



TATIANY FERNANDES E SILVA

**AVALIAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DAS
CONDENAÇÕES POR TUBERCULOSE BOVINA EM
FRIGORÍFICOS COM INSPEÇÃO FEDERAL DO
OESTE E SUL DE MINAS/MG, ENTRE 2008-2012**

LAVRAS-MG

2014

TATIANY FERNANDES E SILVA

**AVALIAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DAS
CONDENAÇÕES POR TUBERCULOSE BOVINA EM
FRIGORÍFICOS COM INSPEÇÃO FEDERAL DO
OESTE E SUL DE MINAS/MG, ENTRE 2008-2012**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, área de concentração em Ciências Veterinárias, para obtenção do título de Mestre.

Orientadora:

Profa. Christiane Maria Barcellos Magalhães da Rocha – DMV

LAVRAS -MG

2014

**Ficha Catalográfica Elaborada pela Coordenadoria de Produtos e
Serviços da Biblioteca Universitária da UFLA**

Silva, Tatiany Fernandes e.

Avaliação espaço-temporal das condenações por tuberculose bovina em frigoríficos com inspeção federal no oeste e sul de Minas Gerais, 2008-2012 / Tatiany Fernandes e Silva. – Lavras : UFLA, 2014.

64 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2014.

Orientador: Christiane Maria Barcellos Magalhães da Rocha.
Bibliografia.

1. SIG. 2. Tuberculose bovina. 3. Análise espacial. 4. Análise temporal. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 636.0896995

TATIANY FERNANDES E SILVA

**AVALIAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DAS
CONDENAÇÕES POR TUBERCULOSE BOVINA EM
FRIGORÍFICOS COM INSPEÇÃO FEDERAL DO
OESTE E SUL DE MINAS/MG, ENTRE 2008-2012**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, área de concentração em Ciências Veterinárias, para obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 30 de julho de 2014

Dr. Geraldo Márcio da Costa – UFLA

Dra. Stela Márcia Pereira - UFLA

Dr. Thales Augusto Barçante – UFLA

Dra Christiane Maria Barcellos Magalhães da Rocha – Orientadora

LAVRAS - MG
2014

DEDICATÓRIA

À Maria, mãe de Jesus Cristo e minha mãe.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Universidade Federal de Lavras por todo apoio desde a graduação. Aos brasileiros, por sempre financiarem meus estudos.

Agradeço aos professores do Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias pela confiança e por todos os recursos investidos para confecção deste trabalho. Ao Berin, que se esforçou para manter minha vida acadêmica organizada, respeitando os prazos.

Agradeço à querida orientadora Profa. Christiane M. B. M. da Rocha pelos ensinamentos, paciência, compreensão, colaboração e, principalmente, pelo acolhimento quando mais precisei.

Aos professores do Departamento de Medicina Veterinária Prof. Geraldo Márcio da Costa e Profa. Stela Maria Pereira agradeço pela rica colaboração para idealização do trabalho, ensinamentos e amizade.

Ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, que, gentilmente, permitiu a utilização dos dados estatísticos. À equipe UTRA/Lavras e aos estabelecimentos frigoríficos, pelo treinamento, ensinamentos e confiança.

Aos meus queridos amigos Prof. João Bosco Barreto Filho e Pablo Henrique Andrade Carvalho, agradeço pela ativa participação em minha formação humana, profissional e acadêmica, pela amizade, confiança e colaboração.

Aos amigos do Laboratório de Epidemiologia do DMV (LEPI), obrigada por toda ajuda na análise dos dados, paciência e companheirismo. Ao Fábio e à Edna, pela ajuda nas análises estatísticas e das séries temporais. Ao Prof. Marcelo Alves (DEG/UFLA) e Edson Pozza (DFP/UFLA), pela ajuda na confecção dos mapas e análise espacial. Ao Prof. Fernando Ferreira e às

mestrandas Camila e Ana Perola, da Universidade de São Paulo, pela colaboração e ensinamentos compartilhados. A realização deste trabalho apenas foi possível em virtude da riquíssima colaboração de todos.

Aos meus pais Céia e Valmir e aos meus familiares, que, mesmo distantes, estiveram sempre presentes. Agradeço por terem sido meu apoio em todos os momentos e a eles agradeço pelas orações.

Ao meu amado esposo, Rogério, por sacrificar-se desde o início por este objetivo. Obrigado por não permitir que eu desistisse. Apesar das dificuldades, você confia em mim mais do que eu mesma. À minha filha Mariana, que, ainda, está no ventre. Vocês são o motivo pelo qual eu continuarei.

E sempre, e a todo tempo, agradeço a Deus. Agradeço por ter atendido meu pedido quando quis ser mais forte e corajosa, colocando todas estas pessoas e instituições em minha vida que, à sua maneira, deram sua contribuição.

Sem vocês, eu não teria chegado até aqui.

MUITO OBRIGADA!!!

“Por vezes sentimos que aquilo que fazemos não é senão uma gota de água no mar. Mas o mar seria menor se lhe faltasse uma gota”.

Madre Teresa de Calcutá

RESUMO

A tuberculose bovina (TB) é uma doença infecciosa de caráter crônico e progressivo, provocada pelo *Mycobacterium bovis*, considerada uma importante zoonose em todo o mundo. A aplicação da análise espaço-temporal na epidemiologia tem a finalidade de compreender as causas e consequências da heterogeneidade espacial e temporal em estudos com doenças infecciosas. Objetivou-se neste trabalho realizar a análise espaço-temporal de banco de dados secundários de casos positivos de TB registrados pelo Serviço de Inspeção Federal (SIF) em dois estabelecimentos frigoríficos (1 e 2) de Campo Belo, Oeste de MG, de 2008 a 2012. Neste estudo, foram considerados casos positivos, os bovinos condenados com lesões macroscópicas para TB ao abate, durante a inspeção *post mortem*. Os dados utilizados foram os casos positivos registrados no SIGSIF/MAPA, assim como o número de animais abatidos e seus respectivos municípios de origem, por estabelecimento, mensalmente. Foi calculada a prevalência de casos por bovinos abatidos e avaliadas a relação entre esses e casos de tuberculose humana, PIB *per capita*, IDH e mesorregiões que compreendem os municípios levantados, utilizando o *software* estatístico SPSS 20.0. As análises de séries temporais foram feitas por estabelecimentos, no programa Gretl. Para as análises espaciais, utilizou-se o ArcGis 10.0. A prevalência de lesões de TB nos frigoríficos com SIF foi de 1035 casos de TB (0,28%). Em 2010, houve o menor número de casos observados e incidência, e em 2011 estes índices foram os maiores. O estabelecimento 1 demonstrou estacionariedade, porém o estabelecimento 2 apresentou tendência anual crescente, considerando a partir do mês de outubro de 2009. As incidências dos estabelecimentos 1 e 2 não foram correlacionadas ($p > 0,05$). Os municípios de origem demonstraram aleatoriedade na distribuição espacial. Conclui-se que a utilização do SIGSIF/MAPA para a análise de distribuição espaço-temporal pode ser feita a fim de contribuir com o monitoramento dos serviços de saúde

animal com informações sobre a prevalência de condenações por TB na mesorregião Oeste de Minas ao Sul de Minas Gerais. Essa análise deverá ser ampliada para melhor validação das análises.

Palavras-chave: SIF, Tuberculose bovina; análise espacial; análise temporal; sul de Minas Gerais, MAPA.

ABSTRACT

Bovine tuberculosis (BT) is an infectious disease of chronic and progressive character, caused by *Mycobacterium bovis*, and considered an important zoonosis in the entire world. The application of the spatial-temporal analysis on the epidemiology aims at understanding the causes and consequences of the spatial and temporal heterogeneity in studies on infectious diseases. The objective in this work was to perform a spatial-temporal analysis of secondary databases of positive cases of BT registered by the Federal Inspection Service (SIF) in two slaughterhouse establishments (1 and 2) in Campo Belo, west of Minas Gerais, Brazil, from 2008 to 2012. In this study, positive cases were considered, in which the bovines were condemned to slaughter with BT macroscopic lesions, during the *post mortem* inspection. The data used were the positive cases registered at the SIGSIF/MAPA, as well as the number of animals slaughtered monthly, and their respective originating municipalities, per establishment. The prevalence of cases per slaughtered bovine was calculated and the relation between these and the cases of human tuberculosis, GDP per capita, and mesoregions comprising the surveyed municipalities, using the SPSS 20.0 statistical *software*. The temporal series analyses were performed, per establishment, in the Gretl program. For the spatial analysis, the ArcGis 10.0 was used. The prevalence of BT lesions in the slaughterhouses with SIF was of cases of BT (0.28%). In 2010, occurred the lowest number of cases observed and incidence, and in 2011, these indexes were higher. The establishment 1 showed stationarity, however, the establishment 2 presented increasing annual tendency, considering the beginning at October of 2009. The incidences of the establishments 1 and 2 were not correlated ($p > 0.05$). The originating municipalities showed randomness in the spatial distribution. We conclude that the use of SIGSIF/MAPA for analyzing spatial-temporal distribution may be done in order to contribute with the monitoring of animal health services with

information on the prevalence of the condemnations by BT in the Oeste de Minas mesoregion in Southern Minas Gerais. This analysis must be amplified to better validate the analyses.

Keywords: SIF; Bovine tuberculosis; spatial analysis; temporal analysis; south of Minas Gerais; MAPA.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1:	Lesões granulomatosas em linfonodo pré-peitoral de carcaça bovina	24
Figura 2:	Representação gráfica esquemática referente à distribuição do padrão de pontos.	31
Figura 3:	As 12 mesorregiões de Minas Gerais estabelecidas pelo IBGE	39
Figura 4:	Figura 4: Distribuição do número de casos positivos de tuberculose bovina abrangidos pelos estabelecimentos em 2008.	48
Figura 5:	Distribuição do número de casos positivos de tuberculose bovina abrangidos pelos estabelecimentos em 2009.	49
Figura 6:	Distribuição do número de casos positivos de tuberculose bovina abrangida pelos estabelecimentos em 2010.	50
Figura 7:	Distribuição do número de casos positivos de tuberculose bovina abrangida pelos estabelecimentos em 2011.	51
Figura 8:	Distribuição do número de casos positivos de tuberculose bovina abrangida pelos estabelecimentos em 2012.	52
Tabela 1:	Distribuição de bovinos com lesão de tuberculose em dois estabelecimentos frigoríficos com SIF, Campo Belo/MG por mesorregião, 2008-2012	40
Tabela 2:	Distribuição anual do número de animais abatidos por estabelecimento com SIF, Campo Belo/MG, 2008-2012.	41
Tabela 3:	Distribuição anual de bovinos com lesão de tuberculose	42

	em estabelecimentos com SIF, Campo Belo/MG, 2008-2012.	
Tabela 4:	Distribuição mensal dos casos e incidência de tuberculose bovina, em dois estabelecimentos frigoríficos, no Sul de Minas Gerais, entre 2008-2012.	42
Tabela 5:	Distribuição do número de casos por mesorregiões e respectivo fator socioeconômico.	47
Gráfico 1:	Distribuição anual do número de animais abatidos em dois estabelecimentos frigoríficos com SIF, Campo Belo/MG, 2008-2012.	42
Gráfico 2:	Distribuição anual da incidência de bovinos com lesão de tuberculose em dois estabelecimentos frigoríficos com SIF, Campo Belo/MG, 2008-2012.	43
Gráfico 3:	Distribuição mensal dos casos de bovinos com lesão de tuberculose em dois estabelecimentos frigoríficos com SIF, Campo Belo/MG, 2008-2012.	45
Gráfico 4:	Distribuição mensal da prevalência de bovinos com lesão de tuberculose em dois estabelecimentos frigoríficos com SIF, Campo Belo/MG, 2008-2012.	46

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SIMBOLOS

MAPA: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

PNCEBT: Programa Nacional de Controle e Erradicação de Brucelose e Tuberculose

TB: Tuberculose bovina

CNA: Confederação Nacional de Agricultura

CEPEA: Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (ESALQ/USP)

MTBC: Complexo *Mycobacterium tuberculosis*

OIE: Organização Internacional de Saúde Animal

SIG: Sistema de Informação Geográfica

SIF: Serviço de Inspeção Federal

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	17
2.	REFERENCIAL TEÓRICO.....	18
2.1	Importância do estudo.....	18
2.2	Etiologia da Tuberculose Bovina.....	20
2.2.1	Situação epidemiológica e importância econômica.....	21
2.2.2	Transmissão e vias de infecção.....	22
2.2.3	Importância da inspeção sanitária em abatedouros	23
2.2.3.1	Identificação de lesões de TB no exame <i>post mortem</i>	23
2.3	Epidemiologia espacial em saúde animal.....	26
2.3.1	Sistema de Informação Geográfica (SIG).....	28
2.3.1.1	Funções e componentes do SIG.....	29
2.3.2	Análise espacial	30
2.3.2.1	Fundamentos da análise de dados representados por pontos	30
2.3.2.2	Fundamentos da análise de dados representados por área	32
2.3.3	Análise temporal.....	33
3.	MATERIAIS E MÉTODOS.....	34
3.1	Delineamento.....	34
3.2	Localização e Fonte de dados.....	35
3.3	Análises estatísticas.....	36
3.3.1	Análises séries temporais	37
3.3.2	Análises espaciais.....	37
4.	RESULTADOS.....	38
5.	DISCUSSÃO.....	52
6.	CONCLUSÃO.....	58
7.	REFERÊNCIAS.....	59

1. INTRODUÇÃO

Segundo dados da Confederação Nacional de Agricultura e Pecuária - CNA (2013), no ano de 2013 o agronegócio brasileiro representou 23% do PIB nacional. No segmento de produção de carnes bovinas, no mesmo ano, tem-se que do total de animais abatidos (43,3 milhões de cabeças) 80,9% foram destinadas ao mercado interno enquanto 19,6% foram exportadas, tornando o Brasil o maior exportador de carne bovina do mundo. Neste cenário de comercialização, devem ser consideradas as inúmeras barreiras técnicas e sanitárias impostas pelos países importadores da carne brasileira, bem como as crescentes exigências do mercado consumidor interno. Dessa forma, o Brasil tem sido obrigado há alguns anos a demonstrar para seus parceiros comerciais sua capacidade em controlar questões sanitárias em seu rebanho, assim como sua habilidade em produzir alimentos seguros.

