucelose, maior volume de notificações ocorreu nas regiões Sudeste, Centro-Sul e Sudoeste do Estado, o que foi semelhante ao observado para a tuberculose, cujas regiões Centro-Sul e Sudoeste apresentaram maior quantidade de notificações. A ocorrência de focos e de animais positivos foi de 3,51% e 2,60%, para a brucelose e de 3,11% e 11,30% para a tuberculose, respectivamente. A detecção de clusters Alto-Alto nos municípios de Rio Verde, Montividiu, Santa Helena de Goiás, Orizona, Silvânia, Vianópolis, Bela Vista e São Miguel do Passa Quatro e de *outliers* Alto-Baixo nos municípios de Inhumas e de Gouvelândia, para a brucelose, somados aos clusters Alto-Alto nos municípios de Bela Vista de Goiás, Goianira e Abadia de Goiás e *outliers* Alto-Baixo no município de Jandaia, para a tuberculose, demonstra que essas são áreas prioritárias para as ações de defesa sanitária animal relacionadas à prevenção, ao controle e à erradicação dessas enfermidades no estado de Goiás.

REFERÊNCIAS

1. Clementino IJ; Azevedo SS. Brucelose bovina: situação epidemiológica do Brasil e iniciativas no combate à doença. *Semina: Ciências Agrárias, Londrina*, v. 37, n. 4, p. 2021-2034, jul./ago. 2016. DOI: 10.5433/1679-0359.2016v37n4p2021.
2. Rocha WV et al. Situação epidemiológica da brucelose bovina no estado de Goiás. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, Belo Horizonte, v. 61, p. 27-34, 2009. Suplemento 1.
3. Lucas A. Simulação do impacto econômico da brucelose bovina em rebanhos produtores de leite das regiões Centro Oeste, Sudeste e Sul do Brasil. 2006. Tese (Doutorado em Epidemiologia Experimental e Aplicada às Zoonoses) – Universidade de São Paulo, São Paulo.
4. Santos RL et al. Economic losses due to bovine brucellosis in Brazil. *Pesq. Vet. Bras.* 33(6):759-764, junho 2013.
5. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa SDA nº 10 de 03 de março de 2017. Regulamento Técnico do Programa Nacional de Controle e Erradicação da Brucelose e da Tuberculose Animal – PNCEBT. *Diário Oficial da União* nº 116. 20 de junho de 2017, Seção 1, págs. 4-8.
6. Epidemiology of bovine tuberculosis in Mexico, bordering the United States, at establishment of controlling strategies. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.62, n.5, p.1029-1035, 2010.
7. Rocha WR et al. Prevalência e Fatores de Risco da Tuberculose Bovina no Estado de Goiás, Brasil *Semina: Ciências Agrárias, Londrina*, v. 37, n. 5, suplemento 2, p. 3625-3638, 2016.
8. Oliveira VM et al. Análise retrospectiva dos fatores associados à distribuição da tuberculose bovina no estado do Rio de Janeiro. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.60, n.3, p.574-579, 2008.
9. Brasil. Divisão de Brucelose e Tuberculose, Departamento de Saúde Animal do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. Orientação Técnica DBT nº 02 – versão 1.0. Procedimentos em focos de brucelose, tuberculose e leucose diagnosticados em animais enviados ao abate em frigoríficos habilitados à exportação para a união aduaneira.
10. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa SDA nº 10 de 03 de março de 2017. Regulamento Técnico do Programa Nacional de Controle e Erradicação da Brucelose e da Tuberculose Animal – PNCEBT. *Diário Oficial da União* nº 116. 20 de junho de 2017, Seção 1, págs. 4-8.

