

Defesa agropecuária e inovações tecnológicas

Ana Karina da Silva Cavalcante
Robson Bahia Cerqueira
(Orgs.)



Defesa agropecuária e inovações tecnológicas

REITOR

Fábio Josué Souza dos Santos

VICE-REITOR

José Pereira Mascarenhas Bisneto

SUPERINTENDENTE

Rosineide Pereira Mubarak Garcia

CONSELHO EDITORIAL

Ana Lúcia Moreno Amor

Josival Santos Souza

Luiz Carlos Soares de Carvalho Júnior

Maurício Ferreira da Silva

Paulo Romero Guimarães Serrano de Andrade

Robério Marcelo Rodrigues Ribeiro

Rosineide Pereira Mubarak Garcia (presidente)

Sirlara Donato Assunção Wandenkolk Alves

Walter Emanuel de Carvalho Mariano

SUPLENTES

Carlos Alfredo Lopes de Carvalho

Marcílio Delan Baliza Fernandes

Wilson Rogério Penteado Júnior

COMITÊ CIENTÍFICO

(Referente ao Edital nº. 002/2020 EDUFRB – Edital de
apoio à publicação de livros eletrônicos)

Carlos Augusto Dórea Bragança

Júlio César dos Santos

Ricardo Mendes da Silva

Luciana Niedersberg de Ávila

Maria Tereza Vargas Leal Mascarenhas

Valdineide Souza da Silva

EDITORA FILIADA À



Associação Brasileira
das Editoras Universitárias

Ana Karina da Silva Cavalcante
Robson Bahia Cerqueira
(Orgs.)

Defesa agropecuária e inovações tecnológicas



Editora UFRB

Cruz das Almas - BA/Brasil-2020

Copyright©2020 Ana Karina da Silva Cavalcante e Robson Bahia
Cerqueira

Direitos para esta edição cedidos à EDUFRB.

Projeto gráfico, capa e editoração eletrônica:

Antonio Vagno Santana Cardoso

A reprodução não-autorizada desta publicação, por qualquer meio,
seja total ou parcial, constitui violação da Lei nº 9.610/98.

D313d

Defesa agropecuária e inovações tecnológicas /

Organizadores: Ana Karina da Silva Cavalcante e
Robson Bahia Cerqueira. _ Cruz das Almas, BA:
EDUFRB, 2020.

190p.; il. . – (Coleção Pesquisas e Inovações
Tecnológicas na Pós-Graduação da UFRB; volume 12).

ISBN: 978-65-87743-33-2.

1.Agropecuária – Agricultura. 2.Defesa vegetal –
Defesa animal. 3.Pesquisa e desenvolvimento – Análise.
I.Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro
de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas.
II.Cavalcante, Ana Karina da Silva. III.Cerqueira, Robson
Bahia. IV.Título.

CDD: 630.813

Ficha elaborada pela Biblioteca Central de Cruz das Almas - UFRB.
Responsável pela Elaboração - Antonio Marcos Sarmento das Chagas (Bibliotecário - CRB5 /
1615) & Neubler Nilo Ribeiro da Cunha (Bibliotecário - CRB5/1578)
(os dados para catalogação foram enviados pelo usuário via formulário eletrônico)



Editora UFRB

Rua Rui Barbosa, 710 – Centro
44380-000 Cruz das Almas – BA /Brasil

Tel.: (75) 3621-7672

editora@reitoria.ufrb.edu.br

www.ufrb.edu.br/editora

www.facebook.com/editoraufrb

Sumário

Apresentação

Ana Karina da Silva Cavalcante, Robson Bahia Cerqueira.....09

Áreas indenes do HLB dos citros: Rede Sentinela como estratégia

Davi Ferreira de Amorim, Eduardo Chumbinho de Andrade, Francisco Ferraz Laranjeira Barbosa, Suely Xavier de Brito Silva 11

Segurança quarentenária dos cítricos exportados: dados preliminares

Stenilson Araújo Nascimento, Maria de Fátima Ferreira da Costa Pinto, Suely Xavier de Brito Silva, Antonio Souza do Nascimento23

O olhar agroecológico sobre COVID-19: defesa agropecuária em foco

Flávia Silva Barbosa33

Pendura e atordoamento das aves em matadouros: bem-estar x tecnopatias

Rodrigo Braz Tanajura, Olga Beatriz Alves de Sousa Ferreira, Ana Karina da Silva Cavalcante59

Bronquite infecciosa das galinhas na Bahia: imunização e resposta humoral

Isabel Maier, Olga Beatriz Alves de Sousa Ferreira, Tais Lorena Almeida Figueiredo, Meiby Carneiro de Paula Leite, Ana Karina da Silva Cavalcante71

Escherichia Coli em vísceras de aves: frequência e sensibilidade aos antimicrobianos

Rafael Mendes Pereira, Olga Beatriz Alves de Sousa Ferreira, Robson Bahia Cerqueira, Ana Karina da Silva Cavalcante85

Educação sanitária reduzindo a subnotificação de doenças	
<i>Christianne C. Bessa Bezerra, Ludmilla Santana Soares E Barros, Êlika Suzianny de Sousa</i>	97
Tuberculose bovina em frigoríficos e feiras baianas	
<i>Evelin Santiago Vasconcelos dos Santos, Bruno Ribeiro dos Santos, Fernando Alzamora Filho, Felipe Francelino Ferreira, Joselito Nunes Costa</i>	111
Brucelose em bovinos monitorados na Bahia: levantamento sorológico	
<i>Marcus Paulo de Matos Maturino, Bruno Passos Fernandes, Lourival Souza Silva Junior, Diana de Oliveira Silva Azevedo, Bianca Pimentel Silva, Carlos Eduardo Crispim de Oliveira Ramos, Robson Bahia Cerqueira</i>	127
Brucelose bovina: aspectos da patogênese e diagnóstico	
<i>Marcus Paulo de Matos Maturino, Bruno Passos Fernandes, Robson Bahia Cerqueira</i>	141
Brucelose em suínos: aspectos epidemiológicos, patogênicos e diagnóstico	
<i>Manoela Barbosa Batista, Bruno Passos Fernandes, Robson Bahia Cerqueira</i>	161
Sobre os autores	181

Apresentação

Ana Karina da Silva Cavalcante

Robson Bahia Cerqueira

Esta obra engloba uma coletânea de capítulos produzidos pelos discentes e docentes do Programa de Mestrado Profissional em Defesa Agropecuária da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, que abordam tanto a área de defesa vegetal quanto a animal, por meio de revisões de literatura ou textos inéditos, frutos de atividades desenvolvidas pelos membros do Programa. Dentre os temas da área animal estão a sensibilização da sociedade civil acerca da defesa sanitária animal, brucelose suína e bovina, tuberculose bovina, perdas na cadeia produtiva avícola por microrganismos ou falhas operacionais. Na área vegetal estão incluídos os temas Rede Sentinela como estratégia para manutenção de áreas indenés do HLB dos citros, segurança quarentenária para moscas-das-frutas e ainda, o papel da defesa agropecuária no contexto de pandemia sob a ótica da agroecologia, este último em formato de revisão de literatura que traz um tema relevante na atualidade. Tais produções contaram com o apoio de diversos órgãos públicos, entre eles a própria UFRB, a EMBRAPA, a FAPESB e a ADAB. Acredita-se que essa obra, pela sua forma de concepção e divulgação, alcance a comunidade acadêmica e a sociedade que busca superar desafios das inovações tecnológicas da defesa agropecuária.