Como consequência, esforços conjuntos para o controle de inúmeras doenças no rebanho brasileiro têm sido exigido dos produtores de bovinos, técnicos, universidades, indústrias frigoríficas, órgão de defesa sanitária animal e Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Diante dessa demanda, observa-se a necessidade do desenvolvimento de metodologias que auxiliem no controle e monitoramento dos programas sanitários já implantados. Assim sendo, em razão da importância da TB para a pecuária nacional e para a saúde pública, objetivou-se neste trabalho proceder à análise espaço-temporal do banco de dados secundários de casos positivos de bovinos com lesão de TB, registrados pelo SIF em estabelecimentos frigoríficos, cuja área de abrangência são as mesorregiões Oeste e Sul de Minas, entre 2008 e 2012.

A aplicação de ferramentas estatísticas espaço-temporais em dados secundários de frigoríficos, no Oeste e Sul de Minas Gerais, ocorreu de maneira inédita neste trabalho. Assim, acredita-se que os resultados obtidos poderão

contribuir para as ações de controle da doença pelo serviço de defesa sanitária animal. Além disso, poderão colaborar, para o planejamento do serviço, o monitoramento e tomada de decisão nas ações de controle do PNCEBT e servir de modelo para análises com maior abrangência.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Importância do estudo

O Brasil é o maior exportador de carne bovina do mundo, com rebanho aproximado de 212 milhões de cabeças em 2012, distribuídos em sua maioria em 171 milhões de hectares de áreas de pastagens. Neste mesmo ano, foram abatidos 40,4 milhões de bovinos com 81,9% desta produção destinada ao consumo interno, enquanto o restante, equivalente a 18,1% da produção, destinaram-se à exportação (CNA, 2013). Segundo a CNA (2013), durante o ano de 2013, o agronegócio brasileiro atingiu um montante de R\$424 bilhões, representando 23% do PIB. No cenário do Estado de Minas Gerais (MG), há um rebanho bovino de, aproximadamente, 24 milhões de animais, representando 11,3% do rebanho nacional. A atividade pecuária leiteira tem significativa importância para o Estado, apresentando crescimento de 30,68% em 2013, motivado, principalmente, pela elevação dos preços e à demanda aquecida. Deve-se considerar, também, que, em 2013, em MG, para o mercado de carnes bovinas, o abate de vacas representou 31,66% do faturamento, enquanto de bois representou 21,76% (CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA - CEPEA, 2014).

A tuberculose bovina (TB) é uma doença infecciosa de caráter crônico e progressivo, provocada pelo bacilo *Mycobacterium bovis*, considerada uma importante zoonose em todo o mundo. Esta enfermidade caracteriza-se por formar lesões granulomatosas típicas com diferentes graus de necrose,

calcificação e delimitação por tecido conjuntivo (BAYRAKTAR et al., 2011; ETTER et al., 2006). Especialmente, em países em desenvolvimento, o potencial zoonótico da TB está associado ao consumo de leite não pasteurizado, carnes infectadas, assim como com o contato direto dos tratadores com os animais contaminados, pela via respiratória (BIFFA et al., 2011; ZINSSTAG, 2008).

No Brasil, as medidas de controle e erradicação são realizadas, por meio da Instrução Normativa IN nº 06 de 08 de janeiro de 2004 (BRASIL, 2004), que aprovou o regulamento técnico do Programa Nacional de Controle e Erradicação da Brucelose e Tuberculose Animal (PNCEBT). Este programa tem como objetivos principais, no que se refere à TB, reduzir a prevalência da doença, bem como criar um número significativo de propriedades certificadas como livres da TB e, como consequência, aumentar a oferta de produtos com baixo risco para a saúde pública (BRASIL, 2006). As ações de monitoramento e fiscalização adotadas neste programa são realizadas em parceria com o Serviço de Inspeção Federal (SIF) que realiza o inquérito epidemiológico, durante o exame *post mortem* dos animais abatidos em frigoríficos, visando melhorar a eficácia das ações de monitoramento e vigilância sanitária, conforme o artigo 90, capítulo XXII da legislação supracitada.

Segundo dados do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), entre 1989 e 1998, a prevalência média nacional de tuberculose bovina no país era de 1,3%. O último levantamento oficial realizado, em 1999, no Triângulo Mineiro e regiões centro-sul do Estado de Minas Gerais estimou a prevalência aparente de animais infectados de 0,8%. Neste mesmo levantamento, foi possível identificar que 5% das propriedades foram reagentes, contudo, entre as propriedades leiteiras com algum grau de mecanização agrícola e tecnificação da produção verificaram-se 15% de propriedades reagentes para TB (BRASIL, 2006).

Há alguns anos os sistemas de informações geográficas (SIG's), por institutos de pesquisa e instituições de serviço em saúde são, frequentemente, utilizados, para descrever o padrão de distribuição da tuberculose humana. Estes fornecem informações que são capazes de subsidiar os órgãos responsáveis pelos serviços de saúde para melhorar a gestão de seus recursos (GÓMEZ-BARROSO et al., 2013; MACIEL et al., 2010; NUNES, 2007; ONOZUKA; HAGIHARA, 2007; RANDREMANANA et al., 2009; TIWARI et al., 2006; WANG et al., 2012). No Brasil, há relatos recentes da utilização de geotecnologias na gestão territorial de recursos na bovinocultura, além de demonstrarem possíveis utilizações destas ferramentas para defesa sanitária em regiões de fronteira (BATISTELLA et al., 2011). Em Minas Gerais, as ferramentas de análise espaço-temporal estão bastante associadas a estudos de criminalidade (BATELLA; DINIZ, 2010). Contudo, nota-se que, nos últimos anos, estes meios começam a serem aplicados em estudos de saúde pública (CARVALHO; SOUZA-SANTOS, 2005).

As técnicas de análise espaço-temporal tiveram sua aplicação mais recente para estudos de tuberculose em humanos no Brasil, China e Taiwan, respectivamente (NG et al., 2012; RODRIGUES; RUFFINO-NETTO; CASTILHO, 2006; WANG et al., 2012). Em saúde animal há trabalhos realizados a fim de verificar a distribuição da TB em diferentes regiões do mundo, como os realizados por Mwakupuja et al. (2013) na Tanzânia utilizando como método diagnóstico o teste de tuberculinização e Kelly e More (2011) no Reino Unido e Irlanda.

2.2 Etiologia da Tuberculose bovina

Segundo Ahmad (2011), a tuberculose tem acometido a humanidade desde milhares de anos antes de Cristo, uma vez que foram encontradas

evidências da doença em múmias egípcias e referências à TB na antiga Babilônia e em escritos chineses.

O complexo *Mycobacterium tuberculosis* (MTBC) consiste em um grupo de espécies geneticamente semelhantes, estreitamente relacionadas, que incluem o *M. tuberculosis*, *M. bovis*, *M. africanum*, *M. microti*, *M. Canetti*, *M. pinnipedii* e *M. caprae*. Estas espécies correspondem aos principais agentes causadores de tuberculose em seres humanos, animais selvagens e domésticos. Entretanto, estas espécies são diferentes quanto à preferência de hospedeiros, patogenicidade, distribuição geográfica e resistência a drogas terapêuticas o que traz diversas implicações na saúde pública, defesa sanitária animal e programas de controle da enfermidade (AHMAD, 2011; BAYRAKTAR et al., 2011; FORRELAD et al., 2013). O principal agente causador da TB é o *Mycobacterium bovis*, que, patogenicamente, acomete espécies domésticas e selvagens, com maior importância para bovinos e bubalinos (AHMAD, 2011).

2.1.1 Situação epidemiológica e importância econômica

Segundo o manual técnico do PNCEBT (BRASIL, 2006), a TB apresenta distribuição mundial. Entretanto, a prevalência da doença é maior nos países em desenvolvimento, enquanto nos países desenvolvidos os programas de controle e erradicação encontram-se em fase avançada de implantação. Alguns países da União Europeia já erradicaram a TB, outros apresentam prevalência inferior a 0,2% e estão em fase adiantada dos programas de erradicação da doença, sendo considerados livres pela Organização Mundial de Saúde Animal (OIE) (PAVLIK, 2006). A América Latina e Caribe apresentam 70% do rebanho bovino em áreas cuja prevalência é superior a 1% (DE KANTOR; RITACCO, 2006).

Em levantamento epidemiológico realizado pelo MAPA, entre os anos de 1989 e 1998, verificou-se que a prevalência média nacional era de 1,3%, em animais reagentes ao teste de tuberculinização. Em Minas Gerais, foi realizado um estudo com 1.600 propriedades e 23.000 animais, em 1999, no qual se estimou uma prevalência de 0,85% para os animais reagentes ao mesmo teste diagnóstico, bem como 5% das propriedades tiveram animais reagentes (BRASIL, 2006).

Os prejuízos econômicos associados à TB são relacionados às perdas diretas pela morte de animais, queda no ganho de peso, diminuição da produção de leite, descarte precoce e eliminação de animais de alto valor zootécnico, assim como a condenação de animais no abate. Estimou-se que os animais infectados é de que tenham uma redução de 10 a 25% em sua eficiência produtiva. Associado a estas perdas há, também, a perda de prestígio e credibilidade da propriedade de origem dos animais acometidos, acarretando em restrições comerciais (BRASIL, 2006).

2.2.2 Transmissão e vias de infecção

A transmissão da TB ocorre, principalmente, pela via respiratória por meio da inalação de aerossóis, que são partículas de 1-5 μ m de diâmetro contendo o agente etiológico do MTBC, expectorados por outros mamíferos com a TB ativa. Os aerossóis, em função de seu tamanho podem permanecer suspensos no ar por vários minutos ou horas (AHMAD, 2011; MICHEL; MÜLLER; HELDEN, 2010). Segundo Cosivi et al. (1998), a doença apresenta-se na forma avançada e generalizada em países com programas de controle ineficientes ou nenhum controle, aumentando-se o risco de transmissão para seres humanos.

Skuce, Allen e McDowell (2012) apresentaram como fatores de risco para TB falhas na gestão dos rebanhos bovinos, comercialização de bovinos, instalações inadequadas, propriedades com múltiplas instalações, ocorrência da TB em rebanhos vizinhos ou áreas circundantes, bem como tamanho do rebanho.

No Brasil, a doença é mais frequente em rebanhos leiteiros. Contudo, bovinos de corte e bubalinos que são mantidos em sistema intensivo de produção ou a condições naturais de aglomeração – próximos a bebedouros, durante a seca ou partes mais altas das pastagens em momentos de enchentes – também, ficam submetidos às mesmas condições de risco. Outros fatores que podem introduzir a doença no rebanho são o aleitamento de bezerros com leite de vacas doentes, bem como aquisição de receptoras de embrião contaminadas (BRASIL, 2006).

2.2.3 Importância da inspeção sanitária em abatedouros

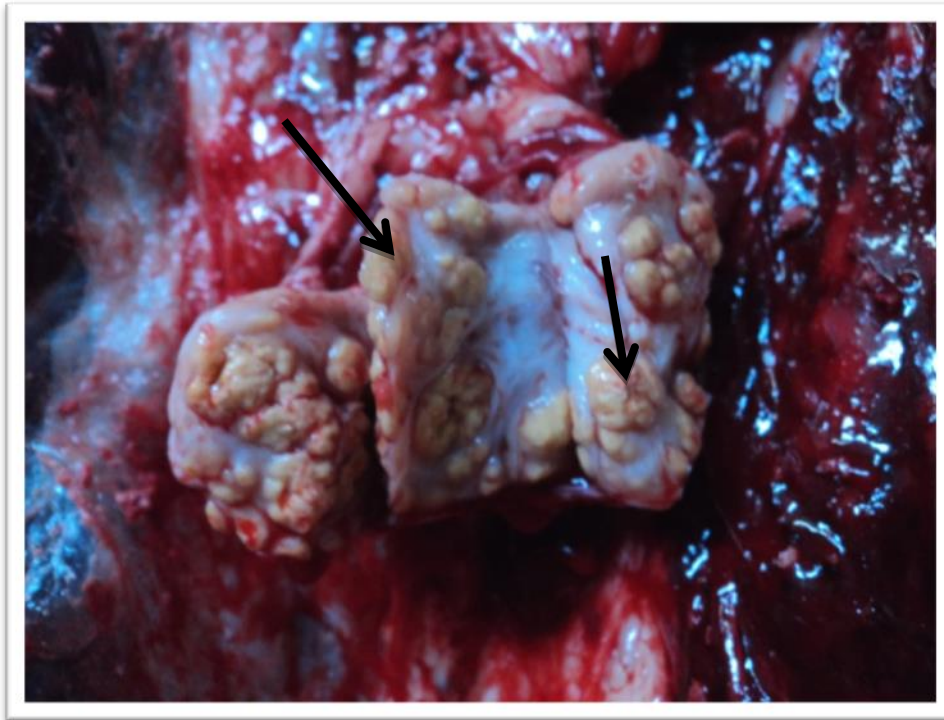
A inspeção sanitária realizada em estabelecimentos frigoríficos em abates comerciais é utilizada como método de vigilância passiva tanto em áreas livres como em áreas não livres da doença. Segundo Corner (1994), um exame cuidadoso de 6 pares de gânglios linfáticos, pulmões e linfonodos mesentéricos pode resultar em 95% dos bovinos com lesões macroscópicas identificadas. A não identificação de lesões pode ser por causa de infecção precoce, má técnica de inspeção ou infecções com outras micobactérias.

