



Universidade Federal do Piauí - UFPI

Centro de Ciências Agrárias - CCA

Programa de Pós-graduação em Tecnologias Aplicadas a Animais de Interesse

Regional - PPGTAIR

Linha de Pesquisa: Biotecnologia Celular e Aplicabilidades

**ROSELMA DE CARVALHO MOURA**

**ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DE MORMO NO PIAUÍ**

**TERESINA, PI**

**2023**

**ROSELMA DE CARVALHO MOURA**

**ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DE MORMO NO PIAUÍ**

Dissertação de mestrado apresentada ao programa de pós graduação PPGTAIR da Universidade Federal do Piauí, como requisito parcial para a obtenção do grau de mestre em Diagnósticos avançados em medicina veterinária

**Orientador:** Prof. Dr. David Germano  
Gonçalves Schwarz

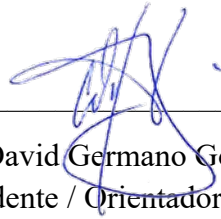
**TERESINA, PI**

**2023**

ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DE MORMO NO PIAUÍ

ROSELMA DE CARVALHO MOURA

BANCA EXAMINADORA:

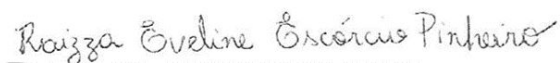


---

Prof. Dr. David Germano Gonçalves Schwarz  
(Presidente / Orientador) / UDESC

---

Prof. Dr. Ricardo Antônio Pilegi Sfaciotte  
(Examinador externo) / UDESC



---

Profa. Dra. Raizza Eveline Escórcio Pinheiro  
(Examinadora interna) / DMV/CCA/UFPI

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Piauí que considero minha segunda casa;  
Ao PPGTAIR pela oportunidade de aprendizado, em especial aos professores (as) David Schwarz, Maria Acelina, Napoleão Argolo, Maria do Socorro, Dayseanny Bezerra, pelo acolhimento e por tudo apoio e incentivo que recebi nesses períodos que estive cursando o mestrado, a UFPI é privilegiada em ter professores tão excepcionais compondo o quadro de professores desta casa. Meu muito obrigada ao Francisco Alysson pelo apoio e colaboração.

Agradeço a DEUS, pelo amor incondicional e por permitir chegar até aqui, sem medo de errar esses últimos anos foram os anos mais desafiadores da minha vida, vi a doença quase devastar minha família por repetidas vezes. Que benção poder conhecer o professor e orientador David Germano, sem medo de errar uma das pessoas mais evoluídas espiritualmente, educada e paciente que conheci, ter o senhor como orientador me proporcionou estar hoje aqui, inúmeras vezes pensei em desistir porém quando me lembrava de suas palavras de acreditação e compreensão me fazia acreditar que era possível, sua presença nesse período foi decisiva dentro do mestrado. Através do contato com o professor David, percebi que estudava de forma errada comprometendo meu aprendizado, graças ao senhor descobri meu método de aprender. Obrigada pela paciência, desculpas pelo trabalho que lhe dei, saiba que o senhor sempre estará em minhas orações. Deus tem orgulho do ser humano que você é.

Aos meus pais Luiz Moura e Maria Ferreira por nunca terem poupado esforços em ver meus sonhos realizados. Ao meu filho José Luís pela paciência, Deus foi muito bondoso em me presentear com você para ser meu filho. Aos sobrinhos (as): Heliza, Manuela e Raul. As minha irmãs Rosana, Adriana e Ana Maria, pelo companheirismo e apoio;

Agradecer a (ADAPI) em especial a pessoas da Cécilia por agilizar a liberação dos dados oficiais que foram decisivos para elaboração deste estudo. Aos meus amigos, e a todos àqueles que de alguma forma me forneceram suporte e colaboraram neste percurso.

## LISTA DE ABREVIações

Centro De Ciências Agrárias	<b>CCA</b>
Universidade Federal Do Piauí	<b>UFPI</b>
Piauí	<b>PI</b>
Agencia De Defesa Sanitária Do Estado Do Piauí	<b>ADAPI</b>
Ministério Da Agricultura Pecuária E Abastecimento	<b>MAPA</b>
Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística	<b>IBGE</b>
Plano Nacional De Sanidade Dos Equídeos	<b>PNSE</b>
Organização Mundial De Saúde Animal	<b>OIE</b>
Estados Unidos	<b>Eua</b>
Ácido Desoxirribonucleico	<b>DNA</b>
Lipopolissacarídeo	<b>LPS</b>
Combined Positive Score	<b>Cps</b>
Fixação Complemento	<b>Fc</b>
Ensaio De Imunoabsorção Enzimática	<b>ELISA</b>
Western Blotting	<b>Wb</b>
Derivado Proteico Purificado	<b>PPD</b>
Guia De Trânsito Animal	<b>GTA</b>
Anemia Infecciosa Equina	<b>Aie</b>
Serviço Veterinário Oficial	<b>Svo</b>
Normas Regulamentadoras Da Segurança E Medicina Do Trabalho	<b>“NR</b>
Sistema IBGE De Recuperação Automática	<b>SIDRA</b>
Risco De Incidência	<b>RI</b>
Risco Relativo	<b>RR</b>
Open Source Geospatial Foundation	<b>Osgeo</b>
Chile	<b>CHI</b>
Programa De Pós-Graduação Em Tecnologias Aplicadas A Animais De Interesse Regional	<b>PPGTAIR</b>
Centro de ciências Agroveterinarias	<b>UDEC/CAV</b>

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b>	Número total de casos, frequência relativa e risco de incidência do mormo em equídeos de acordo com as mesorregiões e municípios do Piauí entre 2015 e 2022.	30
-----------------	--	----

## LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1** Localização do estado do Piauí no território brasileiro (A) e subdivisões em mesorregiões do estado (B).
- FIGURA 2** Localização do estado do Piauí (PI) em relação aos estados brasileiros: Bahia (BA), Sergipe (SE), Alagoas (AL), Pernambuco (PE), Paraíba (PB), Rio Grande do Norte (RN), Ceará (CE), Maranhão (MA), Tocantins (TO) e Pará (PA). Regiões em destaque no interior do PI representam os municípios com casos positivos confirmado de mormo entre os anos de 2015 a 2022.
- FIGURA 3** Distribuição espacial do risco de incidência (por 10.000 equídeos) do mormo por ano, compreendendo os anos de 2015 a 2022 nos municípios do Piauí.
- FIGURA 4** Distribuição espaço-temporal do mormo em equídeos no Piauí, Brasil, entre 2015 a 2022.

## RESUMO

O mormo é uma enfermidade infectocontagiosa que acomete os equídeos e caracteriza-se com uma grave zoonose. Com objetivo de avaliar o impacto do mormo no estado do Piauí, o presente estudo objetivou avaliar a distribuição geográfica de mormo nos diferentes municípios piauienses entre 2015 a 2022. Para esse período, realizou-se a obtenção do número de focos e casos de mormo por município e ano por meio dos dados obtidos pela Agência de Defesa Agropecuária do Estado do Piauí – ADAPI. Ainda, dados do censo dos animais foram obtidos pelo IBGE. Realizou-se a epidemiologia descritiva, e avaliação do risco de incidência da doença no espaço-tempo. Por fim, utilizou-se o software SatScan para detecção de cluster de maior risco de infecção. Os resultados demonstraram que no Piauí, os casos de mormo estão localizados em municípios da mesorregião do norte e centro-norte, principalmente nos municípios de Campo maior com 6 focos e 9 casos; Teresina com 5 focos e 6 casos; Altos com 4 focos e 14 casos; União com 3 focos e 6 casos e; Piracuruca com 3 focos e 3 casos. Além disso, quando analisado os RI (por 10,000 equídeos) nos municípios, os maiores ocorreram em Campo Maior (RI= 257,95), Paes Landim (RI=158.42) e Boqueirão do Piauí (RI=157,75). A análise de cluster revelou a formação de um único cluster primário com risco relativo de 14,88 entre 2019 a 2022, englobando 34 municípios da região norte e centro-norte. Portanto, no Piauí, mormo tem se demonstrado bem localizada, com notificação frequente principalmente em municípios fronteiriços e que apresentem frequentes eventos equestres. Além disso, Piauí tem potencial para propagação entre municípios e estados fronteiriços, devendo utilizar ações conjuntas para o controle da doença no estado. Contudo, no presente ano, houveram alterações importantes de instruções normativas referente ao diagnóstico de mormo no Brasil, podendo impactar na notificação de casos nos diferentes estados brasileiros. Este é o primeiro estudo demonstrando a distribuição dos casos notificados de mormo nos municípios do estado do Piauí.

**Palavras-chave:** epidemiologia, *Burkholderia mallei*, riscos, análise de cluster.



## ABSTRACT

Glanders is an infectious disease that affects horses and is characterized by a serious zoonosis.. With the objective of evaluating the impact of glanders in the state of Piauí, the present study aimed to evaluate the geographical distribution of glanders in the different municipalities in Piauí between 2015 and 2022. For this period, the number of outbreaks and cases of glanders per municipality and year was determined through data obtained by the Agricultural Defense Agency of the State of Piauí – ADAPI. Still, animal census data were obtained by IBGE. Descriptive epidemiology was performed, as was an assessment of the risk of disease incidence in space and time. Finally, the SatScan software was used to detect clusters with a higher risk of infection. The results showed that in Piauí, cases of glanders are located in municipalities in the northern and central-northern mesoregions, mainly in the municipalities of Campo Maior, with 6 outbreaks and 9 cases; Teresina with 5 foci and 6 cases; Altos, with 4 foci and 14 cases; União, with 3 foci and 6 cases; and Piracuruca, with 3 foci and 3 cases. Furthermore, when analyzing the RI (per 10,000 horses) in the municipalities, the highest occurred in Campo Maior (RI= 257.95), Paes Landim (RI=158.42) and Boqueirão do Piauí (RI=157.75). Cluster analysis revealed the formation of a single primary cluster with a relative risk of 14.88 between 2019 and 2022, encompassing 34 municipalities in the north and central-north regions. Therefore, in Piauí, glanders have been shown to be well located, with frequent notification mainly in border municipalities that present frequent equestrian events. In addition, Piauí has the potential to spread between municipalities and border states, and should use joint actions to control the disease in the state. However, this year, there were important changes in normative instructions regarding the diagnosis of glanders in Brazil, which may impact the reporting of cases in different Brazilian states. This is the first study demonstrating the distribution of reported cases of glanders in municipalities in the state of Piauí.

**Keywords:** epidemiology, *Burkholderia mallei*, risks, cluster analysis.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	10
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	12
2.1. Histórico.....	12
2.2. Etiologia.....	13
2.3. Epidemiologia .....	15
2.4. Patogenia.....	17
2.5. Manifestação clínica da doença.....	18
2.6. Diagnósticos .....	19
2.7. Achados anatomopatológicos .....	22
2.8. Tratamento .....	22
2.9. Profilaxia e controle.....	23
2.10. Erradicação de focos no Brasil.....	23
3. OBJETIVOS .....	25
3.1. Objetivos gerais.....	25
3.2. Objetivos específicos .....	25
4. MATERIAL E MÉTODO .....	25
4.1. Área do estudo e coleta de dados .....	25
4.2. Análise epidemiológica descritiva no espaço e no tempo .....	27
4.3. Análise de cluster de alto risco de infecção .....	27
4.4. Mapas e gráficos.....	28
5. RESULTADOS.....	28
6. DISCUSSÃO .....	33
7. CONCLUSÃO .....	38
8. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA .....	39

## 1. INTRODUÇÃO

A equinocultura, composta por um rebanho de aproximadamente 5 milhões de equinos, movimenta anualmente na economia brasileira cerca de R\$ 16,5 bilhões ocupando o terceiro lugar na América Latina e gerando em torno de três milhões de empregos (MAPA, 2017).

Segundo o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2017), o Sudeste é a região brasileira em que é encontrada a maior população equina, seguida do Nordeste, Centro-Oeste, Sul e Norte. O Piauí é o décimo sétimo estado com maior população de cavalos no país (IBGE, 2017). Esse estado recebeu os primeiros cavalos em 1544 advindos do estado do Pernambuco, trazidos pelos jesuítas para a região sul do Piauí e pelos ciganos para a região central. Estes animais vieram por diversas razões dentre elas para auxiliar no desbravamento de terras (OLIVEIRA, 2000). Acredita-se que junto com a sua expansão trouxe consigo também a disseminação de vários patógenos que se somaram aos que já existiam no ambiente e, conseqüentemente, houve o aumento de doenças e ampliação da gravidade delas, visto que, até então, o sistema imunológico destes animais não reconhecia essas novas enfermidades (OLIVEIRA, 2000).