Áreas indenes do HLB dos citros: Rede Sentinela como estratégia

*Davi Ferreira de Amorim
Eduardo Chumbinho de Andrade
Francisco Ferraz Laranjeira Barbosa
Suely Xavier de Brito Silva*

Introdução

A Bahia possui a segunda maior área plantada com citros no Brasil, e possui o *status* de área de não ocorrência de cancro cítrico e Huanglongbing dos citros (HLB). Para manter o referido *status*, o órgão de defesa agropecuária atua de forma estratégica na fiscalização do trânsito e comércio de material propagativo que ingressa no estado. As pragas e doenças dos citros nos seus mais variados aspectos e tipos de agentes causais representam perigo para a manutenção sustentável da citricultura baiana (HABIBE *et al.*, 2007).

O HLB, popularmente conhecido como *Greening*, é a praga mais importante da citricultura mundial e está presente no Brasil desde 2004 (Figura 1), e atualmente se encontra, oficialmente, presente nos estados de São Paulo, Minas Gerais e Paraná (COLETTA-FILHO *et al.*, 2004; NUNES *et al.*, 2007; BELASQUE JUNIOR *et al.*, 2009). Em 2017, houve relato de um foco debelado no Mato Grosso do Sul (IAGRO, 2019). A Bahia é reconhecida pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) como área livre de HLB.

Figura 1 – Status de ocorrência do HLB dos citros no Brasil: oficialmente presente em SP (2004, círculo amarelo), MG (2006, seta vermelha), PR (2007, seta lilás) e relato de detecção em MS (2019, seta azul tracejada). A Bahia (círculo verde) é reconhecida pelo MAPA como área de não ocorrência da praga.



Fonte: SILVA, 2020.

O HLB é causado por bactérias *Gram* negativas pertencentes ao gênero *Candidatus Liberibacter* (*Ca. L.*), existindo três espécies, com origem geográfica definida: *Candidatus L. asiaticus*, originária de países asiáticos, *Ca. L. americanus*, relatada no Brasil em 2005, ambas tendo como vetor o psíldeo *Diaphorina citri* Kuwayama, e *Ca. L. africanus*, encontrada na África e transmitida por *Trioza erytreae* Del Guercio (BOVÉ, 2006).

No Brasil, a espécie *Ca. L. asiaticus* predomina nas áreas afetadas pelo HLB. Entretanto, plantas com sintomas típicos de HLB foram identificadas tanto em regiões com a ocorrência da doença quanto em regiões indenes, incluindo a Bahia, porém, a análise destas amostras não detectou a presença de HLB, mas de um fitoplasma (TEIXEIRA *et al.*, 2010, SANCHES *et al.*, 2018). Além dos citros, tanto a bactéria quanto o vetor tem como hospedeiro uma planta ornamental conhecida como murta (*Murraya paniculata*), amplamente utilizada em projetos de urbanização.

Não existe resistência genética identificada no gênero *Citrus* e a estratégia de manejo do HLB atualmente empregado no estado de SP, consiste no plantio de mudas certificadas, controle do psilídeo e remoção de plantas infectadas (FUNDECITRUS, 2020). Plantas infectadas com HLB apresentam morte econômica (incapacidade de produção econômica) em curto espaço de tempo, e morte biológica com ataque severo da bactéria. Um agravante desta doença é o elevado período de incubação da doença, podendo variar de 6 a 18 meses (MANJUNATH *et al.*, 2008), levando à permanência de uma planta contaminada no campo, funcionando como uma fonte de inóculo por este período sem apresentar sintomas da doença.

As duas principais formas de disseminação da doença são a transmissão via material propagativo infectado como borbulhas e mudas e pelo inseto vetor (BOVÉ, 2006). No contexto da defesa fitossanitária, o material propagativo atua mais fortemente na disseminação a longa distância, sendo a principal forma de introdução da bactéria em áreas indenes. Uma vez presente na área, a doença é disseminada a curtas distâncias pelo *D. citri*. Assim, além do controle do trânsito de material vegetal entre regiões de ocorrência do HLB e áreas indenes, conhecer a densidade e flutuação populacional do inseto vetor é condição imprescindível para a tomada de decisão do órgão de defesa agropecuária.

Dito isto, no Estado da Bahia, a Agência Estadual de Defesa Agropecuária (ADAB) tem envidado esforços para fiscalizar desde a produção, passando pelo trânsito, até a comercialização de material propagativo das espécies hospedeiras (Gênero *Citrus* e *Murraya paniculata*).

A Agência atua em barreiras fixas e móveis de fiscalização do trânsito de vegetais, quando retira de circulação mudas cítricas e de *Murraya* que não tenham a comprovação fitossanitária de origem (CFO), ou que tenham sido produzidas em Unidades da Federação

com ocorrência do *Greening*. Como exemplo, a operação ocorrida na Região Metropolitana de Salvador em 2019 -, quando foram apreendidas 1.423 mudas de cítricos e 799 mudas de *Murraya*.

Igualmente importante à vigilância feita ao material propagativo é o monitoramento da invasão da bactéria, pois, nas rotas de maior risco de circulação de material propagativo, e até de frutos, uma possível detecção do inseto vetor que esteja infectivo se constitui numa vantagem competitiva para a cadeia produtiva, assim como para a ADAB, pois, medidas de contenção de um foco poderão ser adotadas, antes mesmo do aparecimento de sintomas no hospedeiro.