2.2.3.1 Identificação de lesões de TB no exame *post mortem*

As lesões provocadas pelo *M. bovis* apresentam coloração amarelada em bovinos e esbranquiçada em bubalinos, apresentando-se como nódulos de 1-3 cm de diâmetro ou mais, podendo ser confluentes, de aspecto purulento ou

caseoso, com presença de cápsula fribrosa; podem apresentar necrose de caseificação no centro da lesão, ou ainda, calcificação nos casos mais avançados (Figura 01). Corner et al. (1990) relatam que em cerca de 70-90% dos casos as lesões estarão presentes na cabeça e tórax, e apenas 66% dos animais apresentam, no momento da inspeção sanitária, apenas única lesão visível. Em 95% as lesões estarão localizadas em linfonodos (mediastínicos, retrofaríngeos, bronquiais, parotídeos, cervicais, inguinais superficiais e mesentéricos), pulmão e fígado. Em situação menos frequente podem ser encontradas lesões no tecido mamário, intestino ou outros órgãos do animal (BRASIL, 2006; CORNER et al., 1990, 1994).

Animais reagentes ao teste tuberculínico podem não demonstrar lesões macroscópicas durante a inspeção sanitária. As lesões podem estar em fase inicial de evolução ou, simplesmente, podem não terem sido identificadas no exame *post mortem*. Corner et al. (1990) verificaram que entre 70 a 76% das lesões granulomatosas provocadas por TB, durante o exame *post mortem* nas linhas de inspeção, ocorreram em linfonodos da cabeça e da cavidade torácica. Os autores relataram que dentre estas carcaças, 74% apresentaram lesão única, ressaltando a importância do exame dos linfonodos no serviço de inspeção em abatedouros.



Fonte: Arquivo próprio

Figura 1: Lesões granulomatosas em linfonodo pré-peitoral de carcaça bovina.

Segundo o Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA), no artigo 196, a condenação total das carcaças bovinas deverá ser feita nos seguintes casos (BRASIL, 1952):

1. Quando no exame *ante mortem* o animal estava em estado febril.
2. Em casos em que a tuberculose é acompanhada de anemia ou caquexia.
3. Quando forem constatadas alterações tuberculosas nos músculos, tecidos intramusculares, ossos (vértebras) ou nas articulações, gânglios linfáticos que drenam a linfa dessas partes.

4. Em casos de lesões caseosas concomitantemente em órgãos torácicos e abdominais com alteração de suas serosas.

5. Se houver lesões miliares de parênquimas ou serosas.

6. Se houver lesões múltiplas, agudas e ativamente progressivas, quando houver inflamação aguda nas proximidades das lesões, necrose de liquefação ou presença de tubérculos em início de formação.

7. Em casos de tuberculose generalizada, ou seja, segundo o parágrafo 1º deste artigo a tuberculose é considerada generalizada quando, além das lesões dos aparelhos respiratórios, digestivos, incluindo seus gânglios linfáticos, encontram-se lesões em um dos seguintes órgãos: baço, rins, útero, ovário, testículos, cápsulas supra-renais, cérebro e medula espinhal ou suas membranas. E, além disso, quando podem ser evidenciados tubérculos numerosos distribuídos uniformemente em ambos os pulmões.

A condenação parcial das carcaças bovinas, segundo o mesmo artigo, poderá ser realizada em casos quando:

1. Partes da carcaça ou órgão apresentem lesões de tuberculose.

2. Tratar-se de tuberculose localizada em tecidos imediatamente sob a musculatura, como pleura e peritônio parietais; neste caso a condenação incidirá não apenas sobre a membrana ou parte atingida, mas também sobre a parede torácica ou abdominal correspondente.

3. Partes da carcaça ou órgãos forem contaminadas com material tuberculoso, por contato acidental ou de qualquer natureza.

4. As cabeças com lesões tuberculosas devem ser condenadas, exceto quando corresponda a carcaças julgadas em condições de consumo e desde que na cabeça as lesões sejam discretas, calcificadas ou encapsuladas, limitadas no máximo a dois gânglios, caso em que serão consideradas em

condições de esterilização pelo calor, após remoção e condenação dos tecidos lesados.

5. Órgãos cujos gânglios linfáticos correspondentes apresentem lesões tuberculosas.

6. Intestino e mesentério com lesões de tuberculose, a menos que sejam lesões discretas, confinadas a gânglios linfáticos e a respectiva carcaça tenha sofrido qualquer tipo de restrição; nestes casos estas vísceras deverão ser aproveitadas como envoltório e a gordura para fusão, depois da remoção e condenação dos gânglios atingidos.

De acordo com o parágrafo 3º do artigo 196 do RIISPOA (BRASIL, 1952), a esterilização pelo calor poderá ser considerada como alternativa, quando houver lesões tuberculosas discretas, localizadas, calcificadas ou encapsuladas, e estejam limitadas a gânglios ou órgãos e gânglios, não havendo evidência de uma invasão recente do bacilo tuberculoso, pelo sistema circulatório e feita sempre remoção e condenação das partes atingidas. O parágrafo 6º trata da proibição da destinação de carcaças tuberculosas serem destinadas ao comércio internacional.

2.3 Epidemiologia espacial em saúde animal

A epidemiologia espacial favorece melhor compreensão das doenças e do processo de saúde-doença, pela investigação dos fatores ambientais e ocorrência da doença. Assim, pela utilização de ferramentas estatísticas é possível prever a propagação da doença no espaço, avaliar alternativas de controle e, principalmente, minimizar possíveis erros nos processos de tomada de decisão do epidemiologista (CARPENTER, 2011).

A aplicação da análise espacial na epidemiologia surgiu com o objetivo de compreender as causas e consequências da heterogeneidade espacial em

estudos com doenças infecciosas, sobretudo as zoonoses. Os primeiros estudos sobre epidemiologia espacial foram realizados pelo parasitologista russo Pavlovsky (1930 apud BALASHOV, 2003) em que o autor descrevia o que chamou de “paisagem epidemiológica” e, anos mais tarde, foi reafirmado por epidemiologistas do ocidente. O conceito elaborado por Pavlovsky (1930 apud BALASHOV, 2003) compreendia três aspectos: (1) as doenças tendem a ser limitadas geograficamente, (2) a variação espacial da doença surge em consequência da variação física e/ou condições biológicas que afetam o patógeno, vetores ou reservatórios, (3) a possibilidade de aplicar em mapas os fatores bióticos e abióticos da área, a fim de realizar análises de risco.

Nas últimas duas décadas, em razão da maior acessibilidade aos sistemas de informação geográfica (SIG), bem como a maximização da capacidade de armazenamento, gestão, visualização e análise de dados dos computadores da atualidade aumentaram, significativamente, o interesse pela variável espaço/local em estudos científicos. Ao mesmo tempo, *softwares* de análises espaciais têm acompanhado a evolução dos computadores e permitido que os epidemiologistas realizem análises que não poderiam ser feitas há trinta anos (AUCHINCLOSS et al., 2012; CARPENTER, 2011). Auchincloss et al. (2012) analisou publicações, entre 2000-2011, das cinco principais revistas internacionais citadas pelos epidemiologistas com o objetivo de elencar e discutir os métodos analíticos espaciais, avaliar as tendências na pesquisa e identificar as novas áreas de trabalho que estão surgindo. Dentre os resultados encontrados observou-se que, em saúde pública, entre 2006 e 2011, aproximadamente 10% dos artigos publicados tratavam da utilização de análises espaciais aplicadas a doenças infecciosas. Embora as aplicações de algumas ferramentas da análise espacial tenham sido desenvolvidas entre as décadas de 1960 e 1970, estas apenas foram aceitas e aplicadas de maneira expressiva nas décadas seguintes em saúde humana. Dentre os principais métodos, utilizados

nestas publicações, elencados por estes autores, estão proximidade, regressão espacial, agregação, diversas apresentações de “*clustering*”, “*spatialsMOOTHING*” técnicas de interpolação, nesta ordem. Carpenter (2011) relata que apenas no final da década de 1990 epidemiologistas veterinários tiveram contato com os avanços promovidos pela aplicação das técnicas de *clusters* na saúde humana e somente após despertaram para aplicabilidade destas ferramentas aos problemas da área de saúde animal.

Segundo Brasil (2007a), as principais áreas de aplicação da estatística espacial são os estudos ecológicos, mapeamento de doenças, identificação de aglomerados espaciais (*clusters*) e o monitoramento de problemas ambientais. Segundo os mesmos autores, o objetivo final da aplicação desta ferramenta é orientar a distribuição de recursos e levantamento de hipóteses etiológicas.

Estudos sobre prevalência da TB têm sido realizado por pesquisadores brasileiros há alguns anos como o trabalho de Baptista et al. (2004) que realizaram estudos sobre a distribuição regional da prevalência da tuberculose bovina em MG oriundos de 10 frigoríficos submetidos ao SIF. Oliveira et al. (1986) realizaram estudo semelhante na região do Triângulo Mineiro, em frigorífico sob SIF do município de Uberlândia/MG.

2.3.1 Sistema de Informação Geográfica (SIG)

Sistema de Informação Geográfica (SIG) é um sistema computacional de apoio à tomada de decisões. Este, basicamente, é representado pelo conjunto *hardware*, *software* e dados que poderão ser coletados, manipulados, analisados e exibidos na forma de informações espaciais que irão permitir uma análise geral do ambiente estudado. A característica que determina um sistema de informação como SIG é a capacidade de lidar com dados espaciais e por isso, tem sido utilizado em várias áreas de pesquisa (ZHANG; JIN; LIU, 2010).

2.3.1.1 Funções e componentes do SIG

Dentre as funções básicas desempenhadas pelo SIG tem-se o gerenciamento de banco de dados geográficos, que tem início desde a inserção dos dados, armazenagem, edição, consulta, visualização, saída e etc. Além destas funções, os SIG's podem desempenhar funções de gestão e análise dos dados geográficos. Estes sistemas computacionais podem realizar a conversão das unidades e dos tipos de dados espaciais analisados, permite a transformação das projeções, extração e sobreposição de dados, análises estatísticas e etc. De acordo com o software utilizado a “saída” dos dados podem ser na forma de tabelas, relatórios, gráficos estatísticos, mapas temáticos, além de muitas outras formas.

Os SIG's foram desenvolvidos com base em disciplinas da Ciência da Computação. Assim, são compostos por: (1) computadores e equipamentos auxiliares; (2) banco de dados e o respectivo sistema de gestão; (3) ferramentas de mapeamento e de saída dos dados. Dentre estes componentes, o banco de dados é o item mais importante de um SIG, que deve ter os atributos relacionados com a localização geoespacial, posicionados em coordenadas geográficas. Os dados espaciais utilizam coordenadas para marcar elementos geográficos que podem ser pontos no mapa (p.ex. endereços de indivíduos com uma doença), linhas (p.ex. rios, estradas e ferrovias), superfícies (áreas), ou o monitoramento de informações por meio de fotos aéreas, imagens de satélite. O termo “atributos” é utilizado para definir as características que serão analisadas, geograficamente, como temperatura, umidade, população, densidade, composição etária, estado vacinal, qualidade do ar, etc (ZHANG; JIN; LIU, 2010).

2.3.2 Análise espacial

Há, basicamente, duas formas de introduzir dados em um SIG: (A) dados atribuídos a pontos (B) dados atribuídos a áreas.

2.3.2.1 Fundamentos da análise de dados representados por pontos

A maneira clássica de elaboração de mapas na saúde pública é por meio de dados representados por pontos. Ao utilizar pontos para determinação de eventos, é possível reduzir distorções associadas com os obstáculos atribuídos à delimitação de áreas administrativas artificiais (BRASIL, 2007a).

Dessa maneira, a fim de avaliar a distribuição de pontos no espaço, a análise espacial dos dados deve ser realizada levando-se em conta três grupos de metodologias (BRASIL, 2007a; GATRELL; BAILEY, 1996; RYTKÖNEN, 2004):

1. Visualização: as ferramentas de SIG permitem a elaboração de mapas de pontos, bem como de mapas temáticos, favorecendo a análise gráfica dos dados no mapa e avaliação de padrões específicos de distribuição.
2. Exploração: durante a aplicação de métodos exploratórios de dados espaciais, busca-se resumir e descrever os dados apresentados, elaborando suposições ou mesmo modelos adequados. Podem-se gerar mapas ou gráficos convencionais identificando padrões, interrelações ou observações atípicas.
3. Modelagem: esta metodologia emprega modelos estatísticos a fim de estimar parâmetros, preocupando-se com fenômenos que podem ser influenciados pelas leis da probabilidade.

De acordo com Gatrell e Bailey (1996), dados espaciais podem ser de maneira simplificada representados de acordo com o padrão de pontos. Este conceito é definido baseado em uma base de dados e sua respectiva série de

localização de pontos (por exemplo: coordenadas geográficas obtidas por GPS), correspondendo à região onde ocorreu o evento de interesse.

Assim, em eventos de saúde podem-se diferenciar os tipos de distribuição dos pontos em padrão uniforme, padrão randômico e cluster (ou padrão aglomerado), como pode ser verificado na figura nº 2. Em dados cuja distribuição é uniforme nota-se uma distância média entre os pontos que tendem a ser constantes, e os dados podem ser observados distribuídos em todo espaço, mantendo-se a regularidade entre eles. Quando se faz uso de dados cujo padrão é *cluster*, ou aglomerado, espera-se que os pontos estejam distribuídos de maneira aglomerada em determinadas regiões. Contudo, em dados cujo padrão é randômico não é observado nenhum tipo de modelo de distribuição, ou seja, os pontos encontram-se ao acaso no espaço (BRASIL, 2007b; JOHNSON, 2004; PFEIFFER; ROBINSON; STEVENSON, 2008).

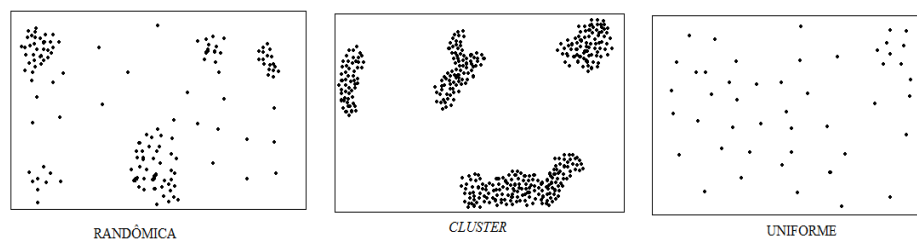


Figura 2: Representação gráfica referente à distribuição do padrão de pontos.