11. Goiás. Instituto Mauro Borges – IMB. Goiás - Visão Geral. IMB, 2018. [acesso 25 mai 2019]. Disponível em: http://www.imb.go.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=79&Itemid=145.
12. Goiás. Agência Goiana de Defesa Agropecuária. Sistema de Agropecuária de Goiás: Defesa Sanitária Animal. Goiânia: AGRODEFESA, 2017. [acesso 13 out 2017]. Disponível em: <http://sidago.agrodefesa.go.gov.br>.
13. Anselin L. Local Indicators of Spatial Association-LISA. 1995. Ohio State University. Geographical Analysis, vol. 27, n 2, april.
14. Yoon H. et al. Impact of bovine brucellosis eradication programs in the Republic of Korea. Prev Vet Med 95, 288–291, <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2010.04.004> (2010).
15. Lim JS; Min KD; Ryu S; Hwang SS; Cho SI. Spatial analysis to assess the relationship between human and bovine brucellosis in South Korea, 2005-2010. Sci Rep. 2019 Apr 30;9(1):6657. doi: 10.1038/s41598-019-43043-7.
16. Hino P, Villaz TCS, Sassaki CM, Nogueira JA, Santos CB. Geoprocementario aplicado en el área de salud. Rev Latino-am. Enfermagem. [internet]. novembro-dezembro 2006 [acesso: 22 nov 2018]; 14(6):939-43. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/rlae/v14n6/es_v14n6a16.pdf.
17. Rivera SA, Ramrez MC, Lopetegui IP. Eradication of bovine brucellosis in the 10th Region de Los Lagos, Chile. 2002. Vet. Microbiol. 90, 45–53.
18. Goiás. Lei estadual nº13.998 de 13 de dezembro de 2001. Dispõe sobre a Defesa Sanitária Animal do Estado de Goiás. Diário Oficial do Estado de Goiás. 19 de dezembro de 2001.
19. Goiás. Decreto estadual nº 5.652 de 06 de setembro de 2002. Aprova o Regulamento da Lei nº 13.998, de 13 de dezembro de 2001, que dispõe sobre a Defesa Sanitária Animal do Estado de Goiás. Diário Oficial do Estado de Goiás. 12 de setembro de 2002.
20. Goiás. Agência Goiana de Defesa Agropecuária. Programa Estadual de Controle e Erradicação da Brucelose e Tuberculose – PECEBT. Instrução Normativa AGRODEFESA nº 03 de 17 de abril de 2018. Goiânia: AGRODEFESA, 2018. [acesso 22 nov 2018]. Disponível em: <http://www.sgc.goias.gov.br/upload/arquivos/2018-05/368685.pdf>
21. Poester, VCF et al. Estudos de prevalência da brucelose bovina no âmbito do Programa Nacional de Controle e Erradicação de Brucelose e Tuberculose: Introdução Arq. Bras. Med. Vet. Zootec., v.61, supl. 1, p.1-5, 2009.

CAPÍTULO 5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação da análise espacial (LISA) resultando na apresentação dos principais aglomerados de ocorrência de síndromes nervosas e vesiculares, de brucelose e de tuberculose em Goiás, bem como a distribuição espacial das notificações e casos positivos, respectivamente, mostrou-se uma ferramenta de grande relevância e eficácia com alto potencial para utilização nas ações de defesa sanitária animal.

A técnica é de alta relevância para a defesa sanitária animal, demonstrando as áreas com maior interdependência, de modo a se buscar a priorização de regiões para intensificação da vigilância, principalmente em períodos de escassez de recursos humanos e financeiros. Essa ferramenta pode direcionar a gestão do Serviço Veterinário Oficial, contribuindo com maiores subsídios para o desenvolvimento de programas de saúde animal.

Medidas mais apropriadas e regionalizadas para prevenção de enfermidades exóticas, e a prevenção, controle e erradicação de doenças endêmicas, podem ser aplicáveis quando deste diagnóstico situacional. Com base no estudo apresentado é possível a confecção de um plano direcionado e estratégico para redução da prevalência de determinadas enfermidades e uma rápida resposta no atendimento às notificações pelo Serviço Veterinário Oficial.

Embora haja o diagnóstico de municípios com maior número de casos e notificação de doenças, bem como seus maiores aglomerados espaciais, ainda persistem regiões com ausência de notificação (Figura 1), sendo apresentados 44 municípios sem informações notificadas de síndromes e/ou doenças em ruminantes no período de 10 anos.

Desse modo, nestes locais faz-se necessário o direcionamento de estratégias específicas para melhoria da vigilância passiva e execução da vigilância ativa das síndromes vesiculares e nervosas, da brucelose e da tuberculose em ruminantes, com vistas ao aumento da sensibilidade do serviço de defesa sanitária animal, visando à detecção precoce de casos suspeitos e com isso, a redução do tempo de ação e reação para atendimento aos casos notificados.