O monitoramento do psilídeo vetor em áreas indenidas pode antecipar a tomada de decisão para controle da doença em 18 meses, tempo estimado para a manifestação de sintomas no hospedeiro, o qual, mesmo estando assintomático, serve de fonte de inóculo (MANJUNATH *et al.*, 2008). Outra vantagem em realizar o monitoramento de psilídeos é a geração de informações importantes sobre a ocorrência do inseto em cada região da Bahia e sua flutuação populacional ao longo do ano. Estas informações poderão indicar as épocas mais críticas para a disseminação do HLB, caso este seja introduzido em uma determinada região do estado, além de sinalizar o momento ideal para o controle do vetor.

Em 2011, mediante participação de distintas instituições nacionais e internacionais, a Embrapa Mandioca e Fruticultura propuseram o estabelecimento de uma Rede Sentinela no Brasil, com o objetivo de amparar e fomentar ações de enfrentamento à ameaça do HLB dos citros (ANDRADE, 2011). Aderiram à proposta instituições de pesquisa e agências dos estados do Pará, Rio Grande do Sul e Bahia.

Devido à grande ameaça que é o HLB dos citros à citricultura baiana e a importância do *D. citri* no processo de disseminação da praga, o presente e-book teve como objetivo realizar o monitoramento de possível invasão do HLB no estado, por meio da detecção da bactéria

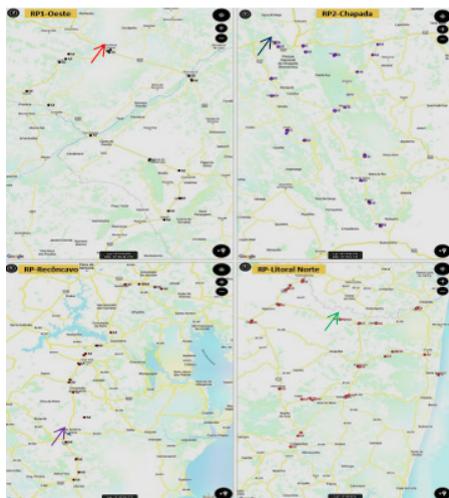
no inseto vetor. Foram estabelecidas Rota Sentinelas em função do risco de introdução do HLB, que foram denominadas de positivas (alto risco) e negativas (baixo risco), na qual a primeira observa-se intenso fluxo de trânsito rodoviário (ligação com outros estados) e/ou presença de considerável área com cultivo de citros, e a segunda apresenta baixo trânsito de vegetais e poucos cultivos de citros.

Relato de experiência

Este capítulo foi desenvolvido associado ao projeto denominado de HLB *BioMath* - Fase III, uma parceria entre a Embrapa Mandioca e Fruticultura e a ADAB. Utilizando os critérios de risco definidos pela equipe, foram definidas quatro rotas sentinelas positivas (RP): Oeste, Chapada Diamantina, Recôncavo e Litoral Norte (Figura 2); e três negativas (RN): Linha Verde, Litoral Sul e Estrada do Feijão (Figura 3). As rotas positivas tiveram 44 municípios e as rotas negativas, 18 municípios.

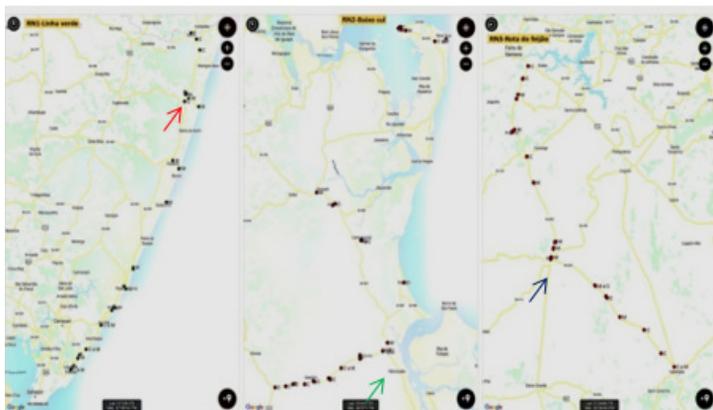
Mediante frequência trimestral, no período de abril de 2019 a abril de 2020, foram realizadas quatro coletas de psílídeos nas respectivas rotas positivas e negativas. Cada coleta teve seu ponto georreferenciado, permitindo assim a elaboração de mapas no *Map Marker*.

Figura 2 – Mapas elaborados no aplicativo *Map Marker*, referente às Rotas Positivas, com a indicação georreferenciada dos pontos de coleta trimestral do inseto vetor do HLB dos citros, período de abril/2019 a abril/2020 (seta vermelha: Santa Maria da Vitória; seta azul: Seabra; seta roxa: Santo Antônio de Jesus; seta verde: Rio Real).



Fonte: AMORIM, 2020.

Figura 3 – Mapas elaborados no aplicativo *Map Marker*, referente às Rotas Negativas com a indicação georreferenciada dos pontos de coleta trimestral do inseto vetor do HLB dos citros, período de abril/2019 a abril/2020 (seta vermelha: Conde; seta azul: Ipirá).



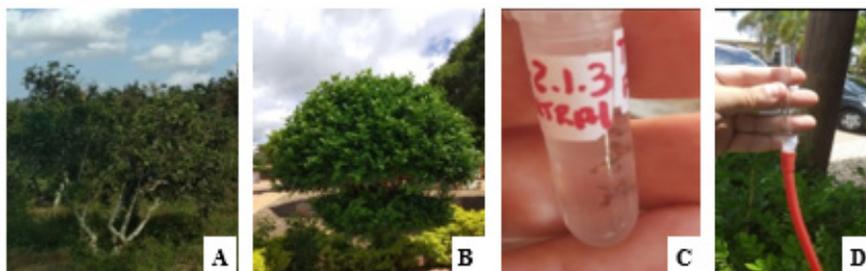
Fonte: AMORIM, 2020.

Cada amostra coletada foi identificada por tipo de hospedeiro (cítricos ou murta, respectivamente na Figura 4A e B), informando a presença do vetor segundo seu estágio de desenvolvimento (ovo, ninfa ou adulto). Os insetos coletados foram mantidos em frascos contendo álcool a 95% (Figura 4C).

As amostras foram depositadas no laboratório de Virologia Vegetal da Embrapa Mandioca e Fruticultura para análise molecular, através do método PCR quantitativo, em razão de sua maior precisão e acurácia, além do menor risco de contaminação das amostras (MACKAY *et al.*, 2002), objetivando a detecção da bactéria causadora do HLB dos citros.

Na coleta do inseto adulto, utilizou-se aspirador entomológico manual (Figura 4D), elaborado artesanalmente com materiais de baixo custo: o tubo plástico da caneta ou de termômetro, borracha de silicone e frasco de vidro que funcionava como depósito do material coletado. Para a coleta da ninfa utilizou-se um pincel, e quando se tinha ovos, destacava-se toda a brotação que era também conservada em álcool a 95%.