Fonte: Adaptado de Johnson (2004)

Assim, a identificação dos padrões de distribuição permite reconhecer áreas mais representativas do evento e pela aplicação de técnicas de análise espacial investigar a casualidade dos aglomerados de casos.

2.3.2.2 Fundamentos da análise de dados representados por áreas

Ao utilizar-se de áreas geográficas com limites determinados, geralmente unidades político-administrativas, considera-se a análise de dados por áreas. Usualmente, faz-se a contagem de casos ou óbitos por enfermidade ou indicadores provenientes de censo demográfico (BRASIL, 2007a).

Um fator importante que deve ser observado previamente à análise é a escala em que os dados são coletados e analisados, uma vez que áreas muito grandes são compostas por populações heterogêneas, com importantes diferenças sociais e ambientais. Deve ser considerado, também, que quanto menor a área estudada mais raros podem ser os eventos observáveis, inserindo-se na análise o erro da flutuação aleatória de indicadores. Esta se trata de uma falácia ecológica que deverá ser, criticamente, analisada a fim de evitar informações incorretas (BRASIL, 2007a).

Há outra situação que são os pontos de localização de amostras, comumente utilizadas em geoestatística, em estudos onde se tem a medida dos eventos em saúde referindo-se a áreas geográficas. Geralmente, tem-se a intenção de produzir mapas de superfícies contínuas que permitam a visualização da distribuição do evento, identificando as áreas “quentes”, ou “*hotspots*” (BEALE; ABELLAN; HODGSON, 2008; BRASIL, 2007a; WANG et al., 2012).

Em vista disso, quando se utilizam técnicas de análise pontuais que se referem a áreas podem ser empregadas as coordenadas geográficas do ponto central (centroide) atribuindo, portanto, os eventos estudados à população da área correspondente (VINE; DEGNAN; HANCHETTE, 1997). Contudo, o mais próximo da realidade seria considerar o centroide populacional do polígono, porém não é o método mais usado em virtude da dificuldade em obter mapas sobre densidade populacional.

Portanto, quando se aceita a unidade territorial ou setor censitário como objeto de análise, há o interesse em compreender melhor sobre a heterogeneidade, subgrupos populacionais submetidos a um maior risco de infecção, embora reconhecendo a possibilidade de flutuação das taxas para áreas com populações menores (BEALE; ABELLAN; HODGSON, 2008; BRASIL, 2007a; ELLIOT; WARTENBERG, 2004).

2.3.3 Análise temporal

Série temporal ou série histórica é uma sequência de dados obtidos em intervalos regulares de tempo durante um período específico (LATORRE; CARDOSO, 2001). As observações ordenadas no tempo podem ser discretas, como número de eventos, ou contínuas, como registros de temperatura ao longo do dia. Na análise das séries temporais, faz-se, inicialmente, uma modelagem do fenômeno estudado, para, em sequência, descrever o comportamento da série temporal e fazer estimativas e, por fim, buscar relações de causa e efeito entre duas ou mais séries (FU, 2011; LATORRE; CARDOSO, 2001; WARREN LIAO, 2005).

Compõe uma série histórica: tendência (T_t), sazonalidade (S_t) e variação aleatória, também, chamada de ruído branco (a_t) que deverão ser analisados separadamente.

Em análises de tendência, os métodos mais utilizados são: A) ajuste de função polinomial no tempo, utilizando-se modelos de regressão polinomial; B) análise do comportamento da série histórica em torno de um ponto, por modelos autorregressivos. Nos modelos de regressão polinomial, os valores da série histórica são considerados como variável dependente (Y) e os períodos do estudo como variável independente (X). Inicialmente, deve-se construir o diagrama de dispersão de Z_t , em relação ao tempo, a fim de visualizar qual

função que se adequa melhor ao processo (linear, exponencial, etc.). Quando ocorre grande oscilação dos pontos, torna-se fundamental suavizar a série, reduzindo o ruído branco, que pode ser feito por meio de várias técnicas de alisamento. A mais frequentemente utilizada é a técnica de médias móveis. Uma segunda maneira de analisar tendência em séries históricas é fazê-la pelo comportamento da série, ao redor de um único ponto, avaliando a tendência para valores da série próximos a ele, sem utilizar a série como um todo. Este método é mais utilizado, quando se trata de uma série instável, ou deseja-se estimar apenas uma parte da trajetória (ESLING; AGON, 2012; LATORRE; CARDOSO, 2001).

Segundo Latorre e Cardoso (2001), sazonalidade é definida como um fenômeno que ocorre, regularmente, em períodos fixos de tempo. Caso uma sazonalidade seja considerada determinística, pode-se utilizar modelos de regressão que incorporem funções do tipo seno ou cosseno à variável tempo. Para verificar se existe sazonalidade em uma série de valores é necessário realizar uma análise espectral, que permite identificar um padrão sazonal mesmo que haja variabilidade aleatória. Ao utilizar médias móveis centradas no número de período que compõe a repetição, pode-se trabalhar com diferença entre a série histórica e o polinômio estimado.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Delineamento

O estudo ecológico realizado analisou o número de casos de tuberculose bovina diagnosticados, durante a inspeção *post mortem*, nos frigoríficos com Serviço de Inspeção Federal (SIF) das mesorregiões Sul e Oeste de Minas, Minas Gerais.

Neste estudo, foram considerados casos positivos os bovinos com lesão macroscópica para tuberculose bovina ao abate. Os casos foram caracterizados por mês e município de origem.

Foram utilizados os bancos de dados secundários do Sistema de Informações Gerenciais do Serviço de Inspeção Federal (SIGSIF) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), de 2008 a 2012.

3.2 Localização e Fonte de Dados

Foram coletados dados dos dois frigoríficos localizados no município de Campo Belo/MG (20° 53'50''S e 45°16'38'' W), que, neste trabalho, foram chamados de estabelecimentos 1 e 2, os quais realizam o abate de bovinos de quatro mesorregiões de Minas Gerais : Oeste de Minas, Sul de Minas, Campo das Vertentes e Zona da Mata. Vale ressaltar que esses são os únicos frigoríficos com SIF na região e, na macrorregião Sul de MG, há apenas mais um localizado no município de Poços de Caldas. Segundo dados pecuários referentes ao ano de 2012, MG é um estado de importância para o agronegócio, com um efetivo bovino de 23.965.914, o que representa 11,34% da pecuária nacional, sendo o segundo maior rebanho do país (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 2014).

Os dados foram obtidos no SIGSIF/MAPA, que é o sistema de notificação eletrônica utilizada pelo serviço de inspeção federal. A instituição autorizou a utilização dos dados (protocolo 21900000563201438 MAPA).

Os casos positivos para TB foram definidos por exame *post mortem*, realizado na rotina do Serviço de Inspeção Federal, caracterizado pela identificação de lesões macroscópicas sugestivas de tuberculose. Desta maneira, foram considerados como casos positivos número de condenações por tuberculose nos estabelecimentos estudados. Testes bacteriológicos ou

sorológicos não são realizados de rotina no exame *post mortem* do SIF. Foram considerados neste estudo todos os casos que foram identificados e condenados pelo serviço de inspeção. O município de origem dos animais foi o informado pela Guia de Trânsito Animal (GTA).

Os casos positivos de TB, entre 2008 e 2012, identificados no SIGSIF, foram organizados e armazenados em banco de dados organizado no Excel 2013, assim como o número de animais abatidos, por estabelecimento, mensalmente.

Os atributos (informações socioeconômicas) utilizados tais como efetivo bovino anual, PIB *percapita* (2010) e Índice de desenvolvimento humano por município IDHM (2010) foram obtidos no *site* do IBGE (2014). O número de casos de tuberculose humana foi determinado pela taxa de incidência da doença obtida no *site* do DATASUS (BRASIL, 2014), por município, de 2008-2012. Essas informações foram acrescentadas ao banco de dados

3.3 Análises estatísticas

Foi realizada análise descritiva dos casos positivos. Calculadas as prevalências de casos por frigoríficos considerando:

$$\text{Prevalência} = \frac{\text{Número de casos}}{\text{Bovinos abatidos}} \times 100$$

Prevalências específicas foram calculadas por frigorífico, mês, ano, município, mesorregião.

Todas as análises estatísticas foram realizadas por meio do *software* SPSS 20.0. Para avaliar a relação entre o número de casos de tuberculose bovina e humana, com as variáveis socioeconômicas PIB *per capita* e IDH das cidades avaliadas ao longo de cinco anos de observação (2008-2012), foram aplicados

testes de correlação de *Spearman*, depois de observada ausência de normalidade na distribuição dos dados pelo teste de *Kolmogorov-smirnov*. Para quantificar a relação entre estas mesmas variáveis, foram aplicados testes de Regressão linear e, em caso de significância estatística ($p < 0,05$), construída a equação da reta que representa a relação entre as variáveis envolvidas.

Já a avaliação da existência de diferenças na ocorrência de casos de tuberculose bovina e humana (variáveis dependentes) entre as mesorregiões e microrregiões avaliadas (variáveis independentes), foi feita por meio da aplicação de testes de *Kruskal-wallis*, depois de verificada ausência de distribuição normal nos dados entre os estratos da variável independente.

Considerou-se um nível máximo de erro de 5% em todas as análises estatísticas.

3.3.1 Análise de séries temporais

Para avaliar a ocorrência de estacionariedade, tendência ou sazonalidade, foi utilizado o banco de dados criado e estruturado no Excel 2013. Foi realizada a análise de séries temporais, por meio do software Gretl1.9.12 (*GNU Regression, Econometric and Time-series Library, 2013*). Além disso, buscou-se selecionar o modelo com melhor ajuste por autorregressão e/ou médias móveis.

3.3.2. Análises espaciais

Para caracterizar a distribuição dos municípios de origem dos casos de TB diagnosticados nos frigoríficos, foi realizada a análise espacial. Pela forma como os dados foram obtidos determinou-se como unidade de análise, os municípios.

Os mapas e análises foram feitos por meio do sistema de informação geográfica comercial ArcGis10.2 (ESRI Inc, Redlans, CA, USA).

Para a confecção dos mapas temáticos, os municípios foram geocodificados com o auxílio das informações do sistema de projeção latitude-longitude e código de cidades, obtidos nos registros do IBGE. Foram construídos mapas anuais, com o objetivo de verificar padrões de distribuição dos municípios de origem dos casos. O critério para definir as classes de casos foi o método de *quantis* em cinco classes.

Buscando testar hipótese de existência de padrões de distribuição existentes nos dados espaciais foi utilizado o Método *High/LowClustering* (Getis-ordGeneral G). Esse utiliza como conceito de relacionamento espacial o inverso da distância (euclidiana). O limiar de distância aplicado foi de 10^9 . Testou-se, também, pelo o método de Morans.

4. RESULTADOS

Foi identificada prevalência de 1035 (0,28%) condenações de bovinos por TB nos frigoríficos com SIF da mesorregião Oeste de MG (Figura 3). Esses casos estavam distribuídos em 137 municípios de origem entre 364.025 bovinos abatidos. A prevalência da TB observada nos animais abatidos pelo estabelecimento 1 foi de 0,35%, enquanto no estabelecimento 2 foi de 0,20%.

Os municípios de origem dos casos identificados nos levantamentos do banco de dados do SIF no período estudado estão compreendidos, principalmente, nas mesorregiões do Oeste de Minas, Campo das Vertentes, Zona da Mata, Sul/Sudeste de Minas (Tabela 1). Juntas, estas mesorregiões somam 121.878,756 km², o que representa 20,78% do território estadual e 1,43% do território nacional (Figura 3).

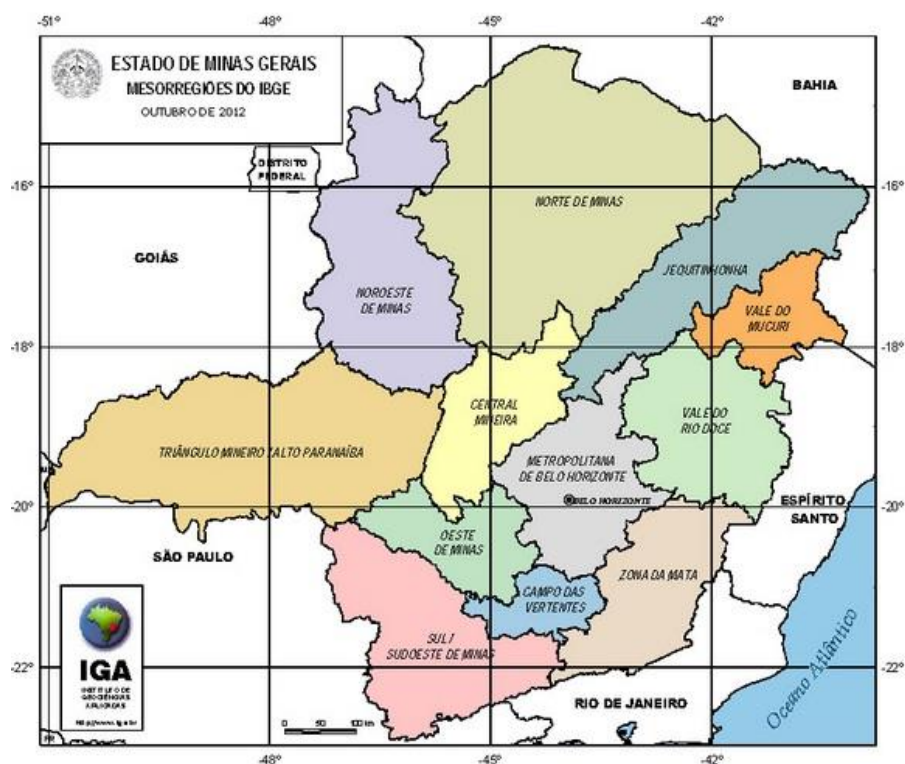


Figura 3: As 12 mesorregiões de Minas Gerais estabelecidas pelo IBGE

Fonte: Minas Gerais (2014)

Não foi observada diferença estatisticamente significativa ($p > 0,05$) entre as mesorregiões e microrregiões na ocorrência de casos de tuberculose bovina e humana (Tabela 1). O número de municípios por mesorregião (n) foi obtido com base na identificação dos municípios, durante o levantamento e caracterização destes em relação às respectivas mesorregiões apresentadas pelo IBGE (2014). A média efetivo bovino foi calculada com base no efetivo bovino dos municípios identificados por mesorregião (n), entre 2008-2012 (IBGE, 2014).