Dentre as doenças de relevância para a equinocultura, conforme levantamentos epidemiológicos realizados e relatórios da Organização Mundial de Saúde Animal (OIE), pode -se destacar doenças como a Anemia Infecciosa Equina, Influenza Equina, Raiva, Mormo e as Encefalomielites Equina do Leste, Oeste e Venezuelana, sendo todas consideradas doenças de notificação obrigatória (OIE, 2017). A obrigatoriedade de notificação destas patologias ao Serviço Veterinário Oficial é decorrente da característica de fácil disseminação além do potencial zoonótico de algumas destas, ameaçando a saúde de humanos que possuem contato direto com estes animais.

Devido a necessidade de garantir proteção humana e animal, em 26 de agosto de 2005 foi criada pela lei ordinária nº 5.123, a Agência de Defesa Agropecuária do Piauí (ADAPI), com o intuito de planejar, normatizar, coordenar e executar as ações de defesa agropecuária dentro do Estado, compatibilizando-as com as diretrizes da política agropecuária nos âmbitos estadual a federal. A

ADAPI possui uma sede oficial e unidades espalhadas por todos os 224 municípios do Piauí, responsáveis pela fiscalização e jurisdição. A sede da Agência, localizada em Teresina, é responsável pela condensação dos dados enviados pelas unidades de atendimento e repassar os mesmos ao MAPA, através da Superintendência Federal da Agricultura (BORGES.Y. M. F, et al 2020).

O estado do Piauí, que fica localizado na região Nordeste do Brasil, possui dois tipos de clima (semiárido e tropical) e um plantel estimado em aproximadamente 176 mil equinos (ADAPI, 2022). Além da população equina já existente, observa-se uma tendência a crescente do número destes animais, fomentada pelo desenvolvimento das práticas esportivas equestres que estimulam a criação, compra, venda e consequente transporte intermunicipal e interestadual destes animais facilitando a propagação de enfermidades contagiosas (WITTIG et al. 2006).Dentre essas doenças, tem-se destacado o aumento na quantidade de animais infectados pela bactéria *Burkholderia mallei*, bacilo gram-negativo, aeróbio, agente etiológico do Mormo (ABREU, 2020). Esta é uma das mais antigas doenças relatadas nos equídeos e está entre as mais ameaçadoras à equinocultura brasileira, devido a obrigatoriedade de notificação aos serviços oficiais de defesa com uma série de restrições referentes ao transporte de animais vivos ou de carne, passível de ações sanitárias e sacrifício obrigatório sem indenização dos animais positivos e fazendo parte do plano nacional de sanidade dos equídeos (PNSE) (MOTA, 2006).

Os humanos são hospedeiros acidentais da infecção por *B. mallei*, seja por inoculação cutânea ou inalação, mas na maioria das vezes por contato direto com animais infectados, carcaças ou exposição em laboratório, caracterizando-se, portanto, como uma doença ocupacional. As infecções causadas por esta bactéria variam de infecções agudas a crônicas e os equídeos infectados podem ser subclínicos, dificultando o diagnóstico (KHAKHUM et al., 2019).

A transmissão ocorre de forma facilitada quando existe contato direto entre animais sadios com aqueles portadores subclínicos, assim como por meio indireto através de fômites (MORAIS, 2011). Apesar dos esforços sanitários para controlar e erradicar a doença, está ainda persiste em vários países no mundo, sendo no Brasil uma doença “reemergente” (OIE, 2016). Nos muares e asininos a forma aguda é mais comum, enquanto nos cavalos há maior probabilidade de

desenvolver doenças crônicas e latentes. As mulas são suscetíveis a formas agudas, crônicas e latente da doença.

Em humanos os sintomas do mormo são inespecíficos, podendo apresentar febre, cefaleia, letargia e até mesmo evoluir para complicações graves e fatais (SINGHA et al., 2020). Como medidas de controle e profilaxia da doença, preconiza-se a desinfecção das instalações e equipamentos (cabrestos e arreios), fômites, dentre outras medidas de controle sanitário no interior e exterior dos criatórios de equídeos, controle de trânsito interestadual (apresentação de exame negativo de mormo), e notificação de foco suspeito (BRASIL, 2001; ROSADO, 2018).

Devido ao aumento da população equina no Piauí com intensificação na movimentação intermunicipal e interestadual, bem como a carência de informações da condição sanitária dos equídeos, o presente estudo analisou a distribuição de casos de mormo no Piauí entre o período de 2015 a 2022, por meio de análise espacial, temporal e espaço-temporal.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. Histórico**

O mormo é uma das mais antigas doenças dos equídeos, já mencionada por Aristóteles e Hipócrates nos séculos II e IV a.C (MOTA, 2016). Em 1862, pesquisadores conseguiram isolar a bactéria e reproduzir a doença experimentalmente em animais, vinte anos depois, em 1882, a *Burkholderia mallei* foi descrita com mais detalhes sobre sua morfologia. Em 1914, já tendo sido observado o grande potencial patológico deste agente em equídeos, a bactéria foi usada como arma biológica contra equinos dos EUA. Em 1940 a Romênia, Polônia e Rússia foram os países mais afetados pelo Mormo, contudo nas décadas subsequentes houve diminuição no surgimento de casos (MOTA, 2016).

No Brasil, esta doença foi descrita pela primeira vez em 1811, provavelmente originária de animais infectados importados da Europa (PIMENTEAL, 1938) e atingiram Rio de Janeiro, Salvador e São Paulo. Em 1968 foi considerada uma doença erradicada, porém, em 1999 relatou-se a ocorrência em equídeos que trabalhavam na cana-de-açúcar nos estados de Pernambuco

e Alagoas, região Nordeste do país. Esses animais apresentavam quadros de linfangite e nódulos cutâneos, além de pneumonia com abscessos, os quais foram primeiramente suspeitados pelo professor Rinaldo A. Mota, da Universidade Federal Rural de Pernambuco (MOTA e PINHEIRO JÚNIOR, 2022) A partir de então, focos de Mormo foram reportadas em diferentes estados brasileiros, tornando o Brasil como o país de maior importância endêmica na América do Sul.

Embora haja poucos trabalhos avaliando a condição de propagação espacial de mormo no Brasil, Fonseca-Rodrigues et al. (2019) verificaram que de janeiro de 2005 até dezembro de 2016, foram registrados 697 focos da doença no país, onde o Nordeste aparece com 61,4% (428/697) do total de focos, suspeitando-se que esta doença nunca tenha sido erradicada no território nacional. Após o ressurgimento da doença no Brasil e em outros países como Índia, China, Iraque, Mongólia, Turquia, Emirados Árabes e Paquistão, o mormo passou a ser considerada como reemergente (BRASIL, 2018; KETTLE, 2016) e com alto potencial zoonótico, embora ainda subnotificada.

Com o aumento da incidência do Mormo no Brasil, os órgãos competentes foram obrigados a adotar medidas de controle e profilaxia para prevenir a disseminação do agente em regiões que até então eram consideradas livres da doença (MOTA et al., 2000). Curiosamente, o aumento dos números de casos está diretamente relacionado a circulação intensa de animais destinados a reprodução, eventos equestres e entretenimento (MOTA, 2016).

Atualmente, esta enfermidade consta na lista geral da OIE, sendo de notificação obrigatória, portanto, qualquer sinal clínico característico deve-se dar conhecimento aos órgãos competentes (OIE, acessado em 10/05/2023).

## **2.2. Etiologia**

O mormo é causado pela *Burkholderia mallei*, bactéria é um bacilo gram-negativa pleomófico, isolado ou em pequenas cadeias, medindo de 2 a 5 µm de comprimento e 0,5µm de espessura, intracelular facultativa, aeróbio, não esporulado e imóvel, composta de uma cápsula de polissacarídeo, sendo esta estrutura responsável pela sua virulência (DESHAZER et al., 2001), Em esfregaços frescos são numerosos, mais decaem em número com o tempo, também mostram bastante pleomorfismo em esfregaços antigos (WERNERY,

2009; SINIGA, 2023). As espécies de *Burkholderia* são  $\beta$ proteobactérias bacilares, notáveis por sua versatilidade de metabolismos e de habitats (CHAIN et al., 2006) e pela natureza multipartida de seus genomas, divididos em cromossomos (NIERMAN et al., 2004). Estudos genômicos e epidemiológicos sugerem que *B. mallei* seja um clone que emergiu de *B. pseudomallei* e tenha uma predisposição mais restrita em relação a hospedeiros (GODOY et al., 2003). Ambos patógenos apresentam características similares e de impressionantes versatilidade e resistência (GILLIGAN et al., 2003). O nicho ecológico primordial da *B. mallei* parece ser as vias aéreas de equinos, enquanto a bactéria apresenta pouca capacidade de sobrevivência no ambiente (GILLIGAN et al., 2003).

É considerada um potencial arma bioterrorista, por ser resistente a vários antimicrobiano, não apresentando cura e ainda por causar alta letalidade nos indivíduos que a contraem (WHITLOCK et al. 2007; SOUZA, 2012).

É uma zoonose, ou seja, pode infectar o homem, outras espécies também podem se infectar a exemplo de pequenos ruminantes e dos carnívoros. Os bovinos, suínos e aves, são resistentes a bactéria.

*B. mallei* foi isolada primeiramente no ano de 1882 do fígado e baço de um cavalo, e desde a sua descoberta o patógeno foi classificado diversas vezes como: *Loefferella mallei*, *Pfeiffeilla mallei*, *malleomyces mallei*, *actinobacillus mallei*, *Corynobacterium mallei*, *Mycobacterim mallei*, *Pseudomonas mallei* e *Bacillus malei* (MORAES, 2011; WHITLOCK et al. 2007).

Com auxílio da tecnologia de caracterização de DNA no ano de 1992, foi possível chegar ao reconhecimento do novo gênero *Burkholderia*. Acredita-se que a *Burkholderia* seja modificação de uma cepa da *B. pseudomallei*, agente que causa a melioidose em humanos e naturalmente vive no solo. Uma vez que apresentam muitas similaridades, limitando-se a umas poucas diferenças entre elas, a capacidade de sobreviver do agente, pois a *B. mallei* necessita de um hospedeiro para a sua sobrevivência. A diferenciação do agente causal é de fundamental importância no controle de reações cruzadas nos testes de triagem e confirmatórios previstos pelo ministério da agricultura, pecuária e abastecimento (MORAES, 2011).

A bactéria *B. mallei* não sobrevive sob forte radiação ultravioleta direta e é sensível a maioria de compostos químicos e desinfetantes como: iodo, permanganato de potássio, cloreto de mercúrio em álcool, cloreto de benzalcônio

(1/2000), hipoclorito de sódio (500ppm de cloro ativo), etanol a 70%, glutaraldeído a 2%, sendo menos susceptível aos desinfetantes fenólicos (BEER, 1999)

Apresenta sensibilidade a radiação solar direta, quando mantida em uma temperatura de 55° C durante 10 minutos consegue-se destruí-la. Pode sobreviver por mais de 6 semanas a vários meses em áreas contaminadas desde haja fatores que favoreçam a sua sobrevivência. É viável na água da torneira por pelo menos 1 mês, ambientes úmidos e com baixa incidência solar, são fatores importantes como fonte de infecção (OIE, 2016).

*A. B. mallei* é também capaz de secretar uma cápsula de polissacarídeo, como recurso para fugir da fagocitose pelos leucócitos e macrófagos. Esta cápsula é considerada um fator de virulência importante o qual é responsável por aumentar sua capacidade de sobrevivência (CREMASCO E ROCHA, 2016).

### 2.3 Epidemiologia

O mormo é uma zoonose, altamente contagiosa para os equídeos e frequentemente fatal em humanos. Os equídeos são muito susceptíveis sendo considerados reservatórios naturais para a infecção (MOTA, 2020).