Figura 4 – Hospedeiros: Citros (A) e Murta (B) que serviram de ponto de coleta do inseto vetor (C) do HLB dos citros em rotas sentinelas positivas e negativas. Aspirador entomológico manual (D).



No sentido de ampliar a área de monitoramento, foram adicionados novos pontos de coleta: Maragóipinho e Muniz Ferreira (no Baixo Sul), a localidade de Mangue Seco (na Linha Verde) e Conceição do Almeida e São Felipe (no Recôncavo).

Resultados e discussão

Como resultado do monitoramento da invasão da bactéria causadora do HLB nas Rotas Sentinelas, foram coletados 3.496 exemplares de *D. citri* (Tabela 1), ressaltando que já foram processados aproximadamente 40% das amostras e os resultados foram negativos para a presença da bactéria, fazendo com que a Bahia continue como área de não ocorrência do HLB.

Tabela 1 – Número de coletas realizadas e quantitativo do inseto vetor do HLB dos citros (*Diaphorina citri*) capturados nos municípios integrantes das rotas sentinelas negativas (-) e positivas (+), no Estado da Bahia, no período de abril/2019 a abril/2020.

Rotas Sentinelas Negativas (-), Positivas (+) e Municípios	Número de Coletas	Insetos coletados
Linha Verde (-): Lauro de Freitas, Camaçari, Mata de São João, Entre Rios, Esplanada, Conde e Jandaíra	96	149
Baixo Sul (-): Valença, Jaguaripe, Aratuípe, Nazaré, Vera Cruz e Itaparica	100	358
Estrada do Feijão (-): Itaberaba, Ipirá, Anguera, Serra Preta e Feira de Santana	70	79
Oeste Baiano (+): Urandi, Pindaí, Guanambi, Palmas de Monte Alto, Cariranha, Feira da Mata, Cocos, São Félix do Coribe, Santa Maria da Vitória, Bom Jesus da Lapa e Coribe	38	617
Chapada (+): Andaraí, Mucugê, Ibicuara, Tanhaçu, Ituaçu, Abaira, Boninal, Barra da Estiva, Piatã, Seabra, Palmeiras e Lençóis	131	678
Recôncavo (+): Santo Antônio de Jesus, Laje, Conceição do Almeida, Sapeaçu, Cruz das Almas, Muritiba, Governador Mangabeira, Cachoeira, Jaguaripe, Feira de Santana, Conceição do Jacuípe e Amélia Rodrigues	49	1744
Litoral Norte (+): Alagoinhas, Entre Rios, Inhambupe, Olindina, Itapicuru, Rio Real, Jandaíra, Conde e Esplanada	78	321
Total	562	3946

Além da ausência da bactéria do HLB, verificada em 40% das amostras processadas, a execução deste permite a obtenção de informações, quanto ao nível de infestação de *Diaphorina citri*, sempre maior em plantas de murta do que nas de citros em ambas as rotas, sendo que, o número de coletas foi semelhante nas rotas negativa e positiva; por outro lado, a rota positiva apresentou o número de insetos coletados cinco vezes maior que a rota negativa.

Ademais, tem sinalizado quais rotas apresentam maior predisposição à disseminação do HLB no Estado da Bahia, informação que subsidia as estratégias de intensificação da vigilância fitossanitária como, por exemplo, dispensar maior frequência na fiscalização do trânsito e comércio de material propagativo no Estado da Bahia.

Com a detecção da bactéria ocorrida em duas das 21 amostras de insetos coletados na rota sentinela da Chapada Diamantina (LOPES, 2015), houve um alerta para que a ADAB adotasse este procedimento de monitoramento de forma sistemática, haja vista o risco de introdução da praga. Ademais, a agência ampliou o número de rotas e de municípios monitorados nestes últimos cinco anos. Nenhuma nova ocorrência de inseto infectivo foi detectada.

Conclusão

Dessa forma, o presente capítulo tem contribuído para o fortalecimento do sistema de vigilância fitossanitária da Bahia, além de trazer maior segurança à atividade citrícola estadual e consolidar a relevante parceria estabelecida entre a ADAB e demais instituições de Ensino (UFRB) e Pesquisa (EMBRAPA).

O conhecimento científico é condição *sine qua non* a um serviço de qualidade em defesa agropecuária.

Referências

ADAB. Agência Estadual de Defesa Agropecuária da Bahia. **ADAB alerta contra praga dos citros. 2019.** Disponível em: <http://www.adab.ba.gov.br/2019/09/2035/ADAB-alerta-contra-praga-do-citros.html>. Acesso em: 01 jun. 2020.

ANDRADE, D. J.; FERREIRA, M. C.; MARTINELLI, N. M. **Aspectos da fitossanidade em citros.** 1. ed. Jaboticabal: Cultura Acadêmica, 2014.

ANDRADE, E. C. HLB Biomath – rede sentinela do HLB em áreas indenes. In: ENCONTRO HLB, AMEAÇA IMINENTE À CITRICULTURA DO NORDESTE BRASILEIRO, 2011. Salvador. **Anais [...]** Bahia: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2011, 10 p.

BASSANEZZI, R. B. *et al.* Avaliação de diferentes genótipos de citros a infecção por *Candidatus Liberibacter asiaticus*. **Citrus Research & Technology**, Cordeirópolis, v. 31, n. 1, p. 85-90, 2010.

BELASQUE JUNIOR, J.; BERGAMIN FILHO, A.; BASSANEZI, R. B. Base científica para a erradicação de plantas sintomáticas e assintomáticas de Huanglongbing (HLB, greening) visando o controle efetivo da doença. **Tropical Plant Pathology**, v. 34, p. 137-145, 2009.

BOVÉ, J. M. Huanglongbing: A destructive, newly emerging, century old disease of citrus. **Journal of Plant Pathology**, v. 88, p. 7-37, 2006.

COLETTA-FILHO, H. D. *et al.* First report of causal agent of Huanglongbing ("*Candidatus Liberibacter asiaticus*") in Brazil. **Plant Disease**, v. 88, p. 1382, 2004.

FUNDECITRUS. Fundo de Defesa da Citricultura. **Greening, Huanglongbing: Sobre a doença, Ciclo, Sintomas, Manejo.**

2020. Disponível em: <https://www.fundecitrus.com.br/doencas/greening>. Acesso em: 25 jun. 2020.

HABIBE, T. C. *et al.* Controle biológico da larva-minadora-dos-citros na Bahia. **Bahia Agrícola**, v. 8, n. 1, p. 69-75, 2007.