Tabela 1: Distribuição de bovinos com lesão de tuberculose em dois estabelecimentos frigoríficos com SIF, Campo Belo/MG por mesorregião, 2008-2012

Mesorregião	Casos Total		Municípios de Origem		Média Efetivo Bovino 2008-2012
	(n)	(%)	(n)	(%)	
Sul/Sudoeste de Minas	531	51,30	79	57,66	16.655,04 c
Oeste de Minas	240	23,19	20	14,60	27.107,18bc
Campo das vertentes	166	16,04	19	13,87	15.842,60 c
Zona da Mata	93	8,99	16	11,68	13.211,33 c
Norte de Minas	3	0,29	1	0,73	33.275,60 b
Triângulo/Alto Paranaíba	2	0,19	2	1,46	114.389,60 a
TOTAL	1035		137		

Ao testar as relações entre as variáveis levantadas, observou-se que as únicas variáveis que se mostraram estatisticamente correlacionadas ($p < 0,05$), foram o número de casos de tuberculose bovina e humana ($p = 0,006$; $r = 0,148$).

a. Análise temporal

A distribuição anual do número de animais abatidos no período analisado demonstra que o comportamento, no período analisado, dos estabelecimentos 1 e 2 foi semelhante. O estabelecimento 2 esteve em inatividade entre março e setembro de 2009, assim como em maio de 2010, justificando os valores reduzidos apresentados nestes anos. O mesmo ocorreu no estabelecimento 1 durante o mês de novembro de 2011 (Tabela 2).

Tabela 2: Distribuição anual do número de animais abatidos por estabelecimento com SIF, Campo Belo/MG, 2008-2012.

Ano	Animais abatidos
-----	------------------

	Estabelecimento 1*	Estabelecimento 2**	TOTAL
2008	41.403	29.866	71.269
2009	42.562	8.415	50.977
2010	38.305	33.895	72.200
2011	38.944	37.529	76.473
2012	44.532	48.574	93.106
TOTAL	205.746	158.279	364.025

*inatividade em novembro de 2011 **inatividade em março a setembro de 2009 e maio de 2010

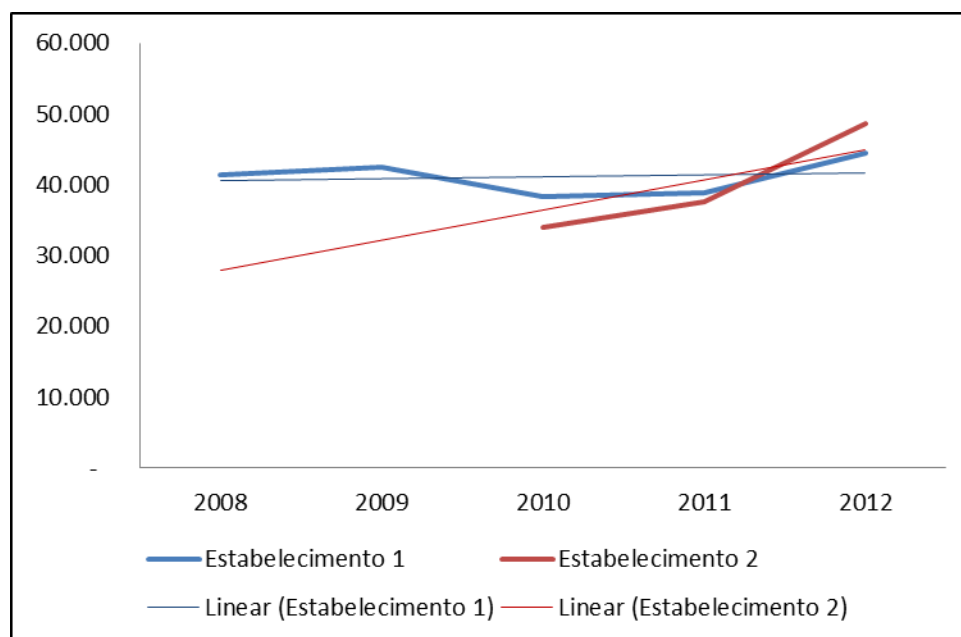
Na tabela 3, observa-se que o ano de 2010 apresentou o menor número de casos e prevalência, enquanto em 2011 estes índices foram os maiores para o período estudado, não demonstrando tendência anual dos casos.

Tabela 3: Distribuição anual de bovinos com lesão de tuberculose em estabelecimentos com SIF, Campo Belo/MG, 2008-2012.

Ano	Estabelecimento 1*			Estabelecimento 2**			TOTAL		
	Casos (n)	Prevalência (%)	Prevalência (%)	Casos (n)	Prevalência (%)	Prevalência (%)	Casos (n)	Prevalência (%)	Prevalência (%)
2008	121	17,02%	0,29	64	19,75%	0,21	185	17,87%	0,26
2009	146	20,53%	0,34	15	4,63%	0,18	161	15,56%	0,32
2010	94	13,22%	0,25	61	18,83%	0,18	155	14,98%	0,21
2011	208	29,25%	0,53	108	33,33%	0,29	316	30,53%	0,41
2012	142	19,97%	0,32	76	23,46%	0,16	218	21,06%	0,23
TOTAL	711		0,35	324		0,20	1035		0,28

*inatividade em novembro de 2011 **inatividade em março a setembro de 2009 e maio de 2010

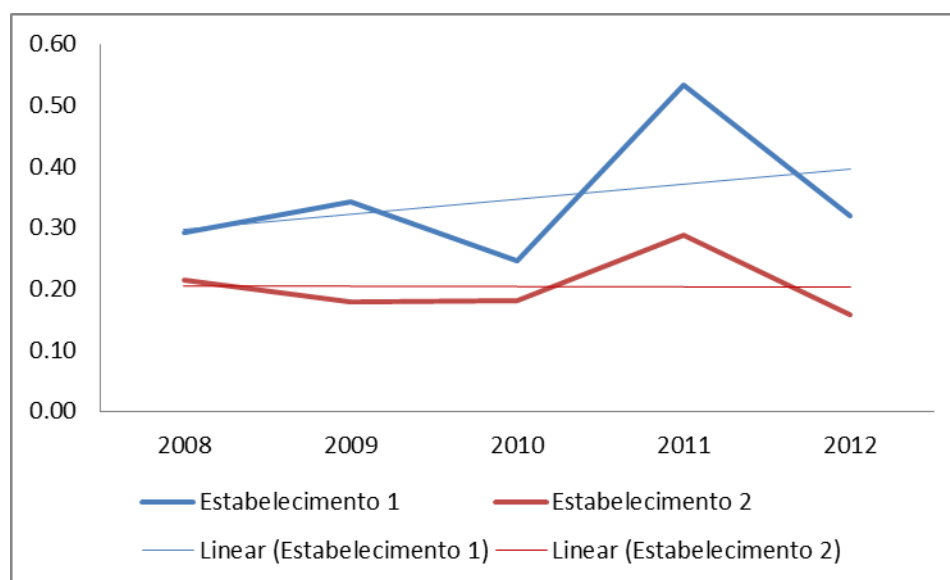
Porém, observando o gráfico 1, parece não haver tendência no número de animais abatidos no estabelecimento 1, mas, sim, no estabelecimento 2 a partir de 2010 (deve se considerar que em 2009 ficou inativo por oito meses).



Obs: inatividade: estabelecimento 1 em novembro de 2011; estabelecimento 2 em março a setembro de 2009 e maio de 2010.

Gráfico 1: Distribuição anual do número de animais abatidos em dois estabelecimentos frigoríficos com SIF, Campo Belo/MG, 2008-2012.

Já considerando as incidências (gráfico 2) não parece ter essa evidência.



Obs: inatividade: estabelecimento 1 em novembro de 2011; estabelecimento 2 em março a setembro de 2009 e maio de 2010

Gráfico 2: Distribuição anual da prevalência de bovinos com lesão de tuberculose em dois estabelecimentos frigoríficos com SIF, Campo Belo/MG, 2008-2012

Os resultados das análises de séries temporais no *Gretl* com as prevalências demonstraram estacionariedade na distribuição dos casos no estabelecimento 1 e tendência no estabelecimento 2 considerando a partir de 2009/10.

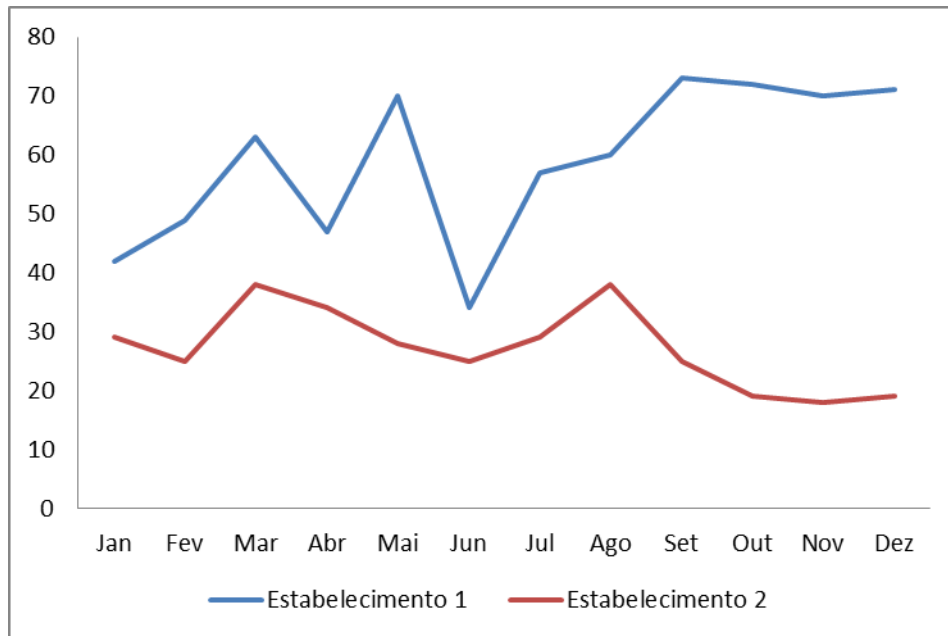
Na tabela 4 é possível identificar que os estabelecimentos apresentaram comportamento diferente ao longo do ano. As prevalências dos estabelecimentos 1 e 2 não foram, estatisticamente, correlacionadas ($p > 0,05$). A prevalência foi maior no estabelecimento 1 durante todo ano. Quando comparado com o estabelecimento 2, o estabelecimento 1 apresentou parâmetros maiores em setembro, outubro, novembro e dezembro. Enquanto no mês de junho observa-se uma redução no nº de casos e incidência da doença.

Tabela 4: Distribuição mensal dos casos e incidência de tuberculose bovina, em dois estabelecimentos frigoríficos, no Sul de Minas Gerais, entre 2008-2012.

Mês	Estabelecimento 1			Estabelecimento 2			Total					
	Casos	Animais abatidos	Prevalência (%)	Casos	Animais abatidos	Prevalência (%)	Casos	Animais abatidos	Prevalência (%)			
Jan	42	5,93%	15795	0,27	29	8,87%	14519	0,20	71	6,86%	30314	0,23
Fev	49	6,92%	15077	0,32	25	7,65%	12867	0,19	74	7,15%	27944	0,26
Mar	63	8,90%	17056	0,37	38	11,62%	12723	0,30	101	9,76%	29779	0,34
Abr	47	6,64%	15832	0,30	34	10,40%	12611	0,27	81	7,83%	28443	0,28
Mai	70	9,89%	18002	0,39	28	8,56%	11616	0,24	98	9,47%	29618	0,33
Jun	34	4,80%	18184	0,19	25	7,65%	14222	0,18	59	5,70%	32406	0,18
Jul	57	8,05%	18930	0,30	29	8,87%	12287	0,24	86	8,31%	31217	0,28
Ago	60	8,47%	18168	0,33	38	11,62%	13200	0,29	98	9,47%	31368	0,31
Set	73	10,31%	17931	0,41	25	7,65%	12396	0,20	98	9,47%	30327	0,32
Out	72	10,17%	19187	0,38	19	5,81%	12710	0,15	91	8,79%	31897	0,29
Nov	70	9,89%	14444	0,48	18	5,50%	14426	0,12	88	8,50%	28870	0,30
Dez	71	10,03%	15735	0,45	19	5,81%	16107	0,12	90	8,70%	31842	0,28
TOTAL	708		204.341	0,35*	327		159.684	0,20*	1035		364.025	0,28

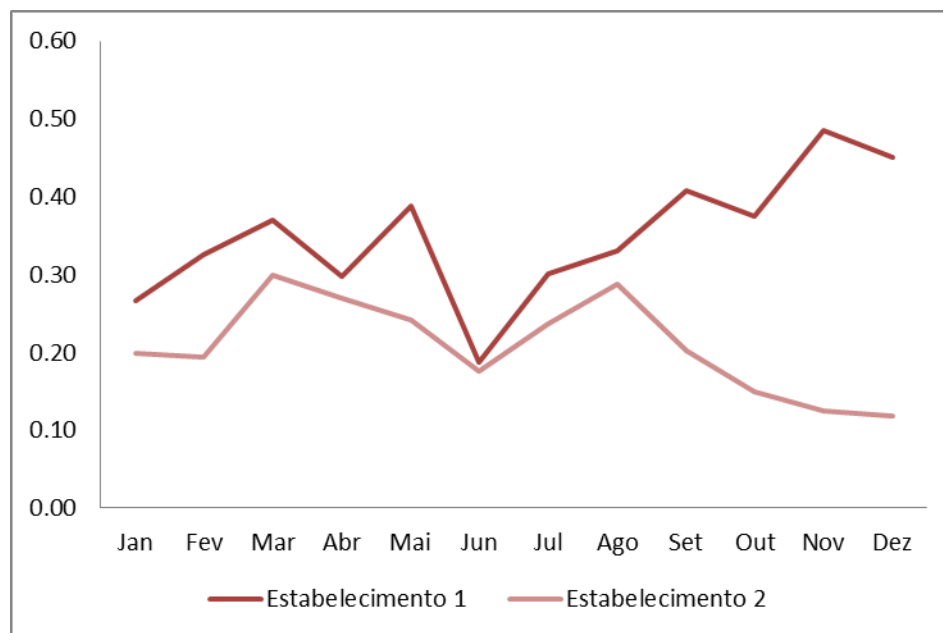
• Obs: inatividade: estabelecimento 1 em novembro de 2011; estabelecimento 2 em março a setembro de 2009 e maio de 2010; * média

Observando os gráficos 3 e 4 observa-se marcada redução dos casos e, principalmente, incidência nos meses de junho.