A infecção por *B. mallei* acontece por meio do consumo de alimentos contaminados, visto que o agente pode infectar ao entrar em contato com a mucosa intestinal, sendo a via oral a principal porta de entrada da bactéria, e as vias aerógena e cutânea de grande importância na sua transmissão (FALCAO et al, 2019).

Aglomerado em ambientes secos favorece a disseminação e transmissão da bactéria por via respiratória. Fezes e urina ocasionalmente podem conter o agente (MOTA, 2006) o qual não tem predileção por sexo ou idade, todavia animais subnutridos e com alta intensidade de trabalho são mais propensos a manifestação da doença (RAMOS et al., 2021).

O contato entre animais, bem como o uso de bebedouros e comedouros em comum facilita a disseminação do mormo. O compartilhamento de embocaduras e outros acessórios também são fatores de risco para a propagação em virtude da presença de secreções de animais infectados (KHAN et al., 2012). Moscas



domésticas (*Musca domestica*) são importantes vetores mecânicos na transmissão da bactéria, uma vez que podem carrear o agente das lesões da pele de equídeos infectados para os demais animais da propriedade (HENNING, 1956).

Um dos principais fatores agravantes da disseminação da doença consiste no fato de que nem todos os equinos apresentam sinais clínicos, desta forma, os principais responsáveis pela disseminação da doença são os indivíduos subclínicos que vivem livremente e perpetuam o ciclo da doença (ROSADO, 2018).

O período de incubação do mormo varia de acordo com a susceptibilidade da espécie e fatores de exposição, podendo levar cerca de 6 dias até meses para a manifestação da doença. Nos asininos e muares a enfermidade se apresenta de forma aguda e nos equinos, em sua maioria, de forma crônica (KHAN et al., 2012).

Em humanos, o mormo é dito como raro, entretanto quando ocorre o contágio este pode ser fatal. Em 2020, foi relatado no estado de Sergipe, o caso de uma criança, que possuía contato com equinos, manifestando a forma clínica. O paciente apresentou inicialmente forte dor torácica seguida de febre e dispneia com piora mesmo após a instituição de antibioticoterapia. Observou-se efusão pleural e pericardite e então foi feita a coleta do conteúdo presente em abscessos sendo isolado *B. mallei*. Após longo tratamento, que persistiu por 12 semanas, a criança obteve melhora clínica (SANTOS JUNIOR, et al., 2020). Esse fato, reforça que a doença pode acometer os humanos e desenvolver formas clínicas que podem confundir os médicos que não levam em consideração o histórico epidemiológico dos pacientes com pneumonias não responsivas à antibioticoterapia. Dessa forma, frequentemente ocorrem casos de subnotificação, resultando em raros relatos comprovados da infecção. Interessantemente, (DIEHL, 2013) descreveu que os profissionais que estão sujeitos ao contágio geralmente são os tratadores, médicos veterinários e pessoas ligadas diretamente a animais positivos, caracterizando-se, portanto, como doença ocupacional. O autor relata ainda que existem diferentes tipos de manifestações da doença no corpo humano, como febre e diarreia, as quais podem desenvolver-se na forma pulmonar de modo generalizado ou por infecção do tipo crônica.

A transmissão do agente etiológico para seres humanos pode também ocorrer por meio da ingestão de alimentos contaminados com secreções de animais infectados, como descargas nasais, conteúdo de abscessos além de urina, saliva e fezes principalmente em ambientes úmidos com pouca exposição a luz solar (TIMONEY, 2013). Outras vias de infecção que também são comuns, são a via aerógena, através da inalação do agente infeccioso, e a via cutânea mediante perdas de soluções de continuidade da pele tornando-se porta de entrada para a bactéria (COIMBRA et al., 2019).

## 2.4 Patogenia

A principal via de infecção por *B. mallei* é a digestiva, por meio de alimentos e água contaminados. Outras vias, tais como a respiratória e a cutânea, também podem estar envolvidas (LEOPOLDINO, et. al., 2009; DITTMANN, et. al., 2015).

*B. mallei* penetra na faringe ou mucosa intestinal, alcançando a corrente linfática. Ao chegar aos gânglios linfáticos regionais a bactéria se multiplica e, em seguida, alcança a corrente sanguínea, e se dissemina nos capilares linfáticos dos pulmões, formando focos inflamatórios. Romão et al. (2013) relata que em poucos casos o animal pode eliminar a bactéria valendo-se do seu sistema imune.

Nos animais infectados formam-se lesões primárias no ponto de entrada, expandindo-se para o sistema linfático onde produzem lesões nodulares. Lesões metastáticas são formadas nos pulmões e em outros órgãos, como baço, fígado e pele. No septo nasal podem ocorrer lesões primárias de origem hematogena ou secundária a um foco pulmonar (SOUZA, 2012).

A imunidade é predominantemente mediada pela via celular e pesquisadores atribuem aos anticorpos LPS (lipopolissacarídeo) e CPS (Combined Positive Score) o comportamento intra-fagocítico da bactéria, corroborando para que a doença se manifeste em pacientes imunodeprimidos. Este fato justificaria o porquê os equinos apresentam principalmente infecção subclínica ou são portadores subclínicos, sendo então identificados como únicos reservatórios naturais da *B. mallei* na natureza (MORAES, 2011).

*B. mallei* tem predileção pela via respiratória superior, pele e mucosa oral. As secreções produzidas nesses locais constituem de maior importância como

fonte de contaminação para o ambiente, e com menos frequência pode comprometer outros órgãos como fígado e baço, produzindo nódulos firmes em seu parênquima (SRINIVASAN et al., 2001).

## **2.5 Manifestação clínica da doença**

As formas do mormo nos animais são descritas de acordo com a localização da lesão primária, portanto, três formas da doença são normalmente descritas; nasal, pulmonar e cutânea. Nasal e formas pulmonares tendem a ser mais agudas na natureza, enquanto a forma cutânea da doença é um processo crônico. Os casos agudos de mormo morrem em poucos dias ou dentro de até 4 semanas. Uma forma latente de mormo também tem sido descrita, os animais podem manifestar alguns outros sinais mais brandos como uma descarga nasal e dispneia (OIE, 2013).

Na forma aguda da doença, o animal pode apresentar os sinais de febre e ulceração de nódulos, porém o fator decisivo para a sua letalidade será a evolução mais rápida para a septicemia, ocorrendo em horas ou dias (ROMÃO et. al., 2013).

A doença crônica é caracterizada por três tipos de manifestação clínica, de acordo com a localização da lesão primária, sendo comumente descrita; nasal e pulmonar, ou cutânea, porém não são excludentes, um animal pode apresentar uma forma ou todas simultaneamente (MOTA, 2006).

De acordo com os sinais clínicos, o mormo pode ser classificado por meio de três diferentes apresentações, as quais possivelmente aparecem de forma simultânea, sendo elas pulmonar, cutâneo e nasal. Animais acometidos com a apresentação pulmonar demonstram tosse, epistaxe, pneumonia, febre e dificuldade respiratória. Estes sinais surgem em quase todos os equídeos afetados clinicamente (RADOSTITS et al., 2007).

Na forma cutânea, os animais apresentam linfangites e linfadenites que podem ulcerar e liberar pus que é fonte importante de contaminação. Na forma nasal, os principais sinais são a formação de nódulos na mucosa nasal com ulcerações e descargas mucopurulentas (NICOLETTI, 2007). Interessante ainda, que a erupção dos nódulos na mucosa nasal e cutânea, também pode

formar cicatrizes irregulares que são denominadas de “lesões tipo estrela”, muito observada pelo clínico no momento da anamnese.

A progressão da doença frequentemente é aguda, principalmente em muaras e asininos, e subaguda ou crônica em equinos. Nesta última forma, o animal infectado pode posteriormente apresentar piora clínica com manifestação de sinais mais graves e até morte, contudo, ocorrer a cura clínica, mas tornando-se portador (GALYOV et al., 2010). Em casos agudos, a doença manifesta-se inicialmente com febre, apatia, edemas, falta de apetite, corrimento nasal e tosse, evoluindo com formação de nódulos e ulcerações, podendo resultar em septicemia (KHAN et al., 2012), embora incomum.

Contudo, a maioria dos casos apresentam-se de forma subclínica, sendo os animais nessa forma clínica apresentam sensibilidade e são os principais responsáveis pela disseminação da doença (ROSADO, 2018). Fato preocupante, principalmente aliado a falta de conhecimento dos proprietários de equídeos com relação aos aspectos epidemiológicos e clínicos da doença. Bem como a conduta irresponsável de muitos proprietários que visam ao lucro em detrimento da inobservância dos riscos à saúde humana e animal (ROSADO, 2018).

## 2.6 Diagnósticos

Existem três tipos de diagnósticos que podem ser feitos: o diagnóstico clínico, laboratorial e anatomopatológico. O diagnóstico laboratorial de mormo tem-se revelado um verdadeiro desafio nos dias atuais, haja vista, que a bactéria *B. mallei* possui vários mecanismos de evasão do sistema imunológico do hospedeiro. Diversos são os meios de triagem desenvolvidos para detecção da circulação bacteriana, porém estes mesmos não apresentam especificidade alta o que leva à grandes quantidades de exames “falso-positivos” e dúvidas da real infecção bacteriana (DOMINGUES & DIEHL, 2019).

Atualmente, o diagnóstico vigente pela Instrução Normativa nº06/2018, são os métodos de Fixação Complemento (FC) e ELISA como testes de triagem, e como teste confirmatório e conclusivo utiliza-se o método de diagnóstico molecular e bioquímico de Western Blotting (WB). Todos estes testes estão

previstos nas diversas recomendações da Organização Mundial de Saúde Animal (OIE) (DOMINGUES & DIEHL, 2019).

O diagnóstico clínico da doença é dificultoso já que o período de incubação do mormo varia de acordo com a rota e a intensidade da exposição, bem como fatores intrínsecos ligados ao hospedeiro e, por isso, pode variar de alguns dias a muitos meses. O diagnóstico do mormo é um conjunto de informações coletadas e versa em observações das alterações clínicas, patológicas, dos dados epidemiológicos, da identificação do agente bacteriano através do isolamento ou caracterização por métodos moleculares, de teste sorológico e reação imunoalérgica (maleinização) (MOTA, 2006).

Inicialmente nos estágios da doenças ou em casos subclínicos, o diagnóstico clínico é difícil e pouco confiável, pois os sinais do mormo podem estar ausentes ou poucos desenvolvidos e este quadro envolve aproximadamente 90% das infecções (BEER, 1999).

O teste FC, utilizado para animais que serão transportados para outros países, consiste no percentual de hemólise dos eritrócitos sensibilizados (BRASIL, 2004a), podendo o resultado ser positivo, negativo, anticomplementar ou inconclusivo. Em casos de soros anticomplementares, a ação de algumas substâncias (proteínas e imunoglobulinas) e até outras bactérias acabam por interferir no resultado do teste, pois estes consomem o complemento livre, impedindo a sua ligação ao imunocomplexo hemácia-hemolisina, resultando numa hemólise (resultado negativo). Existem outros fatores que podem interferir e provocar um resultado anticomplementar, uma alimentação rica em carboidratos, excesso de estresse do animal, o uso de medicamentos e até mesmo a aplicação de vacinas (MORAES, 2011).

Para avaliação do animal que teve resultado anticomplementar, coleta-se o soro trinta dias após o primeiro exame e o animal deve ser mantido isolado sob cuidados (CHAVES, 2009).

Outra particularidade do teste de FC é a correta inativação do soro sanguíneo dos animais, que devem ser inativados à temperatura de 58°C e o soro das éguas prenhes, asininos e o dos muares à temperatura de 62,5 °C, pois se esta etapa não for feita corretamente, poderá ocasionar uma leitura errada e consequentemente um resultado anticomplementar (CHAVES, 2009).

No resultado inconclusivo, ocorre a apresentação de uma reação muito fraca na diluição 1:5 que não permitiu uma segurança ao laboratório quanto à sua positividade. Neste caso também o exame deve ser repetido com uma nova amostra num período de até 30 dias (CHAVES, 2009).

Dependendo do tipo de antígeno utilizado para a produção do teste de FC, o resultado pode diferir. Os antígenos produzidos pela Alemanha apresentam de 99,39% a 100% de sensibilidade enquanto que os produzidos pelo Estados Unidos são de 62,19% (KHAN et. al., 2011).