IAGRO. Agência Estadual de Defesa Sanitária Animal e Vegetal. **IAGRO realiza levantamento fitossanitário em plantas cítricas de Iguatemi**. 2019. Disponível em: <https://www.iagro.ms.gov.br/iagro-realiza-levantamento-fitossanitario-em-plantas-citricas-de-iguatemi/>. Acesso em: 15 jun. 2020.

IMPROTA, C. T. R. **O Processo Educativo nos Programas de Saúde Agropecuária**. São Luís-MA, 2012. (Curso de Mestrado Profissional em Defesa Sanitária Animal). CD ROM.

LOPES, A. C. **Flutuação populacional de *Diaphorina citri* KUWAYAMA, 1908 (HEMIPTERA: LIVIIDAE) e monitoramento da invasão de *Candidatus Liberibacter asiaticus* na Chapada Diamantina, Bahia**. 2015. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Recôncavo da Bahia.

MACKAY, I. M.; ARDEN, K. E.; NITSCHKE, A. Real-time PCR in virology. **Nucleic Acids Research**, v. 30, n. 6, p. 1292-1305, 2002.

MANJUNATH, K. L. *et al.* Detection of *Candidatus liberibacter asiaticus* in *Diaphorina citri* and its importance management of citrus Huanglongbing in Florida. **Phytopathology**, v. 98, p. 387-396, 2004.

NUNES, W. M. C. *et al.* Primeira constatação de Huanglongbing em pomar comercial de citros no Estado do Paraná. **Fitopatologia Brasileira**, v. 32, n. 1094, p. 327, 2007.

PARRA, J. R. P. *et al.* Biotecnologia do vetor *Diaphorina citri* e transmissão de bactérias associadas ao huanglongbing. **Citrus Research & Technology** v. 31; 37-51, 2010.

SANCHES, M. M. *et al.* **Levantamento de Huanglonbing (HLB) em citros no Brasil e diagnose dos agentes etiológicos.** Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 337, Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 337, 21p. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1095012>. Acesso em: 20 jun. 2020.

TEIXEIRA, D. C. *et al.* Caracterização e etiologia das bactérias associadas ao Huanglongbing. **Citrus Research & Technology**, Cordeirópolis, v. 2, p. 115-128, 2010.

YAMAMOTO, P. T. *et al.* Epidemiologia do Huanglonbing e suas implicações para o manejo da doença. **Citrus Research & Technology**, Cordeirópolis, v. 31, n. 1, p. 11-23, 2010.

Segurança quarentenária dos cítricos exportados: dados preliminares

*Stenilson Araújo Nascimento
Maria de Fátima Ferreira da Costa Pinto
Suely Xavier de Brito Silva
Antonio Souza do Nascimento*

Introdução

A Defesa Agropecuária tem início no controle do ingresso de animais, vegetais e seus produtos derivados, no Brasil. Segundo Rangel¹ (2017), existe uma complexa rotina de Defesa Agropecuária no maior porto da América Latina: uma movimentação de 90.000 contêineres por mês, exige a necessidade de inspeção de cargas na importação, para evitar a entrada de pragas e doenças, e a certificação para exportação para mais de 150 países de nossos produtos agropecuários (MAPA, 2018).

Os órgãos competentes devem estar cientes dos problemas e requisitos internacionais referentes às barreiras impostas às exportações de produtos da Agropecuária. Em relação à União Europeia –(UE), um importante parceiro comercial do Brasil, faz-se necessário entender a política pública adotada e implementá-la no Brasil sob pena do país sofrer impedimento na exportação de frutos in natura, para aquele importante mercado (MAPA, 2018).

Antevendo um possível tratado comercial com o Mercosul, a União Europeia publicou o Regulamento Delegado 2019/829, de 14 de março de 2019, oportunidade em que ampliou a lista de vegetais e pragas regulamentadas, assim como autorizou Estados-Membros a estabelecer revogações temporárias para garantir análises

¹ Declaração do Dr. Luiz Pacifico Rangel, Secretário de Defesa Agropecuária ao visitar em companhia do Ministro da Agricultura as atividades dos inspetores fiscais agropecuários no porto de Santos- SP.

oficiais, com fins científicos ou educativos. Complementarmente, publicou-se a Diretiva de Execução 523/19 (UE) a qual apresentou os condicionantes mais restritivos ao ingresso de frutos cítricos face ao risco de disseminação de moscas-das-frutas (Tephritidae, não europeias) (SILVA *et al.*, 2020).

Face à importância socioeconômica representada pelas exportações de lima ácida Tahiti e laranjas doces, para o agronegócio brasileiro, o presente capítulo teve como objetivo avaliar o risco de infestação por *Anastrepha obliqua* e *Anastrepha fraterculus*, nessas frutas, com vistas a subsidiar os órgãos de Defesa Fitossanitária junto ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e Agências Estaduais de Defesa Agropecuária.

O estado de São Paulo destaca-se como o maior produtor nacional de citros. Os estados da Bahia e Pernambuco estão posicionados como as principais Unidades da Federação (UF) que exportam limas, limões frescos e secos (MDIC, 2018). Na exportação de frutas cítricas frescas, a maior contribuição veio da LAT, cuja produtividade média no período 2006/2016 atingiu 27 toneladas / ha, um aumento de 21% superando, em crescimento, países como México e Argentina (SECEX, 2018).

De acordo com Paranhos (2008), dentre as espécies de moscas-das-frutas presentes no Brasil, as que apresentam restrições quarentenárias para outros países são: *A. fraterculus*, *A. obliqua*, *A. grandis*, *Ceratitis capitata* e *Bactrocera carambolae*.

As laranjas doces e tangerinas são susceptíveis ao ataque de moscas-das-frutas (RAGA *et al.*, 2004), embora os valores de infestação por unidade de fruta sejam inferiores àqueles observados em outros hospedeiros, especialmente aqueles pertencentes às famílias Myrtaceae (RAGA *et al.*, 2005) e Rosaceae (RAGA *et al.*, 2017). Provavelmente, as altas populações observadas em pomares de citros sejam consequência da alta densidade de plantas por área, ao elevado número de frutos disponíveis por planta e às condições favoráveis de abrigo e alimentação para as moscas-das-frutas (RAGA, 2017).

Várias espécies de moscas-das-frutas podem ocorrer em pomares de laranjas doces e tangerinas, mas apenas algumas espécies infestam os frutos. Uma implicação prática desses resultados é que se pode superestimar a densidade da população de moscas-das-frutas em um pomar, quando baseada no número de moscas por armadilha, devido à captura de espécies que não infestam os frutos de interesse comercial (SOUZA *et al.*, 2008). Estudos desenvolvidos por Dias *et al.* (2017), relativos à oviposição de *A. fraterculus* e *C. capitata*, não constataram infestação em limão-siciliano por estas duas espécies de mosca-das-frutas.