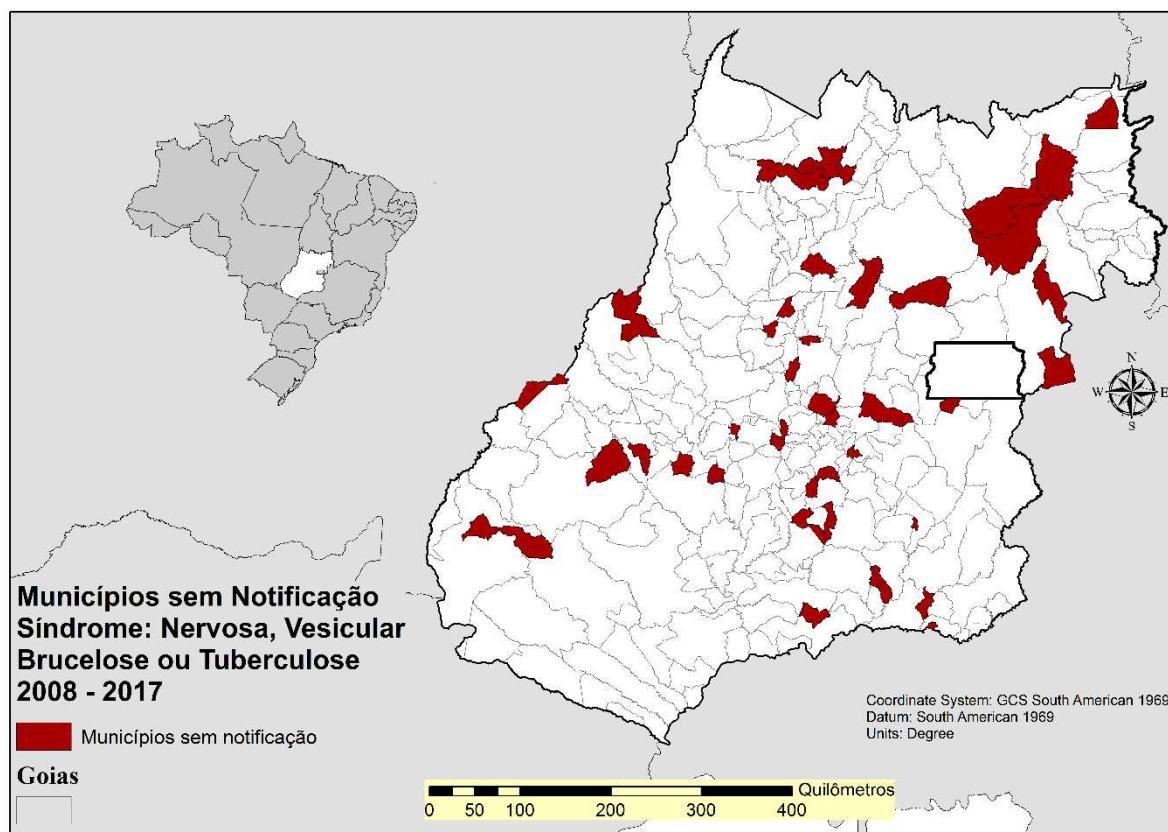


FIGURA 1 – Distribuição espacial dos municípios do estado de Goiás sem registro de notificação para síndromes vesiculares, nervosas, brucelose e tuberculose em ruminantes no período de 1º de janeiro de 2008 a 31 de dezembro de 2017.
Fonte: Leal AA, 2018.

Nesse sentido, a informatização e a padronização de bancos de dados por meio de sistemas e módulos específicos do SVO podem auxiliar sobremaneira o uso de técnicas de análise espacial, bem como a melhoria dos procedimentos de vigilância epidemiológica, reduzindo a demanda por recursos humanos e financeiros, porém, necessitando de pessoal qualificado e constantemente atualizado para execução dessa ação.

A aplicação de métodos de epidemiologia e estatística descritivas, aliados à análise espacial de doenças, são ferramentas relevantes para diminuição do impacto e disseminação das enfermidades de notificação obrigatória, as quais devem ser implementadas na defesa sanitária animal em qualquer instância.

A evolução de novas estratégias e metodologias aplicáveis ao desenvolvimento dos programas governamentais de saúde animal e a redução da prevalência, incidência, ocorrência e risco de enfermidades são diretamente dependentes dessas ferramentas. Estudos mais aprofundados para a identificação de fatores de risco associados à distribuição espacial de síndromes vesiculares, nervosas, da brucelose e tuberculose em ruminantes necessitam ser

realizados, visto que a ausência de informações adicionais e complementares no presente estudo dificultou a utilização das variáveis epidemiológicas para análise mais adequadas e direcionadas a cada doença. Assim, sistemas de informação nosográficas mais robustos carecem de ser instituídos para este fim.

A devida capacitação dos serviços de defesa sanitária animal para o uso de *softwares* de análise espacial é um requisito fundamental para a maior transparência das ações executadas pelo Serviço Veterinário Oficial e, para o fomento de políticas públicas e ações de defesa sanitária animal no estado de Goiás.