Outro teste utilizado como triagem, sendo o único para tal fim nos casos de animais que transitarão dentro do país, é o ELISA. Como exame complementar para o diagnóstico laboratorial, a portaria nº 35 de 2018 estabelece o Western Blotting (WB) OIE (2009).

Em animais com idade inferior a 6 meses, o teste complementar a ser utilizado consiste na prova de maleína, o qual é a forma mais antiga para diagnóstico da doença e atualmente é empregado exclusivamente nessa circunstância. A maleína é um derivado proteico purificado (PPD) em solução aquosa e que contém frações protéicas da *B. mallei* que são tratadas pelo calor. Este produto não apresenta toxicidade ao animal sadio, porém nos animais infectados promove uma reação de hipersensibilidade local ou sistêmica. Contudo, segundo a OIE (2009), animais com casos clínicos crônicos avançados e em casos agudos como jumentos e mulas podem apresentar resultados inconclusivos.

O teste da maleína é realizado a partir da aplicação intradermopalpebral de 0,1 de PPD na margem inferior de um dos olhos. Após um período de 48 horas será feita leitura por um médico veterinário oficial e este identificará se houve reação inflamatória edematosa palpebral, com ou sem secreção purulenta, sendo assim diagnosticado positivo (MAPA, 2004).

A reação positiva da prova de maleína pode desencadear vários outros sinais como: um marcante edema palpebral, lacrimejamento, fotossensibilidade, ocorrendo forte descarga purulenta e acompanhada de um aumento da temperatura corporal (HAGEBOCK et. al., 1993; OIE 2008).

Os animais que não apresentaram reação nas primeiras 48 horas deverão ser submetidos no prazo de 45 a 60 dias ao reteste de maleína, e caso permaneçam sem reação este serão considerados negativos (MAPA, 2004).

Nos animais que foram maleinizados não se recomenda a realização de teste sorológico, pois a forte possibilidade do resultado ser positivo, por conta da circulação do PPD na corrente sanguínea. A resposta sorológica tende a desaparecer em algumas semanas, porém em alguns animais pode persistir e é ainda maior a partir da segunda aplicação de maleína (HAGEBOCK et. al. 1993).

Para que se tenha um diagnóstico confiável é preciso que se realize o diagnóstico diferencial para diversas doenças que cursam com sintomatologia semelhante ao mormo, como o garrotilho, a linfangite ulcerativa, linfangite epizootica, esporotricose, tuberculose, melioidose, trauma e alergia (SOUZA, 2012).

## **2.7 Achados anatomopatológicos**

As lesões encontradas em animais infectados são principalmente de característica piogranulomatosa e a resposta imune celular do hospedeiro será a mais importante a atuar durante esta infecção (MOTA, 2006), pós ser fagocitada por neutrófilos e macrófagos, a bactéria irá induzir à formação de áreas com secreção purulenta e regiões de necrose. De acordo com SPICKLER (2018), no exame *post mortem*, além das áreas de piogranulomas, podem também ser encontradas.

De modo geral, áreas de lesões são visíveis em linfonodos, pulmões, fígado, cavidade nasal, laringe, baço, pele e em garranhões pode-se observar inflamações nos testículos. Os achados comumente são ulcerações, nódulos granulomatosos com infiltrados leucocitários e regiões de vasculites (KHAN et al, 2012; SPICKLER, 2018).

## **2.8 Tratamento**

O tratamento é contraindicado em animais em decorrência da viabilidade intracelular da bactéria em fagócitos e da dificuldade dos antimicrobianos alcançarem concentrações terapêuticas no interior dos focos piogranulomatosos. (MOTA, 2006). Sendo o tratamento proibido por lei OIE, 2006. Alguns fármacos testados *in vitro* com a bactéria após isolamento revelaram sensibilidade a certos grupos farmacológicos como a sulfonamidas/

trimetroprima, imipenem, cloranfenicol, doxiciclina, rifampicina e eritromicina. In vivo não há relatos de tratamentos eficazes para essa doença em animais, visto que não há amparo legal que permita o tratamento desses animais, (MOTA, 2016). Apesar disso, a partir do uso histórico da *B. mallei* como agente de bioterrorismo e do surgimento de casos em humanos com contato com equinos, houve maior interesse de estudos testando novas drogas visando possibilidades de tratamento em humanos (SOUZA, 2012).

## **2.9 Profilaxia e controle**

Considerando os riscos epidemiológicos de se tratar animais infectados e a possibilidade de torná-los portadores assintomáticos da doença, não se recomenda o tratamento dos mesmos (OIE, 2016; BRASIL, 2016). Os esforços estão voltados para a produção de uma vacina eficaz, que seja capaz de promover a prevenção desta enfermidade.

Hoje a prevenção da doença baseia-se no manejo do ambiente e controle animal que envolve entre outras ações: isolamento dos animais positivos, à confirmação de positividade promover a eliminação dos animais em covas profundas e/ou incineradas; caso a propriedade venha ter outros animais proceder investigação epidemiológica (com quarenta e a realização de teste) e esta estará liberada após dois testes negativos consecutivos. Realizar na propriedade limpeza e desinfecção da área de foco, pois a bactéria que causa mormo é sensível à maioria dos desinfetantes comuns (MAPA, 2003).

Materiais descartáveis utilizados nas instalações onde ocorreram a epizootia, como alimentação e cama dos animais devem ser incineradas e enterradas. Veículos e equipamentos (arreios, cabrestos e outros) devem ser desinfetados de forma rigorosa e baias e cochos coletivos devem ser higienizados e evitados (WHITLOCK et al., 2007).

Para transitar, os animais devem conter no momento do transporte os exames zoossanitários com a validade em dias e o GTA (Guia de trânsito animal) os quais devem ser solicitados em barreiras com fiscalização rigorosa (BRASIL, 2016).

## **2.10 Erradicação de focos no Brasil**



No Brasil, o Programa Nacional de Sanidade dos Equídeos (PNSE) propõe ações de Vigilância e Defesa Sanitária Animal por meio da Instrução Normativa nº 6, de 16 de janeiro de 2018 que regula as normas para erradicação e controle do mormo no território nacional, adotando medidas relacionadas a interdição e saneamento de propriedades com animais positivos (BRASIL, 2008; Vargas et al., 2015; BRASIL, 2018). Em 2023 houve uma modificação na Instrução Normativa nº6 pela publicação da portaria nº593 de 30 de junho de 2023, a qual estabelece as principais alterações nas instruções de trânsito dos equídeos e nas exigências quanto aos exames de triagem.

O Art. 18. Da nova portaria exige a apresentação do teste de mormo para trânsito interestadual de equídeos onde ficará condicionado à apresentação de documento oficial de trânsito animal Guia de Trânsito Animal (GTA) aprovado pelo MAPA e demais exigências sanitárias, observadas na legislação específica de cada estado (MAPA, 2023).

No Piauí, tendo em vista a publicação da Portaria MAPA nº 593, de 30 de junho de 2023 que altera a IN nº 6 de 16/01/2018 (Diretrizes Gerais do Mormo), a orientação é que a partir da presente data da publicação da supracitada Portaria, a emissão de GTA para equídeos não seja mais exigida a apresentação de exames negativos para mormo, sendo cobrado apenas os exames negativos para Anemia Infecciosa Equina (AIE) com validade de 60 dias, para todas as finalidades, exceto abate. Além da carteira de vacinação contra Influenza Equina, quando a finalidade for aglomerações: esportes, exposições e leilões (MAPA, 2023).

O Art. 14 recomenda que diante de um caso confirmado de mormo, o Serviço Veterinário Oficial (SVO) deverá, manter a interdição da(s) unidade(s) epidemiológica(s), determinar e acompanhar a eliminação do caso confirmado, e, a critério do SVO, a realização de necropsia com colheita de amostras e posterior destruição da carcaça. Ainda deve realizar avaliação clínica nos equídeos do estabelecimento e colheita de amostra para investigação, conforme definição de caso da ficha técnica, realizar investigação epidemiológica, incluindo avaliação da movimentação dos equídeos do estabelecimento pelo menos nos últimos cento e oitenta dias anteriores à confirmação do caso, com vistas a identificar possíveis vínculos epidemiológicos. O artigo também estabelece sobre a destruição do material utilizado para cama, fômites e restos

de alimentos do animal infectado e orienta sobre medidas a serem adotadas para descontaminação do ambiente, além de notificar a ocorrência de mormo às autoridades locais de saúde pública." (NR), (MAPA,2023).

O Art. 16 recomenda que todo foco de mormo deverá ser obrigatoriamente eliminado, observando-se a realização de eutanásia dos casos confirmados de mormo conforme descrito no art. 15. Isolamento e identificação bacteriana: obtenção de cultura de *Burkholderia mallei* em meios de culturas apropriados e identificação por provas bioquímicas e moleculares (MAPA,2023).

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivos gerais**

Avaliar retrospectivamente a distribuição espaço-temporal do mormo no Piauí a partir dos dados oficiais disponibilizados pela ADAPI no período entre de janeiro de 2015 à junho de 2022.

#### **3.2 Objetivos específicos**

- Avaliar a distribuição espacial e temporal dos casos positivos de mormo e números de focos nos municípios do Piauí.
- Avaliar o risco de incidência de infecção nos dezoito anos de análise nos diferentes municípios do Piauí.
- Detectar as regiões de maior risco de infecção de mormo no Piauí.

### **4. MATERIAL E MÉTODO**

#### **4.1 Área do estudo e coleta de dados**

O Piauí está localizado no nordeste do Brasil entre as latitudes 02° 44' 49" norte; 10° 55' 41" sul; 06° 48' 01' leste e 08° 55' 39" oeste (IBGE, 2022), fazendo fronteiras com os estados do Ceará e Pernambuco a leste; Bahia a sul e sudeste; Tocantins a sudoeste e Maranhão a oeste. O estado possui área territorial de 251.755,481 km<sup>2</sup>, dentre esses, apenas 900,03 km<sup>2</sup> de áreas urbanizadas, sendo

subdividido em quatro mesorregiões: Norte, Centro-Norte, Sudeste e Sudoeste (Figura 1).

FF

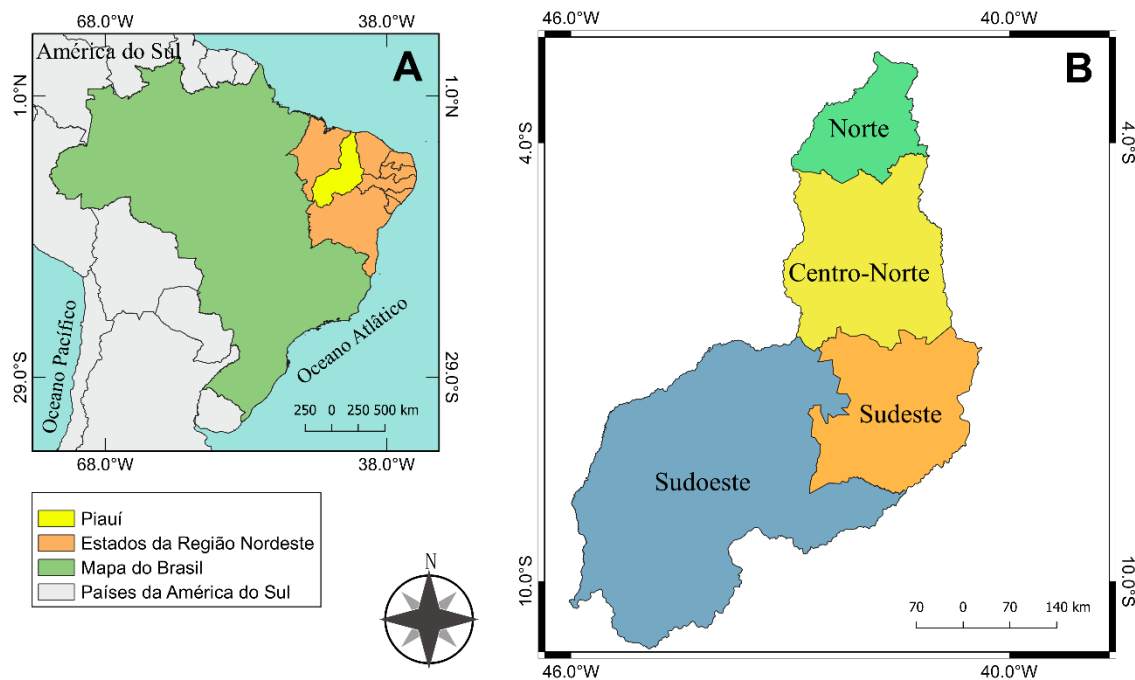


Figura 1. Localização do estado do Piauí no território brasileiro (A) e subdivisões em mesorregiões do estado (B).