Este capítulo teve por objetivo estudar o grau de infestação da lima ácida Tahiti e de laranjas doces por duas espécies de mosca-das-frutas (*A. obliqua* e *A. fraterculus*), tanto ao nível de campo quanto em laboratório, e subsidiar os órgãos de defesa sanitária vegetal face às exigências fitossanitárias de importação da União Europeia.

Material e métodos

Monitoramento populacional de adultos em campo

As atividades foram desenvolvidas em três territórios de identidade (Litoral Norte e Agreste Baiano, Recôncavo e Baixo Sul) no período de março a maio de 2020, em quatro pomares comerciais de citros: Fazenda Agropecuária Gavião (S 11°55'10,1" e WO 38°16'28,4"); Fazenda Nossa Senhora do Bom Sucesso-ITACITRUS (S 11°45'11,9" e WO 38°31'9,9"), Fazenda Rebouças (S 12°38'36,4" e WO 39°6'49,817") e Fazenda Peralba - AROS AGRÍCOLA (13°14'96" e WO 39°02'78"). Com pomares de lima ácida Tahiti (*Citrus latifoliae*) e pomares domésticos com 10 diferentes espécies de frutas: pitangueira (*Eugenia uniflora*), mangueira (*Mangifera indica*), aceroleira (*Malpighia emarginata*), goiabeira (*Psidium guajava*), seriguela (*Spondias purpurea*), abacateiro (*Persea americana*),

graviola (*Annona muricata*), jabuticaba (*Plinia cauliflora*), amora (*Morus*), cajueiro (*Anacardium occidentale*), noni (*Morinda citrifolia*).

Em cada uma das propriedades foram instaladas 10 armadilhas tipo *McPhail* (Figura 1A), distanciadas cerca de 20 metros entre elas sempre na periferia dos talhões, contendo melaço de cana-de-açúcar a 7%, “Fonte Dourada[®]” (Figura 1B), em talhões com cerca de 2.000 plantas. Utilizou-se o Índice MAD (mosca/armadilha/dia) para expressar a densidade populacional dos adultos de moscas-das-frutas. A coleta do material capturado foi efetuada semanalmente (Figura 1C), quando se fazia a triagem separando-se os adultos de moscas-das-frutas, conservando-os em álcool 70%, para posterior identificação com base na genitália das fêmeas.

Figura 1 – Visão geral do processo de instalação (A), reabastecimento (B) e recolhimento do material capturado nas armadilhas *McPhail* (C). Cruz das Almas-BA 2020.



Infestação forçada em laboratório

Os testes de infestação forçada foram realizados no laboratório de Entomologia da Embrapa Mandioca e Fruticultura, com sede em

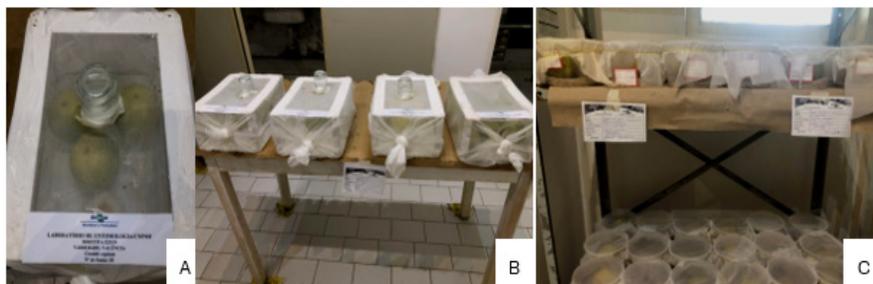
Cruz das Almas-BA. Foram realizados testes de infestação em três variedades de laranjas doces, *Citrus cinensis*: “valência”, “natal” e “pera” e LAT, *Citrus latifolia*, para a mosca-das-frutas *C. capitata*.

Em gaiolas teladas, foram colocados três frutos de cada variedade/espécie de citros (Figura 2A), expostos a 10 casais de *C. capitata* sexualmente maduros, por um período de 72 horas (Figura 2B). Esses experimentos foram conduzidos em sala climatizada (26 °C +/- 2 °C, 60% UR e 12h/12h de fotofase).

Após esse período de exposição, os frutos foram retirados das gaiolas e individualizados em potes plásticos contendo vermiculita (Figura 2 C). Cada conjunto, fruto e vermiculita, foi peneirado a intervalos de 15 a 21 dias, para a obtenção de pupas. As pupas e larvas foram contadas e transferidas para potes com vermiculita, para obtenção de adultos. Após a emergência dos adultos, as moscas eram contadas e sexadas, com auxílio de Estereomicroscópio Leica modelo MZ12.

Para cada variedade foram realizadas sete repetições, incluindo controle positivo com goiabas e controle negativo absoluto (somente frutos). Os parâmetros analisados foram: número de frutos com sintomas, número de pupas obtidas, número de adultos, proporção sexual e viabilidade pupal.

Figura 2 – Gaiola individualizada por tratamento (A); Experimento de infestação forçada em sala climatizada (B); Frutos individualizados em potes com vermiculita após exposição de 72h, para infestação por *C. capitata* (C).

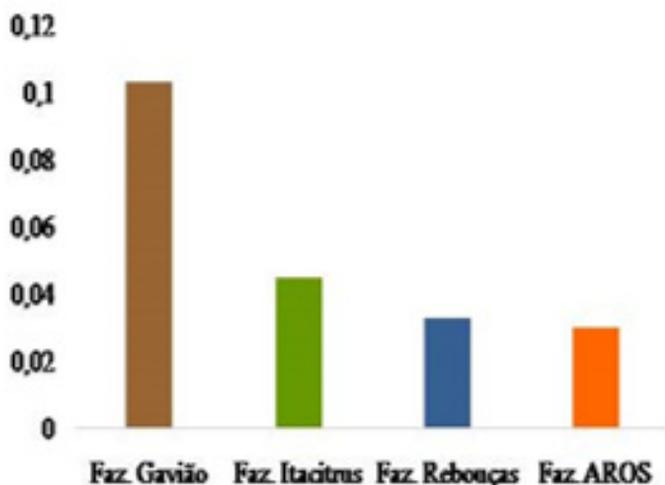


Resultados e discussão

Monitoramento populacional de adultos em campo

Durante os três meses de coletas, foi capturado um total de 137 exemplares de *Anastrepha* spp. nas quatro propriedades monitoradas: áreas comerciais de citros (LAT, LDs) e pomares domésticos com frutíferas diversas. O Gráfico 1 expressa a densidade populacional das moscas-das-frutas no índice MAD, variando de 0,03 (Faz. AROS) a 0,11 (Faz. Gavião).