Obs: inatividade: estabelecimento 1 em novembro de 2011; estabelecimento 2 em março a setembro de 2009 e maio de 2010.

Gráfico 3: Distribuição mensal dos casos de bovinos com lesão de tuberculose em dois estabelecimentos frigoríficos com SIF, Campo Belo/MG, 2008-2012.



Obs: inatividade: estabelecimento 1 em novembro de 2011; estabelecimento 2 em março a setembro de 2009 e maio de 2010.

Gráfico 4: Distribuição mensal da prevalência de bovinos com lesão de tuberculose em dois estabelecimentos frigoríficos com SIF, Campo Belo/MG, 2008-2012.

Na análise de séries temporais no *Gretl* não foi demonstrada sazonalidade significativa.

b. Análise espacial

Foram identificados 137 municípios de origem de animais condenados por TB nos estabelecimentos 1 e 2. Cada município foi representado por um polígono nos mapas apresentados abaixo.

Dentre 1035 casos identificados $n=531$ (51,30%), estão localizados na região Sul/Sudoeste de Minas, distribuídos em 79 municípios (57,66%). A segunda região em número de casos positivos é o Oeste de Minas $n=240$ (23,19%) compreendido em 20 municípios (14,60%). Em seguida, a região do

Campo das vertentes apresentou n=166 casos positivos (16,04%) em 19 municípios. A região da Zona da Mata apresentou n=93 (8,99%) distribuídos em 16 municípios (11,68%) (Tabela 1).

Tabela 5: Distribuição do número de casos por mesorregiões e respectivo fator socioeconômico.

Mesorregião	Casos Total	Municípios de Origem	PIB _{percapita} 2010 (R\$)
Sul/Sudoeste de Minas	531	79	11.917,32
Oeste de Minas	240	20	13.085,83
Campo das vertentes	166	19	13.617,92
Zona da Mata	93	16	8.372,91
Norte de Minas	3	1	4.638,77
Triângulo/Alto Paranaíba	2	2	16.812,61
TOTAL	1035	137	

A distribuição dos casos positivos nos municípios de origem dos animais, entre 2008-2012 estão apresentadas nas figuras 4 a 8. As áreas em vermelho indicam os municípios com maior número de casos positivos.

Em 2008, 62 municípios apresentaram ao menos um caso positivo. Dez destes tiveram cinco ou mais condenações, representando 16,12% do total de municípios. São estes municípios: Campo Belo (18), Barbacena (6), Bom Sucesso (7), Boa Esperança (6), Alpinópolis (10), Cana Verde (9), Carmo do Rio Claro (5), Santos Dumont (7), Serranos (7), Turvolândia (5) (Figura 4).

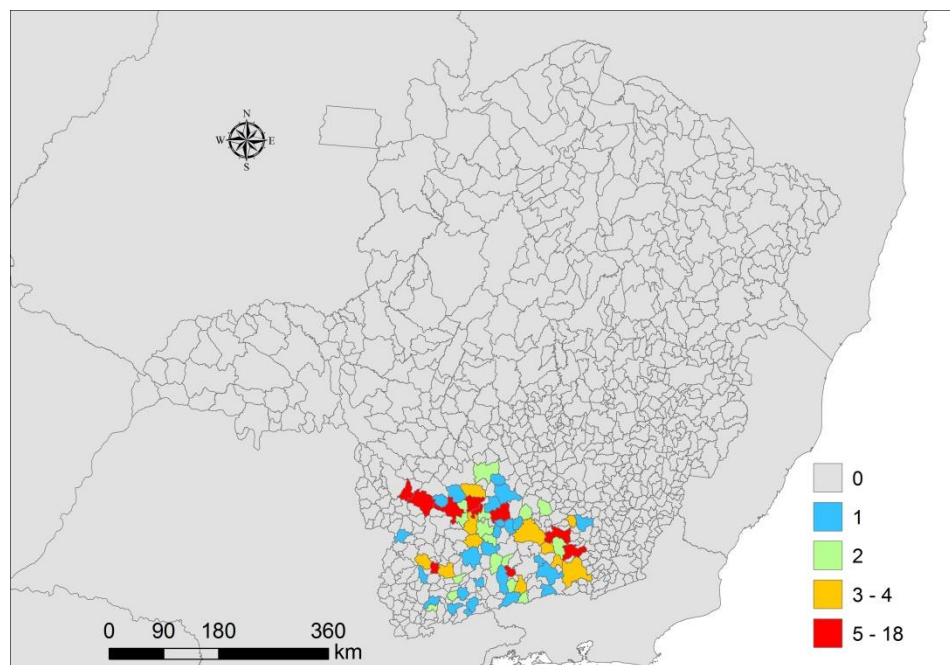


Figura 4: Distribuição do número de casos positivos de tuberculose bovina abrangidos pelos estabelecimentos em 2008.

No ano de 2009, 55 municípios apresentaram ao menos um caso positivo para TB, com apenas seis destes com seis ou mais casos positivos, o que representa 10,9% do total de cidades atingidas (Figura 5). Estas, destacadas em vermelho são Antônio Carlos (7), Barbacena (8), Boa esperança (8), Campo Belo (14), Carmo do Rio Claro (6), Varginha (6).

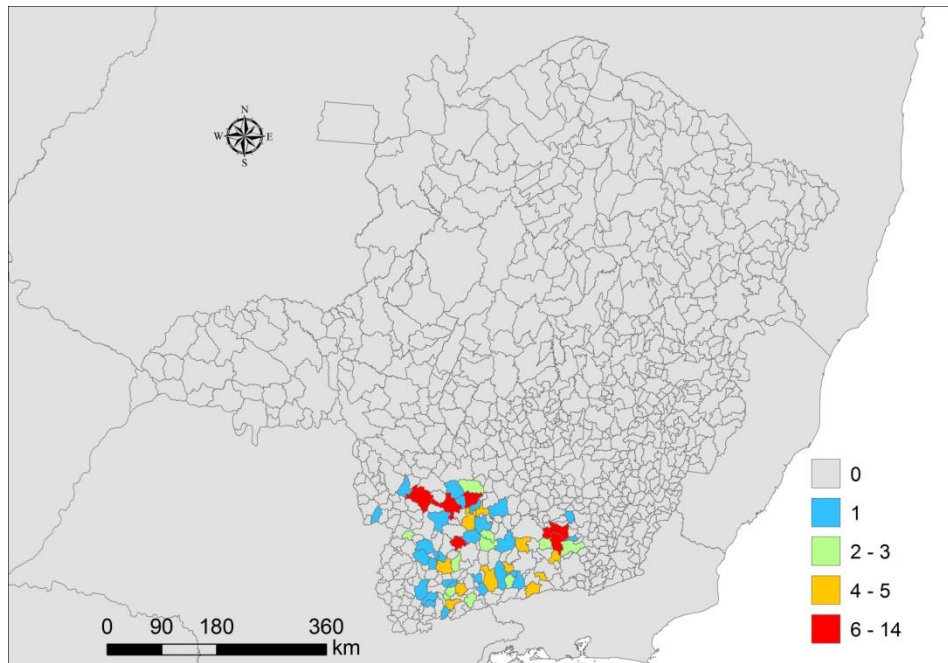


Figura 5: Distribuição do número de casos positivos de tuberculose bovina abrangidos pelos estabelecimentos em 2009.

No ano de 2010, dos 60 municípios de origem dos por casos positivos de TB, apenas três apresentaram número superior a seis condenações, o que representa apenas 5% destes (Figura 6). São eles: Campo Belo (18), Cristais (6) e Liberdade (6).

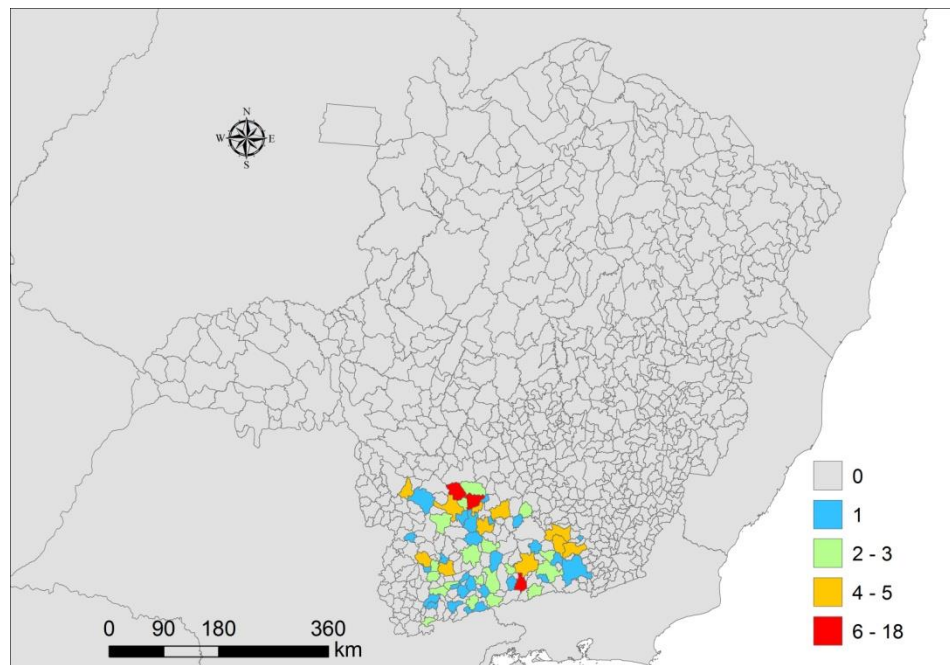


Figura 6: Distribuição do número de casos positivos de tuberculose bovina abrangida pelos estabelecimentos em 2010.

O ano de 2011 apresentou maior número de condenações comparado aos outros do período estudado. Neste ano, 82 cidades apresentaram casos positivos, sendo 14 com 6 ou mais casos, representando 17,07% do total de municípios (Figura 7). Estes são: Alpinópolis (8), Antônio Carlos (6), Barbacena (10), Bias Fortes (7), Campo Belo (21), Candeias (13), Liberdade (6), Natércia (11), Nepomuceno (16), São Gonçalo do Sapucaí (22), Serranos (10), Silvianópolis (18), Três Corações (7).

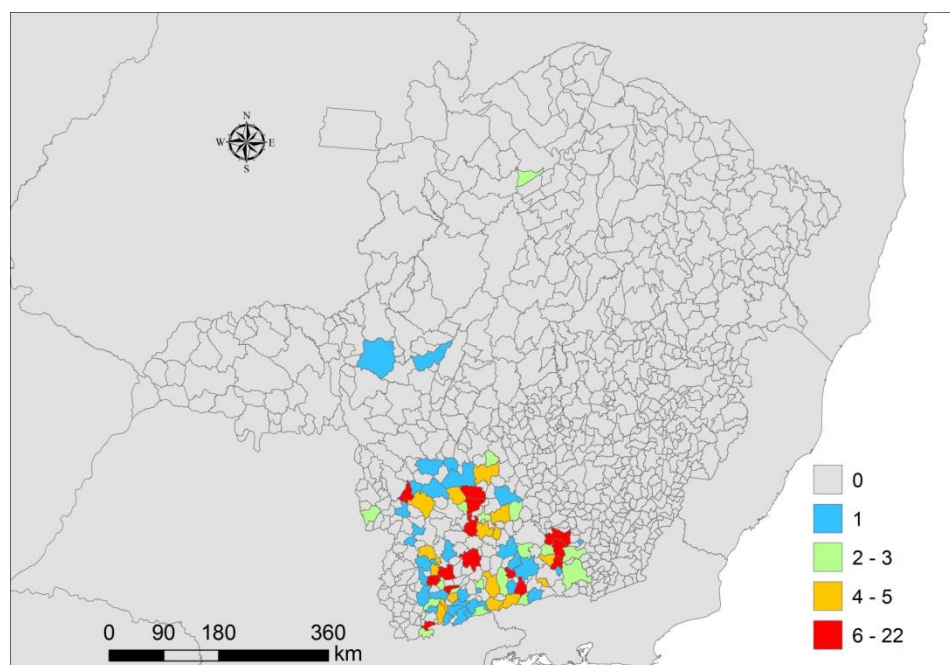


Figura 7: Distribuição do número de casos positivos de tuberculose bovina abrangida pelos estabelecimentos em 2011.

Em 2012, dos 79 municípios que apresentaram casos positivos para TB, nove tiveram seis casos ou mais, representando 11,39% do total de casos, em 2012 (Figura 8). Estes municípios com maior prevalência de TB foram: Antônio Carlos (13), Barbacena (6), Bocaina de Minas (6), Bom Sucesso (9), Campo Belo (15), Candeias (14), Liberdade (7), Santa Rita do Jacutinga (6), São Gonçalo do Sapucaí (11).