O efetivo de equídeos é de aproximadamente 60 mil equinos, 51 mil asininos e 19 mil muares (IBGE 2017). Dados dos 224 municípios do Piauí foram obtidos por meio do banco de dados da Agência de Defesa Agropecuária do Estado do Piauí (ADAPI). Do banco de dados estadual, informações oficiais (número de animais positivos, ano e município) sobre os focos e casos de mormo em equídeos foram consultados no período de janeiro de 2015 até dezembro de 2022. Cada notificação representa um caso novo e não há sobreposição de notificações oficiais. Todos os focos e casos notificados são acompanhados pelo serviço veterinário estadual subordinada à secretaria regional da ADAPI, sendo que as informações devem ser repassadas para o sistema de armazenamento do banco de dados federal. O número total de equídeos por município e ano foi obtido por meio do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (IBGE, 2019) através do Sistema de Recuperação Automática do IBGE (SIDRA),

referente às populações para os anos de 2015 a 2022. Todos os dados coletados foram previamente organizados em planilha do Microsoft Excel 2016.

#### **4.2 Análise epidemiológica descritiva no espaço e no tempo**

Os números totais de focos e dos casos totais, frequência relativa e risco de incidência para os municípios do Piauí entre o período de 2015 a 2022 foram calculadas e apresentadas em tabelas e mapas, segundo metodologia previamente aplicada no espaço-tempo para doenças infecciosas de notificação obrigatória no Brasil (OLIVEIRA et al., 2022; CASTRO et al., 2023). O risco de incidência (RI) foi calculado dividindo o número total dos novos casos de mormo pelo total do número de equídeos por município e ano, multiplicado por 10.000 para obtenção de um número inteiro.

#### **4.3 Análise de cluster de alto risco de infecção**

Análise retrospectiva dos casos confirmados de mormo no espaço-tempo foram avaliadas por meio do software SaTScan™, versão 9.6 (KULLDORFF, 2018). Nessa análise, o modelo discreto de Poisson foi utilizado para os municípios que compreendem o estado do Piauí com pelo menos uma notificação oficial de caso durante os 8 anos estudado (2015-2022). Por meio dessa análise, foi possível demonstrar os aglomerados de municípios com maior risco relativo (RR) para que um equídeo se tornasse positivo em determinado período compreendido entre os 8 anos de análise. Para isso, foi considerado o município como unidade de análise. A análise estatística da varredura do espaço-tempo projeta uma janela cilíndrica com uma base geográfica circular (que reflete a varredura do espaço) e com altura (que reflete o período de tempo) (KULLDORFF, 2021). Para análise de formação de clusters, há a formação do cluster primário (cluster mais provável, com menor probabilidade de ter se formado por acaso) e os clusters secundários (cluster com maior probabilidade de terem sido formados pelo acaso). A significância estatística para esses clusters foi avaliada através da simulação de Monte Carlo usando 999 repetições. Os RR foram determinados para cada um dos clusters gerados como a razão entre o risco estimado dentro do cluster pelo risco estimado fora do respectivo cluster. A análise dos RR foi realizada de acordo com a fórmula

descrita por Liu et al. (2018) e previamente aplicado às doenças infecciosas de notificação obrigatória no Brasil (SCHWARZ et al., 2021; OLIVEIRA et al., 2022; CASTRO et al., 2023):

$$RR = \frac{c/E[c]}{(C - c)/(E[C] - E[C])} = \frac{C/E[c]}{(Cc)/(CE[c])}$$

aonde “c” representa o número de casos observados dentro do cluster, “C” é o número total de casos em conjuntos de dados, e “E[C] = C”, pois a análise é considerada como o número total de casos observados.

#### 4.4 Mapas e gráficos

Para as análises espaciais geográficas utilizou-se o software QGIS, versão 3.12 (Open Source Geospatial Foundation, OSGeo, CHI, EUA). Para essa análise, considerou-se os municípios como unidade de apresentação gráfica, independentemente da posição geográfica dos focos e/ou caso notificados nos limites da unidade de análise, uma vez que a localização exata dos eventos (coordenadas geográficas) não estava disponível, mas sim um valor total/anual por município. Para identificação das unidades de análise (municípios) utilizou-se o Code ID e coordenadas geográficas obtidos da base de dados do IBGE referente ao ano de 2019. A escala de 1:250.000 foram utilizadas para as bases cartográficas contínuas. Além disso, o sistema de classificação por quebra natural (Jenks) foi usado para representar a distribuição da população equídea, casos totais ou segregados pelos anos de análise, RI e focos do mormo no espaço para melhor visualização das faixas de ocorrência da doença, devido distribuição desigual de valores.

### 5 RESULTADOS

No período de oito anos analisado (2015 a 2022), foram verificados 60 casos oficiais de mormo no Piauí, compreendendo todas as quatro mesorregiões do estado: Norte com 15% (9/60) distribuídos em 7 municípios; Centro-Norte com 66,67% (40/60) distribuídos em 6 municípios; Sudeste com 3,33% (2/60) distribuídos em 2 municípios e Sudoeste com 15% (9/60) distribuídos em 7

municípios (Tabela 1). Na figura 2, verifica-se que a maioria dos municípios com casos oficialmente notificados e confirmados para mormo se concentraram no interior do estado. Contudo, 4 municípios fronteiriços apresentaram casos da doença no Piauí, dentre eles, Teresina, União e Parnaíba que fazem fronteira com o Maranhão e Piracuruca com fronteira com o Ceará.

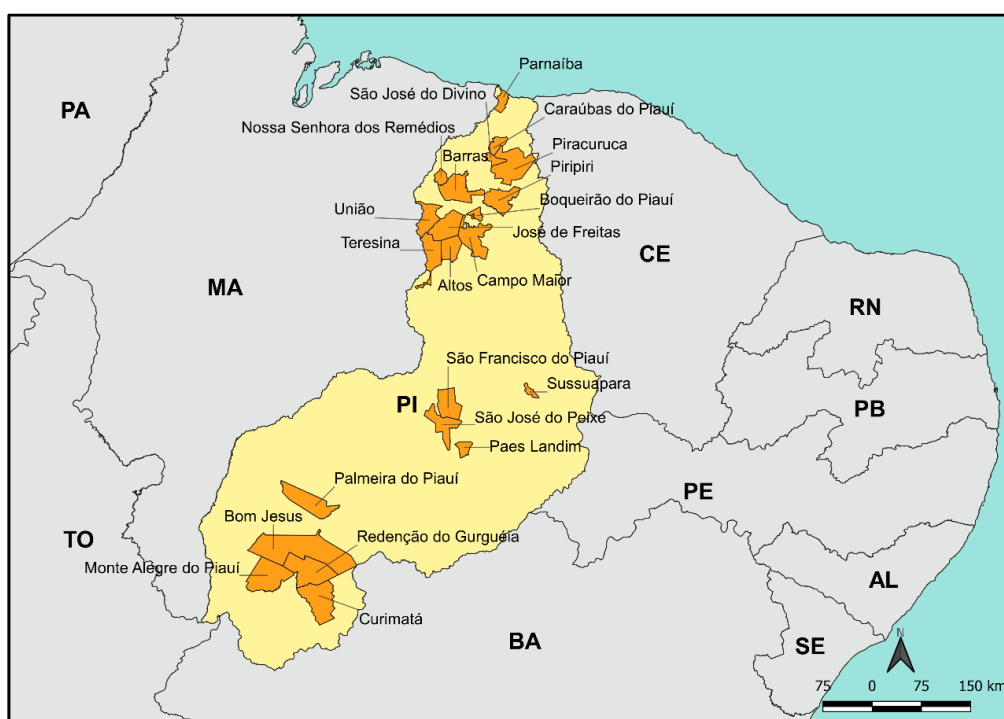


Figura 2. Localização do estado do Piauí (PI) em relação aos estados brasileiros: Bahia (BA), Sergipe (SE), Alagoas (AL), Pernambuco (PE), Paraíba (PB), Rio Grande do Norte (RN), Ceará (CE), Maranhão (MA), Tocantins (TO) e Pará (PA). Regiões em destaque no interior do PI representam os municípios com casos positivos confirmado de mormo entre os anos de 2015 a 2022.

Dentre os municípios com maiores frequências de notificações de mormo no estado, todos foram localizados na mesorregião Centro-Norte, destacando-se: Altos com 23,33% (14/60), Campo Maior com 15% (9/60), Teresina com 11,67% (7/60) e União com 10% (6/60). Nas demais mesorregiões, destacaram-se com maior número de casos os municípios: Norte, com 5% (3/60) em Piracuruca; Sudeste, com 1,67% (1/60) em ambos Paes Landim e Sussuapara; Sudoeste, com 3,33% (2/60) em ambos Bom Jesus e Redenção do Gurguéia.

Tabela 1. Número total de casos, frequência relativa e risco de incidência do mormo em equídeos de acordo com as mesorregiões e municípios do Piauí entre 2015 e 2022.

<b>Mesorregiões e municípios</b>	<b>Casos</b>	<b>FR (%)</b>	<b>R.I. (/10.000)</b>
<b>Norte</b>	<b>9</b>	<b>15.00</b>	<b>25.2</b>
Barras	1	1.67	8.2
São José do Divino	1	1.67	37.2
Nossa Senhora dos Remédios	1	1.67	47.3
Caraúbas do Piauí	1	1.67	42.0
Piracuruca	3	5.00	44.5
Piripiri	1	1.67	15.3
Parnaíba	1	1.67	32.9
<b>Centro-Norte</b>	<b>40</b>	<b>66.67</b>	<b>57.7</b>
União	6	23.33	61.8
Teresina	7	1.67	157.7
Altos	14	15.00	257.9
Campo Maior	9	5.00	31.3
José de Freitas	3	11.67	16.0
Boqueirão do Piauí	1	10.00	43.9
<b>Sudeste</b>	<b>2</b>	<b>3.33</b>	<b>60.9</b>
Sussuapara	1	1.67	158.4
Paes Landim	1	1.67	37.7
<b>Sudoeste</b>	<b>9</b>	<b>15.00</b>	<b>28.5</b>
Bom Jesus	2	3.33	33.4
Curimatá	1	1.67	12.1
Monte Alegre do Piauí	1	1.67	21.8
Palmeira do Piauí	1	1.67	61.5
Redenção do Gurguéia	2	3.33	63.7
São Francisco do Piauí	1	1.67	31.5
São José do Peixe	1	1.67	20.8
<b>Total</b>	<b>60</b>	<b>100.00</b>	<b>----</b>

FR: Frequência Relativa; RI: Risco de incidência;

Espacialmente, verificou-se que o Piauí possui equinos em todos os municípios, destacando Campo Maior com média de animais entre o período estudado (2015 – 2022) de 2.874 equinos (Figura 3A). Ao avaliar o número de focos (Figura 3B) e de casos (Figura 3C) da doença, verificou-se que as frequências de notificações ocorreram em municípios próximos, sobretudo na mesorregião Norte e Centro-norte. Nessas mesorregiões, os municípios com maior número de focos e seus respectivos número total de casos foram: Campo maior com 6 focos e 9 casos; Teresina com 5 focos e 6 casos; Altos com 4 focos e 14 casos; União com 3 focos e 6 casos e; Piracuruca com 3 focos) e 3 casos. Além disso, quando analisado os RI nos municípios (Figura 3C), os maiores RI

por 10.000 equinos ocorreram nos municípios de Campo Maior (RI= 257,95), Paes Landim (RI=158.42) e Boqueirão do Piauí (RI=157,75).