Gráfico 1 – Número de *Anastrepha* spp. expresso pelo índice MAD (mosca/armadilha/dia) nas Fazendas Gavião, Itacitrus, Rebouças e Aros Agrícola, no período de março a maio de 2020, Cruz das Almas, 2020.



Nos pomares domésticos das Fazendas Aros e Rebouças, contendo 10 diferentes espécies de frutíferas tropicais, foram capturados 53 machos e 44 fêmeas de *Anastrepha* spp. Nenhum exemplar da espécie *C. capitata* foi capturado nos pomares comerciais de laranja doce e lima ácida Tahiti, bem como nos pomares domésticos (Gráfico 2).

Gráfico 2 – Número de *Anastrepha* spp. expresso pelo índice MAD (mosca/armadilha/dia) nos pomares domésticos de frutíferas tropicais (Fazendas Rebouças e Aros), no período de março a maio de 2020. Cruz das Almas-BA. 2020.

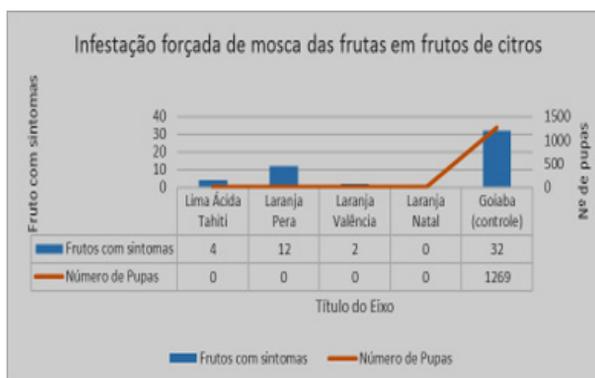


Os pomares domésticos apresentaram o índice MAD superior aos dos pomares de citros: resultado esperado devido ao fato das frutíferas tropicais serem hospedeiros primários das moscas-das-frutas, enquanto os citros são considerados hospedeiros secundários.

Infestação forçada em laboratório

Neste primeiro teste, foram identificados frutos de citros com sintomas de punctura e/ou postura, sendo a Laranja 'Pera' a variedade com maior número de frutos apresentando estes sintomas (57%) e a Laranja 'Natal' com 100% dos frutos assintomáticos (Gráfico 3).

Gráfico 3 – Gráfico comparativo entre frutos sintomáticos (puncturas) e número de pupas encontradas em cada variedade de citros testada e o grupo controle, frutos de goiaba.



O controle positivo (goiaba) apresentou 82% dos frutos com sintomas, com 1269 pupas e viabilidade pupal de 90,85%. Estes dados mostram que as moscas-das-frutas estavam sexualmente ativas e que elas utilizam o fruto de goiaba para sua reprodução como hospedeiro preferencial. Porém, para os frutos de citros, a baixa taxa de punctura (85% a menos que a goiaba, em média) e o não desenvolvimento de pupas e adultos, sugerem que frutos de citros não sejam hospedeiros de importância econômica para *C. capitata*.

Estes dados mostram, ainda, que a metodologia foi adequada para o objetivo deste capítulo. Desta forma, os testes com as duas espécies alvo do regulamento de execução UE-2019/2072, *A. obliqua* e *A. fraterculus*, estão sendo realizados e trarão respostas importantes para a manutenção das exportações de frutos frescos *in natura* de citros para a União Europeia.

Conclusão

Os dados do monitoramento populacional de adultos de moscas-das-frutas revelaram um baixo índice de *Anastrepha* spp., e ausência de coleta de *C. capitata*, em todas as localidades estudadas.

Os dados de “Infestação Forçada em Laboratório” revelaram a presença de punctura e/ou postura de *C. capitata* nos frutos, porém ausência absoluta de infestação da lima ácida Tahiti e das variedades de laranjas doces estudadas. A alta infestação no tratamento “controle absoluto” (um total de 1.269 pupas), representado pela goiaba, revelou a boa condução dos experimentos.

Apesar dos estudos estarem em fase inicial, os dados de laboratório, indicam que a limeira ácida Tahiti não é hospedeira de *C. capitata*, corroborando com os estudos realizados por Dias *et al.* (2017).

Referências

AGROSTAT. Estatísticas de Comércio Exterior do Agronegócio Brasileiro. Exportação Importação. 2018. Disponível em: <http://indicadores.agricultura.gov.br/agrostat/index.htm>. Acesso em: 21 abr. 2020.

AGUIAR-MENEZES, E. L.; FERRARA, F. A. A.; MENEZES, E. B. Moscas-das-frutas *In*: CASSINO, P. C. R.; RODRIGUES, W. C. (Eds.) **Citricultura Fluminense**: principais pragas e seus inimigos naturais. Seropédica, Universidade Rural, 2004. p. 67-84

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Defesa agropecuária**: histórico, ações e perspectivas. / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. – Brasília: MAPA, 2018. 298 p.

DIAS, N. P. *et al.* Oviposition of *Anastrepha fraterculus* and *Ceratitidis capitata* (Dptera: Tephritidae) in Citrus Fruits, Development in Relation to Maturity of Orange Fruits. **Florida Entomologista**, v.100, n. 2, 2017.

JUNIOR, J. P. *et al.* **CITROS**: principais informações e recomendações de cultivo. Campinas, Instituto Agronômico de Campinas, 2005.

MDIC/SECEX. Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços Secretária de Comércio Exterior. Circular nº 65, de 21 de dezembro de 2018. Disponível em: http://www.mdic.gov.br/images/REPOSITORIO/secex/gab/circulares_secex_2018/Circular-SECEX-065_2018.pdf. Acesso em: 02 mar. 2020

NASCIMENTO, A. S.; CARVALHO, R. S.; MALAVASI, A. Monitoramento populacional. *In*: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A. (Eds.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil**: conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto: Holos, 2000. p. 109-117.

PARANHOS, B. J. Moscas-das-frutas que oferecem riscos à fruticultura brasileira. *In*: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE VITIVINICULTURA E FEIRA NACIONAL DE AGRICULTURA IRRIGADA – FENAGRI, 2008. **Anais[...]** Petrolina, PE: Prefeitura Municipal. Valexport. Embrapa Semiárido, 2008.

RAGAA. *et al.* Fruit fly (Diptera: Tephritoidea) infestation in citrus in the State of São Paulo, Brazil. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 33, n. 1, p. 85-89, 2004.