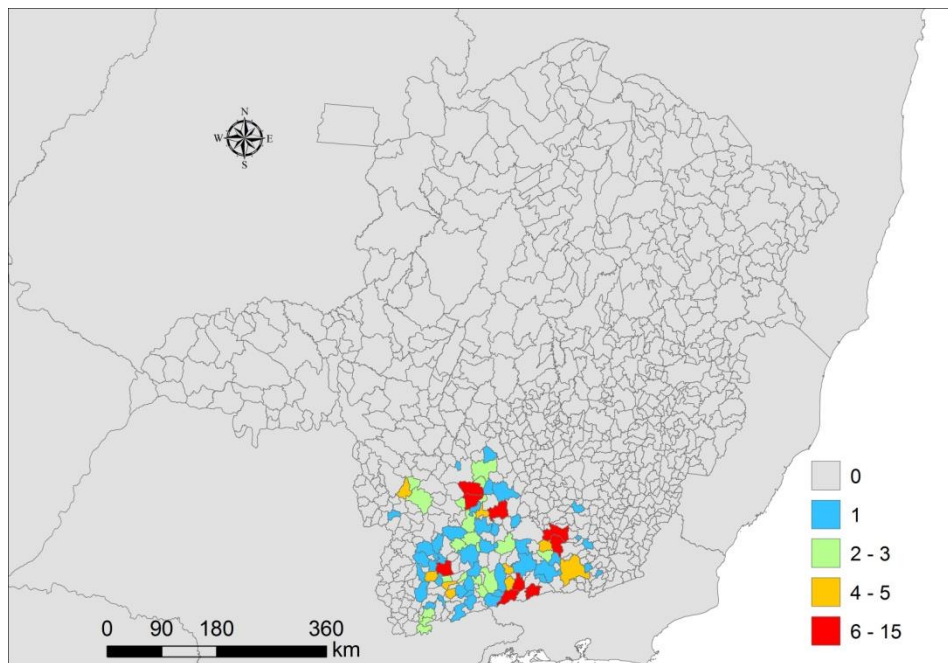


Figura 8: Distribuição do número de casos positivos de tuberculose bovina abrangida pelos estabelecimentos em 2012.

5. DISCUSSÃO

A prevalência da TB calculada em frigoríficos é subestimada em relação à prevalência na população em geral, uma vez que, para aproximar-se do real, deveriam ser somados os casos de tuberculose sem lesões macroscópicas, que não são detectáveis no exame *post mortem* (BAPTISTA et al., 2004; CORNER et al., 1994; TEKLUL et al., 2004).

Contudo, esta forma de diagnóstico poderá ser considerada como indicador a fim de oferecer informações sobre a presença de rebanhos infectados pela doença, visto que os animais descartados e encaminhados aos abatedouros frigoríficos não constituem uma amostra aleatória (ASSEGED et al., 2004).

Portanto, as informações desse estudo aplicam-se à análise de populações bovinas para abate.

Deve-se considerar que o Sul de MG é uma região com característica marcante dos sistemas de produção de leite. Segundo o Censo Agropecuário referente ao ano de 2006, do total de estabelecimentos agropecuários do estado de Minas Gerais, 39,87% dedicaram-se à produção leiteira (IBGE, 2006), com produção estimada em 8.905.984 litros (IBGE, 2014). Portanto, muitos dos animais destinados ao abate nestes frigoríficos são provenientes do descarte deste sistema. Dessa forma, é interessante que se façam estudos sistemáticos com amostras representativas dos rebanhos para proporcionar estimativas de frequência mais aproximadas da realidade para a região e possa ser estudada a relação com os dados dos frigoríficos. Neste sentido, os frigoríficos poderão contribuir melhor para a função de monitoramento e rastreabilidade nas ações de controle dos programas de controle e erradicação da TB, servindo de indicadores com validade conhecida.

A distribuição observada da prevalência da TB, entre os estabelecimentos, pode estar relacionada à procedência e categoria dos animais abatidos (sexo, idade, sistemas de criação, etc), bem como a condições técnicas e critérios de julgamento diferentes. Estes fatores não foram analisados uma vez que não havia informações suficientes. Apesar disso, a prevalência identificada neste trabalho foi semelhante à apresentada pelo PNCEBT (BRASIL, 2006), embora utilizasse outro método diagnóstico (teste de tuberculinização). Baptista et al. (2004) e Oliveira et al. (1986) que realizaram levantamentos semelhantes em frigoríficos encontraram prevalência semelhante para o estado de Minas Gerais. Isso demonstra que se pode evoluir na utilização da inspeção pelo SIF como indicador de prevalência em determinadas regiões de abrangência dos frigoríficos para auxiliar como ferramenta da vigilância epidemiológica.

Na distribuição mensal dos casos de TB, para ambos os estabelecimentos, demonstrou-se queda abrupta da prevalência no mês de junho com (0,19% e 0,18%, respectivamente). Sugere-se que este fato pode estar relacionado ao início do período de estiagem e consequente redução da disponibilidade de pastagens, conhecido como “safra do boi”. Nesta época do ano ocorre um aumento da disponibilidade para os frigoríficos de animais oriundos de pastagens e confinamentos, criados com finalidade específica de abate (PACIULO et al., 2008). Já que essa doença tem maior incidência em rebanhos leiteiros, o abate de animais especializados deve diminuir a incidência nos bovinos abatidos.

Esse risco de TB maior em rebanhos de leite comparados aos de corte está relacionado ao modo de criação, como densidade, stress, raças criadas e outros (AMENI et al., 2007; FIRDESSA et al., 2012). A exemplo de Vondermeir et al. (2012) que verificaram menor susceptibilidade de bovinos Zebu à infecção de TB, quando comparados a raças especializadas na produção leiteira, como Holstein-Friesian.

A distribuição espacial mostrou que as mesorregiões Oeste de Minas e Sul/Sudeste de Minas apresentaram 20 e 79 municípios com animais abatidos no frigorífico, o que representa, respectivamente, 14,60% e 57,66% do total de municípios de origem dos casos. Juntas, estas regiões são a origem de 74,49% dos casos de bovinos com lesão de TB. Este resultado pode estar relacionado à proximidade destes municípios aos frigoríficos, que pertencem ao município de Campo Belo (Oeste de Minas). Além disso, a maior frequência da TB na região Sul/Sudoeste de Minas pode ser em razão da atividade predominantemente de bovinocultura leiteira, tendo os frigoríficos como destino para os animais descarte (BAPTISTA et al., 2004; OLIVEIRA et al., 1986).

As mesorregiões Campo das vertentes e Zona da mata apresentaram frequência considerável de casos de TB, provavelmente, pelos mesmos motivos. A avaliação da média do efetivo bovino entre as mesorregiões contribui para relacionar os casos de TB com o perfil dos rebanhos da região, uma vez que se trata de rebanhos menores, mais especializados na produção leiteira com maior período de permanência dos animais no rebanho, o que, por tratar-se de doença crônica, permite o aparecimento de lesões macroscópicas (AMENI et al., 2007). Estes autores realizaram estudo de prevalência da TB na Etiópia e verificaram que a maior prevalência da TB em animais da raça Holandês, bem como apresentação de lesões mais severas. Além disso, identificaram que animais entre cinco e nove anos de idade apresentam maior risco de apresentarem TB que animais jovens (até dois anos).

A avaliação mostrou que a distribuição espacial da TB no Sul de Minas Gerais foi randômica, exceto em 2008. Observa-se nos mapas que a distribuição dos municípios de origem é bem dispersa e a maioria apresenta apenas um caso. Poucos municípios apresentaram acima de cinco casos. Isso confirma que é uma doença endêmica, bastante dispersa no Sul de MG e com baixa prevalência (BELCHIOR, 2001). O fato de apresentarem casos isolados por município, também, indica que esses podem ser animais de descarte de fazendas leiteiras com infecções crônicas de maior gravidade. Isso demonstra a necessidade de fazer novos estudos com análise por pontos, considerando as fazendas de origem (CARPENTER, 2011; MARTÍNEZ et al., 2007).

No período avaliado, foram identificados 24 municípios considerados de alta prevalência de TB, considerando-se cinco casos ou mais por município ao ano. Estas informações podem contribuir para o monitoramento da situação epidemiológica da TB. A identificação dos municípios, de preferência das fazendas com casos e àqueles com maior número de casos pode contribuir para

que os serviços de defesa sanitária estadual direcionem as ações de controle e verifiquem a consistência dos registros da vigilância epidemiológica.

Municípios com maior frequência de casos podem ter intensificadas medidas de educação sanitária, implementação de testes tuberculínicos e abate dos animais reagentes, acompanhamento e orientação da compra de animais a fim de realizar testes e quarentena prévios, orientação e monitoramento sobre a saúde dos trabalhadores rurais. Além disso, poderão ser direcionadas ações de monitoramento sobre reservatórios domésticos, silvestres e sinantrópicos nestes municípios. Por tratar-se de regiões com sistema de produção de leite, devem ser consideradas higienização e desinfecção periódicas das instalações e equipamentos (ALLEPUZ et al., 2011; BRASIL, 2006; COLLINS, 2006; SKUCE; ALLEN; MCDOWELL, 2012). Dessa forma, isso já seria uma forma indireta de vigilância dos rebanhos monitorados. Por isso é interessante a análise por propriedades (análise espacial por pontos), que permitiria análise de risco mais criteriosa.

A correlação positiva para casos de tuberculose humana e bovina é citada por alguns autores referindo-se a países em desenvolvimento (MICHEL; MÜLLER; HELDEN, 2010). De Kantor et al. (2008), em trabalho realizado com países da América Latina, relacionaram a baixa porcentagem de infecção por *M. bovis* em humanos com reduzido acesso a métodos diagnósticos moleculares, contribuindo para subestimativa destes eventos. Os mesmo autores, embora confirmem a existência destas infecções, relatam que há baixa frequência. Dessa maneira, recomendam o controle sanitário e pasteurização do leite, inspeção de carnes em frigoríficos como medidas para contribuir com a saúde humana.

Estudos com maior área de abrangência devem buscar utilizar os dados do SIF para contribuir com monitoramento e avaliação dos dados da vigilância epidemiológica da TB com maior condição de validação das

ferramentas epidemiológicas utilizadas. Porém, essas análises espaço-temporais demonstram ser um caminho para cumprir esses objetivos.

Pelo observado conclui-se que este trabalho demonstra passos iniciais, que poderão ser úteis aos serviços de defesa sanitária animal e ao SIF, porém devem ser consideradas algumas limitações: 1. Trabalhou-se com dados secundários, que não possuem determinadas informações que seriam úteis às análises da distribuição da TB, como sexo e idade e outras; 2. Falhas no diagnóstico *post mortem*, uma vez que não são realizados testes confirmatórios; 3. Subnotificação por condenações parciais das carcaças bovinas, que não foram consideradas nos relatórios gerados pelo SIG.

Sugere-se que seria interessante um estudo espaço-temporal mais abrangente nas duas variáveis e, se possível, buscar relacionar outros fatores de risco para TB já conhecidos, como: características ambientais e socioeconômicas e produtivas.

Adicionalmente, sugere-se a utilização de métodos de diagnóstico complementares (p. ex. métodos moleculares, como PCR) na rotina dos serviços de inspeção veterinária com a finalidade de realizar um monitoramento com dados mais consistentes (ETTER et al., 2006; GUNNELL et al., 2012; RODRIGUES; VADWAI, 2012). Com a finalidade de ampliar a vigilância para tuberculose aos animais fornecidos à indústria, o estado do MT sancionou a Lei nº 10.149 de 11 de julho de 2014 criando o Plano de Vigilância para erradicação da tuberculose bovina no estado do Mato Grosso (MATO GROSSO, 2014). Nesta lei, um único caso tornará a propriedade foco da doença e deverão ser realizados testes confirmatórios compulsórios, bem como tomadas as ações de saneamento de maneira obrigatória sob supervisão do serviço de defesa estadual, INDEA/MT. Além disso, frigoríficos submetidos à inspeção municipal e

estadual serão obrigados a realizarem coleta e análise de material com indicativo de TB.

Sugere-se, também, a fim de agilizar o processo de análise, que o SIGSIF forneça aos analistas, banco de dados em formato de planilhas de controle e análise de dados (““.xls”, “.dbf”, “.accdb”).

6. CONCLUSÃO

O coeficiente de prevalência de condenações de bovinos por TB nos frigoríficos com SIF da mesorregião Oeste e sul de MG foi de 0,28%.

A análise da serie temporal sugere uma sazonalidade com diminuição da incidência em junho.

A análise espacial demonstrou uma distribuição aleatória ao longo dos anos.

Este estudo demonstrou que a utilização de banco de dados SIGSIF/MAPA, para análise de distribuição espaço-temporal pode ser utilizado a fim de contribuir para o monitoramento dos serviços de saúde animal com informações sobre a prevalência de TB na região do Oeste de Minas/ Sul de Minas Gerais. Deve ser feito com maior abrangência para permitir melhorar sua validade. Há necessidade de melhoria dos dados coletados nos frigoríficos para contribuir de forma mais efetiva para a defesa sanitária animal do país.