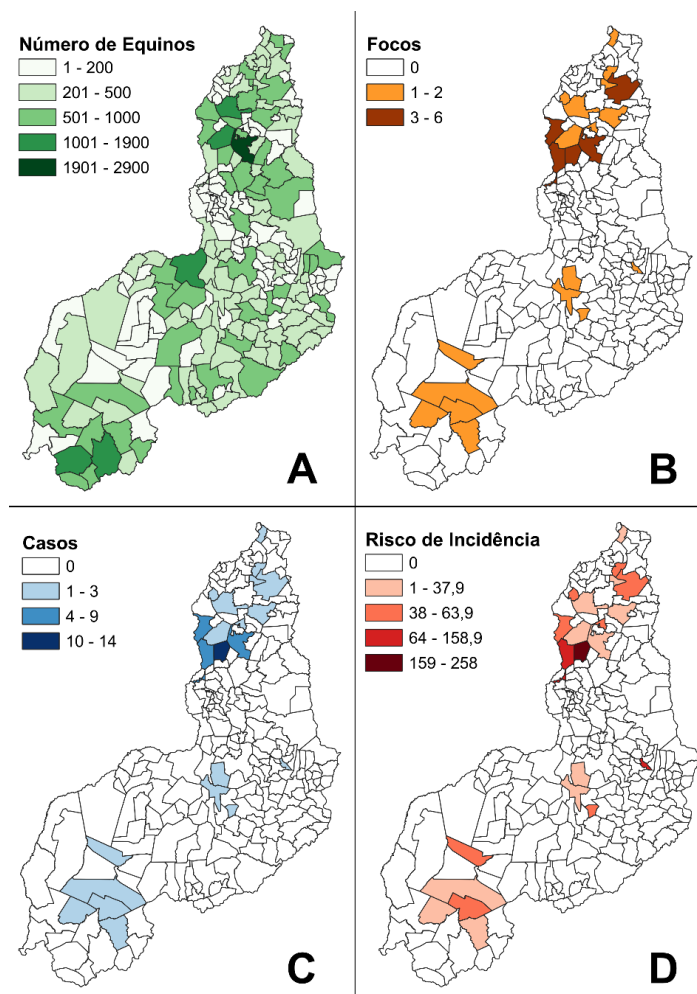


Figura 3. Distribuição espacial da população de equídeos (A), total acumulado de focos (B) e casos (C) de mormo, e risco de incidência (por 10.000 equídeos) de mormo (D) entre 2015 a 2022 no estado do Piauí.

Ao avaliar a distribuição do RI no tempo e espaço, foi possível verificar na figura 4 que de 2015 até 2022, com exceção de 2018, em todos os anos houveram registros oficiais de casos de mormo, com aumento substancial de municípios com animais positivos e aumento do RI. Dentre os anos analisados com maior número de municípios notificados, destacam-se os anos de 2020 com 7 municípios e 2022 com 11 municípios. Curiosamente, 2022 também apresentou o maior RI (10.000) em Boqueirão do Piauí, com RI=192,30.



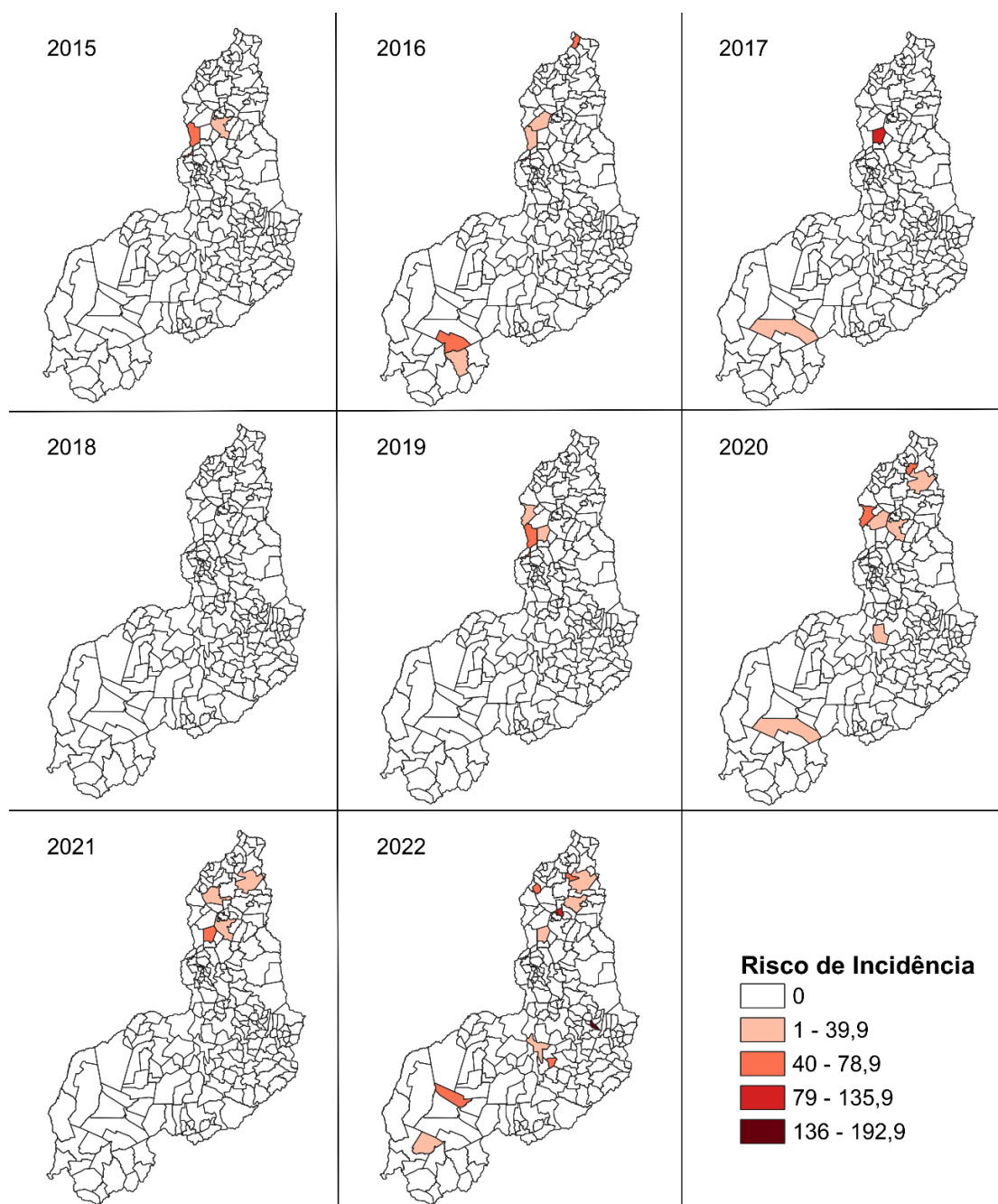


Figura 4. Distribuição espacial do risco de incidência (por 10.000 equídeos) do mormo por ano, compreendendo os anos de 2015 a 2022 nos municípios do Piauí.

A análise espaço-temporal revelou a formação de único cluster primário significativo ( $P < 0,01$ ) englobando as mesorregiões Norte e Centro-Norte, com entre os anos de 2019 a 2022 (Figura 4).

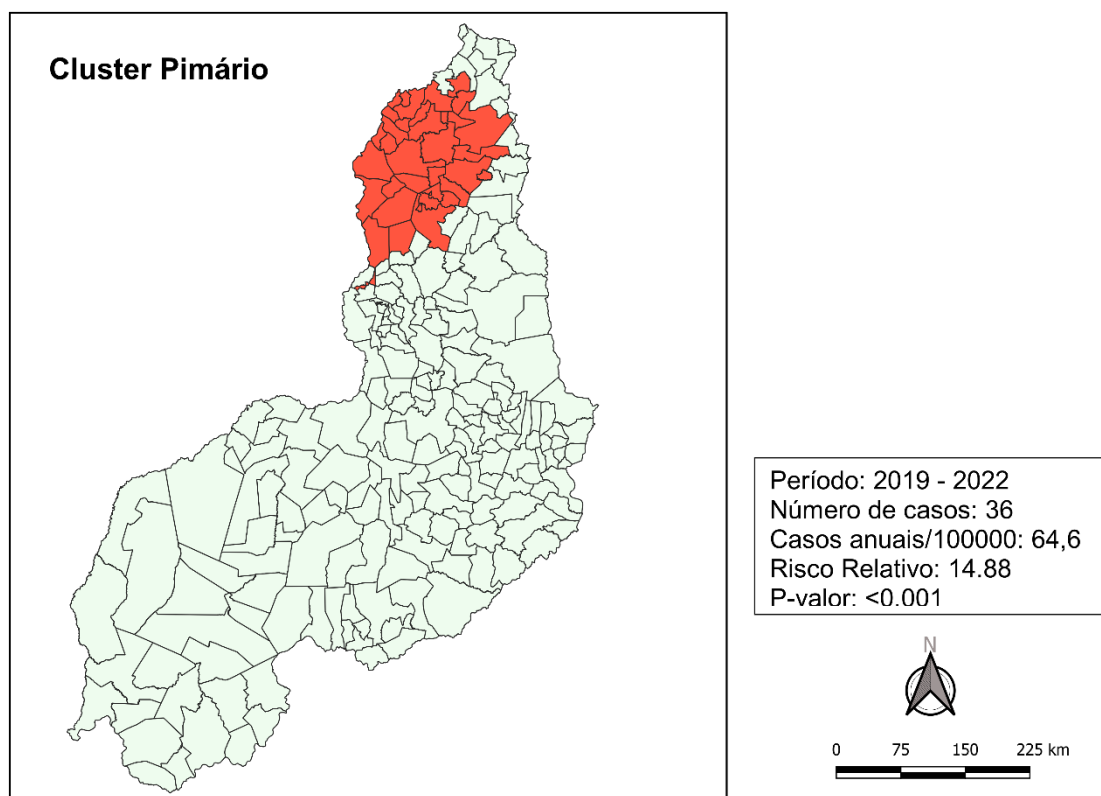


Figura 4. Distribuição espaço-temporal do mormo em equídeos no Piauí, Brasil, entre 2015 a 2022.

Ao todo, o cluster de maior risco relativo de 14.88, representando total de 36 casos e englobando 34 municípios, sendo eles: Altos, Barras, Batalha, Boa Hora, Boqueirão do Piauí, Brasileira, Cabeceiras do Piauí, Campo Largo do Piauí, Campo Maior, Capitão de Campos, Caraúbas do Piauí, Caxingó, Cocal de telha, Esperantina, Joaquim Pires, Joca Marques, José de Freitas, Lagoa Alegre, Lagoa de São Francisco, Luzilândia, Madeiro, Matias Olímpio, Miguel Alves, Morro do Chapéu do Piauí, Murici dos Portelas, Nossa Senhora de Nazaré, Nossa Senhora dos Remédios, Piracuruca, Piripiri, Porto, São João do Arraial, São José do Divino, Teresina e União.

## 6 DISCUSSÃO

No nordeste do Brasil, sobretudo no Piauí, a criação de equídeos para trabalho, mas também, para participação em atividades esportivas, como as vaquejadas, são frequentes em grande parte dos municípios (SCHWARZ et al.

2020). Nesses eventos, os animais são submetidos a intenso estresse, seja pela sua locomoção como pelo próprio desgaste físico da competição. Dessa forma, o estresse e a exaustão favorecem a diminuição da imunidade e aumentam o risco de infecção por agentes infecciosos, agravados com as falhas de manejo sanitário (ROCHA, 2018). Nesse contexto, o mormo por ser uma doença de fácil propagação está entre as doenças de alto risco de contaminação, curiosamente, o aumento dos números de casos está diretamente relacionado ao aumento do trânsito animal destinados a reprodução, eventos equestres e entretenimento (MOTA, 2016).

No presente estudo, verificou-se que nas regiões de fronteiras do Piauí com outros estados, foram observadas as maiores frequências de notificação da doença. Interessantemente, no Piauí ainda há como agravante a ocorrência de pequenas vaquejadas, chamadas de “bolões”, com a participação de animais testados para mormo, mas também animais que nunca foram testados para a doença compartilhando o mesmo espaço. Esses eventos acontecem sem a fiscalização do serviço de defesa animal do estado (ABREL, 2020), facilitando a propagação do agente etiológico do mormo.

Curiosamente, as mesorregiões Norte e Centro-norte englobaram os municípios com maiores números de focos. Com exceção de Piracuruca, todos os demais municípios (Teresina, União, Campo Maior e Altos) apresentaram intercomunicação entre si, sendo que Teresina e União ainda fazem fronteira com o estado do Maranhão. Esse comportamento de propagação espacial de doenças infecciosas em animais entre fronteiras formando um “corredor” de intercomunicação já foi relatado por outros pesquisadores entre estados brasileiros para a raiva equina (OLIVEIRA et al. 2022) e em Moçambique para a Peste Suína Africana (MATACA et al. 2023). Contudo, dentre esses municípios com maior número de focos e casos, Campo Maior foi o município com maior RI para a infecção de mormo ao longo dos 8 anos (2015 – 2022) do presente estudo, totalizando risco de 257,95 casos para cada 10,000 equídeos.

Historicamente, nos últimos 9 anos que precederam o início da data de início da pesquisa do presente estudo (2006 a 2014), não houveram registros de notificação de mormo no Piauí. Somente em 2015 iniciou a frequência de notificações, por meio de 2 focos da doença, sendo um em Campo Maior (1 foco e 2 casos) e outro foco em Teresina (1 foco e 2 casos). A partir desse ano, com

exceção de 2018, todos os anos houveram notificação de casos em diferentes municípios do Piauí. Nesses municípios são frequentes a presença de eventos equestres legais e ilegais realizados ao longo do ano. Além disso, foi possível verificar que o maior número de casos não está relacionado com o maior número de efetivo de equídeos por município, demonstrando que possivelmente esse fato esteja relacionado à quantidade de eventos equestres. Segundo Borges et al. (2020), entre 2011 a 2015 foram registrados 171 eventos equestres fiscalizados no Piauí. Dente esses eventos, 77,8% foram de vaquejada e 11,1% evento de corrida equestre, demonstrando intensa movimentação equestre dentro do estado. Para Silveira et al., (2013), a testagem dos animais com a fiscalização e o controle de trânsito animal pelos órgãos de defesa sanitária animal são medidas fundamentais para evitar a propagação da doença entre os plantéis de equídeos. Além disso, reportam que o aumento dos números de testes positivos para mormo em Pernambuco possui associação com o aumento dos eventos equestres. Contudo, deve-se ressaltar que inúmeros eventos irregulares ocorrem no estado, dificultando a fiscalização e intensificando os riscos de infecção por *B. mallei*. Esse fato é relevante quando historicamente os casos positivos para mormo no Piauí só foram efetivamente detectados a partir da exigência do exame negativo para a doença como determinação imperativa para a confecção do GTA (guia de trânsito animal) pela ADAPI.

A análise espaço-temporal revelou a formação de único cluster primário significativo ( $P < 0,01$ ) englobando com maiores riscos de infecção para o mormo, as mesorregiões Norte e Centro-Norte, entre os anos de 2019 a 2022. Foi observado que em 2022 também apresentou o maior RI (43.9) em Boqueirão do Piauí, o qual faz divisa com a cidade de Barras que teve um caso positivo, com RI=8,2. Ao todo, o cluster de maior risco relativo de 14.88, representando total de 36 casos e englobando 34 municípios, dentre os anos analisados com maior número de municípios notificados, destacam-se os anos de 2020 com 7 municípios e 2022 com 11 municípios. Esse aumento pode estar correlacionado ao aumento da movimentação do mercado do cavalo dentro do estado.

Dentro da região centro-norte, englobada no cluster primário, observa-se que os municípios com maior prevalência da doença possuem fronteiras entre si, além de serem cidades com maior movimentação de animais e que mais comumente são sede de eventos equestres,

Atualmente no Brasil foram identificadas diferentes cepas da *Burkholderia mallei* (cepa de *B. mallei* ATCC 23344T, *B. mallei* ATCC 15310, cepa 16-2438\_BM#8 de *B. Mallei*, Cepa *Burkholderia mallei* Turquia 10, Cepa *Burkholderia mallei* 2002734306, Pseudogene *Burkholderia mallei* *fiP*). (Suninga et al., 2023; Falcão et al., 2019). Através de isolamento e análise genômica comparativa de cepas de diferentes regiões geográficas e diferentes hospedeiros. Segundo Falcão et al. (2023), a identificação de uma mesma cepa de *B. mallei* circulando em diferentes regiões é um achado importante para desenvolver e aprimorar técnicas de diagnóstico sorológico e molecular, contribuindo para uma futura produção de vacinas, uma vez que o tratamento não é recomendado pela OIE.

O conhecimento sobre a evolução e arranjos genéticos que a bactéria possui é de fundamental importância para termos uma base sobre a diversificação de cepas de *B. mallei* e os eventos de transmissão. Sendo portanto, fundamental para o rastreamento de fontes de infecção com base na caracterização da diversidade genética e, por rearranjos genéticos em grande escala orientados por elementos de inserção que, podem afetar a detecção por PCR. Outro aspecto importante da genotipagem de *B. mallei* é a possibilidade de diferenciação da infecção por *Burkholderia pseudomallei*, o que determina manifestações clínicas semelhantes (SERINGA, 2023).

Como padrão ouro para o diagnóstico do mormo estão a cultura microbiológica e a PCR usadas confirmação de casos clínicos de mormo no Brasil. Contudo, devido a características particulares de cultura da bactéria, incluindo a necessidade de um meio de cultura dependente de glicerol e crescimento lento (até 72 horas de incubação), sendo que um resultado negativo, portanto, não é prova da ausência de *B. mallei* na amostra. Devido a essas dificuldades relacionadas à cultura microbiológica e PCR, essas técnicas não são recomendadas para definir a ausência de infecção da população (SERINGA, 2013).

Consoante Carvalho et al. (2023), o intenso trânsito animal está ligado diretamente a alta frequência de casos de mormo na Região Nordeste do Brasil e através de análises moleculares foi observada alta heterogeneidade entre as cepas. Este fato, somado a não obrigatoriedade dos testes de mormo antes da compra de novos animais, utilização de sistemas de criação extensivos e a baixa

frequência de limpeza das baias, tem contribuído com a ocorrência de mormo nas granjas.

No Piauí, recentemente foi publicada a Portaria MAPA nº 593, de 30 de junho de 2023 que altera a IN nº 6 de 16/01/2018 (Diretrizes Gerais do Mormo), sendo a orientação em que a partir da presente data da publicação da supracitada Portaria, para a emissão de GTA para equídeos não seja mais exigida a apresentação de exames negativos para mormo, sendo cobrado apenas os exames negativos para Anemia Infecciosa Equina (AIE) com validade de 60 dias, para todas as finalidades, exceto abate (MAPA, 2023). Esta portaria confronta os dados obtidos neste estudo e outros trabalhos que apontam o trânsito de animais como sendo uma das principais causas para disseminação do Mormo dentro e fora do estado. Acredita-se que com a criação desta portaria há um alto risco de um aumento exponencial nos casos de mormo dentro do Piauí e diminuição de notificações, devido à falta de controle e fiscalização por parte dos órgãos oficiais de defesa do estado

## 7 CONCLUSÃO

Este é o primeiro estudo que avalia a distribuição geográfica do Mormo em diferentes municípios dentro do Piauí objetivando avaliar a distribuição espacial e temporal dos casos positivos dessa importante zoonose e números de focos nos municípios do Piauí, a partir dos dados oficiais disponibilizados pela ADAPI no período compreendido de janeiro de 2015 a junho de 2022. Os resultados demonstram a importância da constância em adoção de medidas sanitárias, dentre elas a realização do exame de triagem de Mormo para aquisição da GTA que possibilita o rastreamento da doença dentro do Estado, principalmente nesse período de aumento dos casos positivos, como estratégia de prevenção e controle da doença. O estudo revela que nas regiões próximas à fronteiras e no interior do estado, precisam ser intensificados, as medidas de vigilância e fiscalizações, devido a essas áreas encontrarmos eventos equestres e feiras agropecuárias com intenso trânsito de equinos apresentaram maiores índices da doença, regiões estas onde as fiscalizações são menores, reforçando que o serviço de vigilância intensificada e de fundamental importância para prevenir a propagação do mormo através das fronteiras. Além disso, este estudo sugere a implementação de ações mais eficazes para a investigação epidemiológica desta doença dentro do estado, recentemente uma das normativas estabelecidas para trânsito animal foi alterada, retirando a obrigatoriedade do exame de triagem de mormo para aquisição da GTA, o que certamente favorecerá a disseminação do Mormo que é uma doença tão importante e negligenciada no Piauí.

## 8 REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ABREU, D. C.; GOMES, A. S.; TESSLER, D. K.; CHIEBAO, D. P.; FAVA, C. D.; ROMALDINI, A. et al. **Systematic monitoring of glanders-infected horses by complement fixation test, bacterial isolation, and PCR.** Veterinary and Animal Science, v. 10, p. 1-5, 2020. DOI: 10.1016/j.vas.2020.100147.

ADAPI. Agência de Defesa Agropecuária do estado do Piauí. **Programa Nacional de Sanidade de Equídeos- PNSE, 2022.** Disponível em: [http://www.adapi.pi.gov.br/se\\_legislacao.php](http://www.adapi.pi.gov.br/se_legislacao.php). Acesso em 23/08/2023.

**Analysis of Glanders** in Brazil. Journal of Equine Veterinary Science, v.18, p. 14-19, 2019.

BEER, J. **Doenças Infecciosas em Animais Domésticos.** Editora Roca LTDA, São Paulo, 1999. P 142-147, parte 2.

BORGES, Y.M.F; SILVA, A.C.A; COSTA, T.M; ARRIVABENE, M ; MOURA, R. C; LIRA, SANTOS, C.C. ; LUZ, L.F.S; PIMENTEL, M.M.L; NEVES, C.A; NEVES, T.A; CAVALCANTE, T.V; BARROS, I.O; FIGUEIREDO, T; ANDRADE, L.L.F; MENDONÇA, L.A; VASCONCELOS, A.B. **Estudo Epidemiológico do Mormo no Município de Teresina, Piauí.** A Pesquisa nos Diferentes Campos da Medicina Veterinária. 1ed.: Atena Editora, 2020, v. , p. 53-68.

BRANGSCH, H., SINGHA, H., LAROUCAU, K., ELSCHNER, M. Sequence-based detection and typing procedures for *Burkholderia mallei*: Assessment and prospects. *Frontiers in Veterinary Science.* 2022.

BRASIL. (2008). Instrução Normativa Nº 17, de 8 de maio de 2008. Instituir o **Programa Nacional de Sanidade dos Equídeos -PNSE**, no âmbito do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Diário Oficial da União, 2008.



BRASIL. (2018). **Instrução Normativa nº6, de 16 de janeiro de 2018**. Estabelece as Diretrizes Gerais para Prevenção, Controle e Erradicação do Mormo no Território Nacional. Diário Oficial da União, Brasília, p.3.

BRASIL. **Instrução Normativa Nº 24, de 5 de abril de 2004**, da Secretaria de Defesa Agropecuária do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=consultarLegislacaoFederal>>. Acesso em: 09 de agosto de 2023.

BRASIL. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. 2011. Equídeos. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/animal/especies/equideos>>. Acesso em: 09 de agosto de 2023.

CARVALHO, J. C. S., JUNIOR, J. W. P., FALCÃO, M. V. D., SILVA, K. P. C., SANTANA, V. L. A., MOTA, R. A. **Identification of management factors associated with glanders's occurrence in equids in Brazilian Northeast region**. Ciência Rural, Santa Maria, v.53:10, e20220316, 2023.

CASTRO, R. J. S., OLIVEIRA, F. A. S., TENORIO, T. G. S., PORTO, W. J. N., MOREIRA, M. A. S., SOARES, M. J. S., SILVA-JÚNIOR, A., SCHWARZ, D. G. **Biogeography of the spread of bluetongue disease in sheep in Brazil**. SMALL RUMINANT RESEARCH **JCR**, v. 222, p. 106964, 2023.

CHAIN, P.S.G., DENEFF, V.J., KONSTANTINIDIS, K.T., et al. **Inaugural Article: *Burkholderia xenovorans* LB400 harbors multireplicon, 9.73Mpb genome shaped for versatility**. Proc. Natl. Acad. Sci. USA v.103, p.15280-15287, 2006.

COIMBRA, V., FALCAO, M. V. D., SILVA, J. G. & MOTA, R. A. **Mormo: perguntas e respostas**. EDUFRPE. 2019.

COIMBRA, V., FALCAO, M. V. D., SILVA, J. G. & MOTA, R. A. (2019). **Mormo: perguntas e respostas**. EDUFRPE DITTMANN, L. R. et.al. Aspectos Clínico-

Patológicos Do Mormo Em Equinos: Revisão De Literatura. Alm. Med. Vet. Zoo. 2015.