REFERÊNCIAS

- AHMAD, S. Pathogenesis, immunology, and diagnosis of latent *Mycobacterium tuberculosis* infection. **Clinical and Developmental Immunology**, Bethesda, v. 2001, p. 819-943, 2011.
- ALLEPUZ, A. et al. Analysis of the spatial variation of Bovine tuberculosis disease risk in Spain: 2006-2009. **Preventive Veterinary Medicine**, Amsterdam, v. 100, n. 1, p. 44-52, June 2011.
- AMENI, G. et al. High prevalence and increased severity of pathology of bovine tuberculosis in Holsteins compared to zebu breeds under field cattle husbandry in central Ethiopia. **Clinical and Vaccine Immunology**, Washington, v. 14, n. 10, p. 1356-1361, 2007.
- ASSEGED, B. et al. Evaluation of abattoir inspection for the diagnosis of *Mycobacterium bovis* infection in cattle at Addis Ababa abattoir. **Tropical Animal Health and Production**, Edinburgh, v. 36, n. 5, p. 537-546, June 2004.
- AUCHINCLOSS, A. H. et al. A review of spatial methods in epidemiology, 2000-2010. **Annual Review of Public Health**, Palo Alto, v. 33, p. 107-122, 2012.
- BALASHOV, I. U. S. Pavlovskii's parasitology school in the Zoological Institute RAS. **Parazitologiya**, Moscow, v. 37, n. 4, p. 249-258, July/Aug. 2003.
- BAPTISTA, F. et al. Prevalência da tuberculose em bovinos abatidos em Minas Gerais. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 56, n. 5, p. 577-580, 2004.
- BATELLA, W. B.; DINIZ, A. M. Análise espacial dos condicionantes da criminalidade violenta no estado de Minas Gerais. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 22, n. 1, p. 151-163, 2010.
- BATISTELLA, M. et al. Geotecnologias e gestão territorial na bovinocultura no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 40, p. 251-260, 2011. Suplemento.
- BAYRAKTAR, B. et al. Species distribution of the *Mycobacterium tuberculosis* complex in clinical isolates from 2007 to 2010 in Turkey: a prospective study. **Journal of Clinical Microbiology**, Washington, v. 49, n. 11, p. 3837-3841, Nov. 2011.

BEALE, L.; ABELLAN, J. J.; HODGSON, S. Methodologic issues and approaches to spatial epidemiology. **Environmental Health Perspectives**, Research Triangle Park, v. 116, n. 8, p. 1105-1110, Aug. 2008.

BELCHIOR, A. P. C. **Prevalência, distribuição regional e fatores de risco da tuberculose bovina em Minas Gerais**. 2001. 55 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2001.

BIFFA, D. et al. Risk factors associated with prevalence of tuberculosis-like lesions and associated mycobacteria in cattle slaughtered at public and export abattoirs in Ethiopia. **Tropical Animal Health and Production**, Edinburgh, v. 43, n. 2, p. 529-38, Feb. 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Decreto nº 30.691**, de 29 de março de 1952. Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA). Brasília, 1952. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Aniamal/MercadoInterno/Requisitos/RegulamentoInspecaoIndustrial.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2014.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 06, de 08 de janeiro de 2004. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 12 jan. 2004. Seção 1, p. 6.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Programa Nacional Controle e Erradicação da Brucelose e Tuberculose (PNCEBT)**: manual técnico. Brasília, 2006. 188 p.

BRASIL. Ministério da Saúde. **DATASUS**: rede interagencial de informações para saúde. Disponível em: <<http://www.tabnet.datasus.gov.br>>. Acesso em: 5 maio 2014.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Fundação Oswaldo Cruz. **Introdução à estatística espacial para a saúde pública**. Brasília, 2007a. 120 p. (Série Capacitação e Atualização em Geoprocessamento em Saúde, 3).

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Fundação Oswaldo Cruz. **Sistemas de informações geográficas e análise espacial na saúde pública**. Brasília, 2007b. 148 p. (Série Capacitação e Atualização em Geoprocessamento em Saúde, 2).

CARPENTER, T. E. The spatial epidemiologic (r)evolution: a look back in time and forward to the future. **Spatial and Spatio-Temporal Epidemiology**, New York, v. 2, n. 3, p. 119-124, 2011.

CARVALHO, M. S.; SOUZA-SANTOS, R. Análise de dados espaciais em saúde pública: métodos, problemas, perspectivas. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 21, n. 2, p. 361-378, 2005.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA.
Relatório PIBAGRO Minas Gerais: relatório PIBAgro. Disponível em:
<http://cepea.esalq.usp.br/pibmg/files/2013/01Jan_Dez.pdf>. Acesso em: 26 abr. 2014.

COLLINS, J. D. Tuberculosis in cattle: strategic planning for the future. **Veterinary Microbiology**, Amsterdam, v. 112, n. 2/4, p. 369-381, Feb. 2006.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE AGRICULTURA E PECUÁRIA.
Anuário brasileiro da pecuária 2013. Santa Cruz do Sul: Gazeta Santa Cruz, 2013. 128 p.

CORNER, L. A. et al. Efficiency of inspection procedures for detection of tuberculous lesions in cattle. **Australian Veterinary Journal**, Brunswick, v. 67, n. 11, p. 389-392, Nov. 1990.

CORNER, L. A. et al. Post mortem diagnosis of *Mycobacterium bovis* infection in cattle. **Veterinary Microbiology**, Amsterdam, v. 40, n. 1/2, p. 53-63, May 1994.

COSIVI, O. et al. Zoonotic tuberculosis due to *Mycobacterium bovis* in developing countries. **Emerging Infectious Diseases**, Atlanta, v. 4, n. 1, p. 59-70, Jan./Mar. 1998.

DE KANTOR, I. N. et al. Human *Mycobacterium bovis* infection in ten Latin American countries. **Tuberculosis Edinburgh Scotland**, Edinburgh, v. 88, n. 4, p. 358-365, July 2008.

DE KANTOR, I. N.; RITACCO, V. An update on bovine tuberculosis programmes in Latin American and Caribbean countries. **Veterinary Microbiology**, Amsterdam, v. 112, n. 2/4, p. 111-118, 2006.

ELLIOTT, P.; WARTENBERG, D. Spatial epidemiology: current approaches and future challenges. **Environmental Health Perspectives**, Research Triangle Park, v. 112, n. 9, p. 998-1006, June 2004.

ESLING, P.; AGON, C. Time-series data mining. **ACM Computing Surveys**, George, v. 45, n. 1, p. 1-34, Nov. 2012.

ETTER, E. et al. Risk analysis and bovine tuberculosis, a re-emerging zoonosis. **Annals of the New York Academy of Sciences**, New York, v. 1081, n. 1, p. 61-73, 2006.

FIRDESSA, R. et al. High prevalence of bovine tuberculosis in dairy cattle in central ethiopia: implications for the dairy industry and public health. **PLoS One**, San Francisco, v. 7, n. 12, Dec. 2012. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=High+prevalence+of+bovine+tuberculosis+in+dairy+cattle+in+central+ethiopia:+implications+for+the+dairy+industry+and+public+health.#>>. Acesso em: 10 mar. 2014.

FORRELAD, M. et al. Virulence factors of the *Mycobacterium tuberculosis* complex. **Virulence**, Austin, v. 4, n. 1, p. 1-64, 2013.

FU, T. A review on time series data mining. **Engineering Applications of Artificial Intelligence**, New York, v. 24, n. 1, p. 164-181, Feb. 2011.

GATRELL, A. C.; BAILEY, T. C. Interactive spatial data analysis in medical geography. **Social Science & Medicine**, New York, v. 42, n. 6, p. 843-855, Mar. 1996.

GÓMEZ-BARROSO, D. et al. Spatio-temporal analysis of tuberculosis in Spain, 2008-2010. **The International Journal of Tuberculosis and Lung Disease**, Paris, v. 17, n. 6, p. 5-51, 2013.

GUNNELL, M. K. et al. Comparison of two in-house real-time PCR assays with MTB Q-PCR alert and GenoType MTBDR plus for the rapid detection of mycobacteria in clinical specimens. **Journal of Medical Microbiology**, London, v. 61, n. pt10, p. 1459-1464, Oct. 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo agropecuário 2006**. Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 1 jul. 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção pecuária municipal (2012), referente ao Estado de MG**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 1 jul. 2014.

JOHNSON, R. **Introduction to point pattern analysis**. Saint Joseph: South Dakota School of Mines & Technology, 2004.

KELLY, G. E.; MORE, S. J. Spatial clustering of TB-infected cattle herds prior to and following proactive badger removal. **Epidemiology and Infection**, Cambridge, v. 139, n. 8, p. 1220-1229, 2011.

LATORRE, M. R. D. O.; CARDOSO, M. R. A. Análise de séries temporais em epidemiologia: uma introdução sobre os aspectos metodológicos. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, São Paulo, v. 4, n. 3, p. 145-152, nov. 2001.

MACIEL, E. L. et al. Spatial patterns of pulmonary tuberculosis incidence and their relationship to socio-economic status in Vitoria, Brazil. **The International Journal of Tuberculosis and Lung Disease**, Paris, v. 14, n. 11, p. 1395-1402, 2010.

MARTÍNEZ, H. Z. et al. Spatial epidemiology of bovine tuberculosis in Mexico. **Veterinaria Italiana**, Teramo, v. 43, n. 3, p. 629-634, 2007.

MATO GROSSO. Assembleia Legislativa do Estado de Mato Grosso. **Lei nº 10.149**, de 11 de julho de 2014. Dispõe sobre as ações de vigilância para erradicação da tuberculose no Estado de Mato Grosso. Cuiabá, 2014. Disponível em: <https://www.iomat.mt.gov.br/do/navegadorhtml/mostrar.htm?id=681578&edi_id=3748>. Acesso em: 10 jun. 2014.

MICHEL, A. L.; MÜLLER, B.; HELDEN, P. D. van. *Mycobacterium bovis* at the animal-human interface: a problem, or not? **Veterinary Microbiology**, Amsterdam, v. 140, n. 3/4, p. 371-381, Jan. 2010.

MINAS GERAIS. **Misorregiões e microrregiões**. Disponível em: <<http://www.mg.gov.br/governomg/ecp/contents.do?evento=conteudo&idConteudo=69547&chPlc=69547&termos=s&app=governomg&tax=0&taxn=5922>>. Acesso em: 30 jan. 2014.

MWAKAPUJA, R. S. et al. Prevalence and significant geospatial clusters of bovine tuberculosis infection at livestock-wildlife interface ecosystem in Eastern

Tanzania. **Tropical Animal Health and Production**, Edinburgh, v. 45, n. 5, p. 1223-1230, June 2013.

NG, I. C. et al. Spatial dependency of tuberculosis incidence in Taiwan. **PLoS One**, San Francisco, v. 7, n. 11, 2012. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23226371#>>. Acesso em: 10 mar. 2014.

NUNES, C. Tuberculosis incidence in Portugal: spatiotemporal clustering. **International Journal of Health Geographics**, London, v. 11, n. 6, p. 30-36, 2007.

ONOUZUKA, D.; HAGIHARA, A. Geographic prediction of tuberculosis clusters in Fukuoka, Japan, using the space-time scan statistic. **BMC Infectious Diseases**, London, v. 11, n. 7, p. 26-30, 2007.

OLIVEIRA, P. R. et al. Prevalência da tuberculose em carcaças e vísceras de bovinos abatidos em Uberlândia. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 38, p. 965-971, 1986.

PACIULO, D. S. C. et al. Disponibilidade de matéria seca, composição química e consumo de forragem em pastagem de capim-elefante nas estações do ano. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 60, n. 4, p. 904-910, 2008.

PAVLIK, I. The experience of new European Union Member States concerning the control of bovine tuberculosis. **Veterinary Microbiology**, Amsterdam, v. 112, n. 2/4, p. 221-230, Feb. 2006.

PFEIFFER, D.; ROBINSON, T.; STEVENSON, M. Spatial analysis in epidemiology. **Acta Tropical**, New York, n. 91, p. 219-225, 2008.

RANDREMANANA, R. V. et al. Spatial clustering of pulmonary tuberculosis and impact of the care factors in Antananarivo City. **Tropical Medicine & International Health**, Oxford, v. 14, n. 4, p. 429-437, 2009.

RODRIGUES, A. L.; RUFFINO-NETTO, A.; CASTILHO, E. A. de. Spatial distribution of M. tuberculosis-HIV coinfection in São Paulo State, Brazil, 1991-2001. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 40, n. 2, p. 265-270, abr. 2006.

RODRIGUES, C.; VADWAI, V. Tuberculosis: laboratory diagnosis. **Clinics in Laboratory Medicine**, New York, v. 32, n. 2, p. 111-127, June 2012.

RYTKÖNEN, M. J. Not all maps are equal: GIS and spatial analysis in epidemiology. **International Journal of Circumpolar Health**, Toronto, v. 63, n. 1, p. 9-24, Mar. 2004.

SKUCE, R. A.; ALLEN, A. R.; MCDOWELL, S. W. J. Herd-level risk factors for bovine tuberculosis: a literature review. **Veterinary Medicine International**, New York, v. 2012, 2012. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22966479#>>. Acesso em: 10 mar. 2014.

TEKLUL, A. et al. Tuberculous lesions not detected by routine abattoir inspection: the experience of the Hossanamunicipalabattoir, southern Ethiopia. **Revue Scientifique et Technique**, Paris, v. 23, n. 3, p. 957-964, Dec. 2004.

TIWARI, N. et al. Investigation of geo-spatial hotspots for the occurrence of tuberculosis in Almora district, India, using GIS and spatial scan statistic. **International Journal of Health Geographics**, London, v. 10, n. 5, p. 33-36, 2006.

VINE, M. F.; DEGNAN, D.; HANCHETTE, C. Geographic information systems: their use in environmental epidemiologic research. **Environmental Health Perspectives**, Research Triangle Park, v. 105, n. 6, p. 598-605, June 1997.

VORDERMEIER, M. et al. The influence of cattle breed on susceptibility to bovine tuberculosis in Ethiopia. **Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases**, Oxford, v. 35, n. 3, p. 227-232, 2012.

WANG, T. A. O. et al. The spatial epidemiology of tuberculosis in Linyi City, China, 2005-2010. **BMC Public Health**, London, v. 12, p. 1-7, Oct. 2012.

WARREN LIAO, T. Clustering of time series data: a survey. **Pattern Recognition**, Amsterdam, v. 38, p. 1857-1874, 2005.

ZHANG, Z.; JIN, J. M.; LIU, F. The application of geographic information system (GIS) in the field of public health. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON GEOSCIENCE AND REMOTE SENSING, 2., 2010, Qingdao. **Proceedings...** Qingdao: IITA-GRS, 2010. p. 442-445.

ZINSSTAG, J. Towards effective control of bovine tuberculosis in Africa: a case for public engagement in science. **Ethiopian Journal of Health Development**, Addis Ababa, v. 22, p. 117-118, 2008. Special issue.