DESHAZER, D.; WAAG, D.M.; FRITZ, D.L.; WOODS, D.E. **Identification of a *Burkholderia mallei* polysaccharide gene cluster by subtractive hybridization and demonstration that the encoded capsule is an essential virulence determinant.** Microbiol and Pathog.,. 30: 253–269. 2001

DITTMANN, L. R. et.al. **Aspectos Clínico-Patológicos Do Mormo Em Equinos:** Revisão De Literatura. Alm. Med. Vet. Zoo. 2015.

FALCÃO, M.; SILVEIRA, P.; SANTANA, V.; ROCHA, L. O.; CHAVES, K. P.; MOTA, R. A. **First record of *Burkholderia mallei* Turkey 10 strain originating from glanderous horses from Brazil.** Brazilian Journal of Microbiology, v. 50, n. 4, p. 1125- 1127, 2019. DOI: 10.1007/s42770-019-00113-2.

FONSECA-RODRÍGUEZ, O.; JÚNIOR, J.W.P.; MOTA, R.A. **Spatiotemporal Geografia e Estatística,** <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/3939>.

GILLIGAN, P.H., LUM, G., VANDAMME, P., WHITTIER, S. ***Burkholderia*, *Stenotrophomonas*, *Ralstonia*, *Brevundimonas*, *Comamonas*, and *Acidovorax*.** In P. R. Murray, E. J. Baron, M. A. Pfaller, F. C. Tenover, and R. H. Tenover (ed.), Manual of clinical microbiology, 8th ed. ASM Press, Washington, DC. p. 729-748, 2003.

GODOY, D., RANDLE, G., SIMPSON, A. J. et al. **Multilocus sequence typing and evolutionary relationships among the causative agents of melioidosis and glanders, *Burkholderia pseudomallei* and *Burkholderia mallei*.** J. Clin. Microbiol. v.41, p.2068–2079, 2003.

IBGE, 2019. Pesquisa da pecuária municipal: **Efetivo dos rebanhos, por tipo de rebanho, quadros públicos, efetivo dos rebanhos (cabeças) 2019.** Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/3939>. (Accessed 16 May 2022).

IBGE, 2022. **Bases cartográficas 250 mil. Geociências, Cartas e Mapas.** Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. <https://www.ibge.gov.br/geociencias/downloads-geociencias>. (Accessed 30 July 2022).

IBGE, Censo Agropecuário 2017 - Resultados definitivos: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pi/pesquisa/24/76693>, acessado em 05 agosto/2023.

IBGE, **Produção da Pecuária Municipal 2021**; Rio de Janeiro: IBGE, 2022 <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pi/pesquisa/24/76693> acesso em:23/08/2023.

INPE, 2022. Portal Terra Brasilis. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2020, <http://terrabrasilis.dpi.inpe.br>. (Accessed 6 August 2022).

KHAKHUM, N.; BHARAJ, P.; MYERS, J. N.; TAPIA, D.; WALKER, D. H.; ENDSLEY, J. J.; TORRES, A. G. **Evaluation of Burkholderia mallei  $\Delta$ tonB  $\Delta$ hcp1 (CLH001) as a live attenuated vaccine in murine models of glanders and melioidosis.** PLOS Neglected Tropical Diseases, v. 13, n. 7, p. 1-18, 2019. DOI: 10.1371/journal.pntd.0007578.

KHAN, I.; WIELER, L. H.; MELZER, F.; ELSCHNER, M. C.; MUHAMMAD, G.; ALI, S. et al. **Glanders in animals: a review on epidemiology, clinical presentation, diagnosis and countermeasures.** Transboundary and Emerging Diseases, v. 60, n. 3, p. 1-18, 2012. DOI: 10.1111/j.1865-1682.2012.01342.x.

KULLDORFF, M., 2018. SaTScan™: **Software for the Spatial, Temporal, and Space-time Scan Statistics.** SaTScan Version 9.6.1. Available from. <https://www.satscan.org/techdoc>. html.

KULLDORFF, M., 2021. **SaTScan™ Use Guide Version 9, 7** (Available from). [https://www.satscan.org/cgi-bin/satscan/register.pl/SaTScan\\_Users\\_Guide.pdf?odo=process\\_useguide\\_download](https://www.satscan.org/cgi-bin/satscan/register.pl/SaTScan_Users_Guide.pdf?odo=process_useguide_download).

LEOPOLDINO, D.C.C; OLIVEIRA, R.G. **Mormo em equinos. Revista científica eletrônica de Medicina Veterinária**, Garça/SP, n. 12, 2009.

MANSO FILHO, H.C.; et.al. **Glanders in Working Horses (BRASIL)** Draught Animals news. V. 33 p. 9 – 12, 2000.

MAPA – **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**, 2016. Revisão Do Estudo Do Complexo Do Agronegócio Do Cavalo. MAPA, Brasília, DF.

MAPA, 2020. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – **coordenação de informação e epidemiologia – saúde animal, consultar casos.** Retrieved from <http://indicadores.agricultura.gov.br/saudeanimal/index.htm>. Accessed: Sep. 2023.

MORAES, D.D.A. **Prevalência de mormo e anemia infecciosa equina em equídeos de tração do distrito federal.** Brasília: Faculdade de agronomia e veterinária, universidade de Brasília, 2011, 85 p.

MOTA, R. A. & RIBEIRO, M. G. (2016). MORMO. IN: MEGID, J., RIBEIRO, M. G. & PAES, A. C. (Eds). **Doenças infecciosas em animais de produção e de companhia.** Roca, 423-435. 2016.

MOTA, R.A. A Pesquisa nos Diferentes Campos da Medicina Veterinária Capítulo 6 68 **Aspectos etiopatológicos, epidemiológicos e clínicos do mormo.** Veterinária e Zootecnia, v.13, n.2, p.117-124, 2006.

MOTA, R.A.; BRITO, M.F.; CASTRO, F.J.C.; MASSA, M. **Mormo em equídeos nos estados de Pernambuco e Alagoas. Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 20, n.4, p.155-159, 2000.

MOTA, R.A.; OLIVEIRA, A.A.F.; JUNIOR, W.P.; SILVA, L.B.G.; BRITO, M.F.; RABELO, S.S.A. **Glanders in donkeys (Equus asinus) in the state of**

**Pernambuco**, Brasil: a case report. *Brazilian Journal of Microbiology*, v.41, p.146-149, 2010.

MOTA, RA, JUNIOR, JWP **Situação atual do mormo no Brasil**: avanços e desafios recentes. *Brazilian Journal of Microbiology* 53, 2273–2285 (2022).  
<https://doi.org/10.1007/s42770-022-00814-1>

NICOLETTI, P. L., 2007: GLANDERS. IN: SELLON, D. C., AND M. T. LONG (eds), **Equine infectious diseases**, 9th edn. pp. 345–348. Saunders, St Louis.  
NIERMAN, W. C., DESHAZER, D., KIM, H. S. et al. **Structural flexibility in the *Burkholderia mallei* genome**. *Proceedings National Academy of Science of the USA* 101: 14246–14251. 2004.

OLIVEIRA, F.A.S., CASTRO, R.J.S., OLIVEIRA, J.F., BARRETO, F.M., FARIAS, M.P.O., MARINHO, G.L.O.C., SOARES, M.J.S., SILVA-JÚNIOR, A., SCHWARZ, D.G.G., 2022. **Geographical and temporal spread of equine rabies** in Brazil. *Acta Trop.* 227, 106302 <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2022.106302>.

OLIVEIRA, L. A. **Apostila de Equideocultura. Universidade Federal do Piauí** - UFPI. Centro de Ciências Agrárias - CCA. Departamento de Zootecnia - DZO. CRMV- PI, 170316. Janeiro de 2000.

PIMENTEL, W.; **Historia e organização do serviço veterinário do exército**. *Revista Militar Medicina Veterinária*, v. 1, n. 4, p. 283 – 322, 1938.

RADOSTITS, O. M., C. C. GAY, K. W. HINCHCLIFF, AND P. D. CONSTABLE, 2007: *Veterinary Medicine – A Textbook of Diseases of cattle, horses, sheep, pigs and goats*, 10th edn. W.B. Saunders-Elsevier, Philadelphia, USA.

RADOSTITS, O. M., C. C. GAY, K. W. HINCHCLIFF, AND P. D. Constable, 2007: **Veterinary Medicine – A Textbook of Diseases of cattle, horses, sheep, pigs and goats**, 10th edn. W.B. Saunders-Elsevier, Philadelphia, USA. quadros públicos, efetivo dos rebanhos (cabeças) 2019.

ROCHA, L. O. **Infecção por *Burkholderia mallei* em Equídeos e cobaios (*Cavia porcellus*):** avaliação da reposta humoral e estudo clínico. 27/09/2018. 58 páginas. Dissertação – Medicina Veterinária, Universidade Federal de Alagoa, Viçosa, 2018.

ROSADO, F. (2018). **Caracterização epidemiológica do mormo em equídeos no estado da paraíba com base em dados secundários.** Dissertação (Ciência Animal) - Universidade Federal da Paraíba.

SANTOS JR., E. L.; MOURA, J. C. R.; PROTÁSIO, B. K. P. F.; PARENTE, V. A. S.; VEIGA, M. H. N. D. **Clinical repercussions of Glanders (*Burkholdeira mallei* infection)** in a Brazilian Child: a case report. Rev. Soc. Bras. Med. Trop. 53. 2020.

SCHWARZ, D.G.G., SOUSA JÚNIOR, P.F., SILVA, L.S., POLVEIRO, R.C., OLIVEIRA, J.F., FARIA, M.P. O., MARINHO, G.L.O.C., OLIVEIRA, R.P., MOREIRA, M.A.S., 2021. **Spatiotemporal distribution and temporal trends of brucellosis and tuberculosis in water buffalo (*Bubalus bubalis*)** in Brazil. Prev. Vet. Med. 193, 105417 <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2021.105417>.

SILVEIRA, P. P. da; et.al., **Comparação de prevalência do Mormo entre as Zonas da Mata, Agreste e Sertão de Pernambuco, 2005 à 2011.** Ciência vet. Trop. Recife-PE , v. 16, n. 1/2/3, p. 45 – 52, Janeiro/Dezembro, 2013.

SINGHA, H.; SHANMUGASUNDARAM, K.; TRIPATHI, B. N.; SAINI, S.; KHURANA, S. K.; KANANI, A. et al. **Serological surveillance and clinical investigation of glanders among indigenous equines** in India from 2015 to 2018. Transboundary and Emerging Diseases, v. 67, n. 3, p. 1336-1348, 2020a. DOI: 10.1111/tbed.13475.

SOUZA, M. M. A. de. **Diagnóstico do Mormo Através da Técnica de Fixação de Complemento Utilizando-se de Diferentes Antígenos e Métodos de Incubação.** Recife-PE: Universidade Federal Rural de Pernambuco, Dissertação de Mestrado, 2012.

SUNIGA, P. A. P., MANTOVANI, C., SANTOS, M. G., RIEGER, J. S. G., GASPAR, E. B., SANTOS, F. L. S., MOTA, R. A., CHAVES, K. P., EGITO, A. A., FILHO, J. C. O., NASSAR, A. F. C., SANTOS, L. R., ARAUJO, F. R. A. **Molecular detection of Burkholderia mallei in diferent geographic regions of Brazil.** Brazilian Journal of Microbiology 54:1275–1285. 2023.

VAN ZANDT KE, GREER MT, GELHAUS HC (2013) **Glanders: an overview of infection** in humans. Orphanet J Rare Dis 8:1–7. [https:// doi.org/10.1186/1750-1172-8-131](https://doi.org/10.1186/1750-1172-8-131).

VARGAS, R. T., OLIVEIRA JÚNIOR, C. A. & SILVA, N. (2015). **Situação atual do mormo no Brasil.** Revista V&Z em Minas, (127),.43-51

WITTIG, M.B., WOHLSEIN, P., HAGEN, R.M., AL DAHOUK, S., TOMASO, H., SCHOLZ, H.C., NIKOLAOU, K., WERNERY, R., WERNERY, U., KINNE, J., ELSCHNER, M. AND NEUBAUER, H. (2006) **Glanders - a comprehensive review.** Deut. Tieraerztl. Woch. 113, 321-360.