RAGA, A. *et al.* Population Dynamics and Infestation Rate of Fruit Flies in Stone Fruits in São Paulo State, Brazil. **Annual Research & Review in Biology**, Hooghly, v. 14, p. 1-11, 2017.

RAGA, A. *et al.* Tephritoidea (Diptera) species from Myrtaceae fruits in the State of São Paulo, Brazil. **Entomotropica**, Aragua, v. 20, n.1, p. 11-14, 2005.

RAGA, A.; GALDINO, L.T. **Sintomatologia do Ataque de Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em Citros**. Documento Técnico 33 - Novembro de 2017 - p.1-16.

SÁ, R.F. *et al.* Índice de infestação e diversidade de moscas-das-frutas em hospedeiros exóticos e nativos no polo de fruticultura de Anagé, BA. **Bragantia**, v. 67, n.2, Campinas, 2008.

SILVA, S. X. B.; NASCIMENTO, A. S.; PINTO, M. F. F. C.; NASCIMENTO, S. A. Relatório Executivo: Exigências fitossanitárias da União Europeia e as exportações de frutos cítricos do Brasil. 13p., 2020. Mensagem recebida por <paulo.emilio@agricultura.gov.br; celso.filho@adab.ba.gov.br; antonio-souza.nascimento@embrapa.br> em 29 jun. 2020.

SOUZA, J. F. *et al.* Diversidade de moscas-das-frutas em pomares de citros no município de Araruama, RJ. **Ciência Rural**, v. 38, n. 2, mar-abr, 2008.

O olhar agroecológico sobre COVID-19: defesa agropecuária em foco

Flávia Silva Barbosa

Introdução

Uma zoonose é qualquer doença ou infecção naturalmente transmissível de animais vertebrados para seres humanos, no qual um animal infectado por um patógeno, seja ele um vírus, bactérias, fungos, patógenos parasitários ou até mesmo príons, passam a encontrar no homem um novo hospedeiro com meios favoráveis de infecção, reprodução/replicação e disseminação, das quais as zoonoses emergentes são particularmente associadas às interações ambientais e animais (BONILLA-ALDANA *et al.*, 2020b). É caracterizada como um problema de saúde pública, capaz de impedir a produção eficiente de alimentos de origem animal e por sua vez criam obstáculos ao comércio internacional de produtos de origem animal (WHO, 2020a).

Por se tratar de um problema de interesse global, as doenças zoonóticas, recebem atenção prioritária da OMS e de outras organizações internacionais como Organização Alimentar e Agrícola da ONU e Organização Mundial de Saúde Animal, pois abordam a saúde animal e humana de maneira integrada, trabalham juntas, preparam estratégias e compartilham a responsabilidade pela ação de modo multissetorial. Essa integração é essencial para entender e gerenciar os riscos à saúde pública, na interface homem-animal-ambiente, e melhorar a segurança global da saúde (WHO, 2020b).

Um patógeno pode se transformar em um agente patogênico hiper-virulento em condições de monocultivos, que envolvam criação

em massa de animais geneticamente idênticos, selecionados para alta conversão alimentar, ao qual, o agente patogênico emergente encontrará condições favoráveis e se espalhará rapidamente dentro e/ou entre o rebanho (FAO, 2013).

Em dezembro de 2019 a notificação de um surto viral de origem zoonótica e caráter pandêmico parou o planeta. Embora a divulgação tenha ocorrido no final do ano de 2019 à OMS, para fins de alerta para a sociedade mundial, tudo indica que pessoas contaminadas estavam liberando RNA de SARS-CoV-2 em suas fezes antes mesmo dos primeiros casos serem relatados pelas autoridades locais ou nacionais (RANDAZZO *et al.*, 2020).

A doença teve nome provisório de "doença respiratória aguda 2019-nCoV" (onde 'n' significa novo e 'CoV' coronavírus), posteriormente a doença foi denominada de COVID-19, cujo agente patogênico causal é o vírus da síndrome respiratória aguda grave SARS-CoV-2 (WHO, 2020c; 2020d).

Zhang *et al.* (2020) alertam que SARS-CoV-2 pode ser transmitido através de múltiplas rotas, uma vez que também foram encontrados em zangatoas anais e no sangue, permanecendo presente nas zangatoas anais mais do que zangatoas orais, pós estágio da infecção, com capacidade de transmissão pela via oral-fecal, de modo que são necessários testes moleculares e sorológicos para confirmar definitivamente o portador de COVID-19.

Origem e disseminação do COVID-19

Os vírus derivam de uma palavra latina que significa "líquido viscoso" ou "veneno" são agentes infecciosos de tamanho pequeno e composição simples que podem se multiplicar apenas nas células vivas de animais, plantas ou bactérias (ENCYCLOPAEDIA BRITANNICA, 2020).

Se trata de comandos biológicos que expressam capsídeos e produzem virions que infectam organismos codificadores de ribossomos (RAOULT; FORTERRE, 2008).

O 2019-nCoV possui genoma descrito (acesso ao GenBank MN908947) com 89% semelhante aos membros Sarbecovirus relacionado à SARS (GenBank adesão MG772933), um subgênero do gênero Betacoronavirus (CHENG et al., 2020), responsável pela terceira epidemia humana de coronavírus zoonótico após SARS-Cov em 2002 e MERS-Cov em 2012 (BESNIER et al., 2020).

O nome "coronavírus" deriva do latim, a palavra Corona e a palavra grega *korōnē*, que significa coroa, uma vez que por observação em microscopia, revela a presença de virions (partícula infecciosa composta por DNA ou RNA cercado por proteínas), que têm uma ampla margem, remanescente da coroa real ou de uma coroa solar (KOTHAI et al., 2020).

O primeiro coronavírus humano foi identificado em 1960 e até o momento, existem sete coronavírus humanos identificados (KOTHAI et al., 2020). De modo geral os coronavírus (CoVs) são vírus de RNA de fita simples, cujo genoma tem a mesma orientação do mRNA, chamado genoma de polaridade positiva, ou simplesmente genoma de fita simples positiva, pertencentes à ordem Nidovirales, família Coronaviridae, subfamília Orthocoronavirinae, gênero β -coronavírus. Infectam animais, incluindo pássaros e mamíferos, sendo que em humanos costumam provocar infecções respiratórias leves, tal como um resfriado comum (AHMED et al., 2020; ZHANG et al., 2020). Entretanto, as infecções recentes por coronavírus humano resultaram em endemias letais, tais como a SARS (Síndrome Respiratória Aguda Grave), a MERS (Síndrome Respiratória no Oriente Médio) e, recentemente, a COVID-19 que têm provocado infecções letais e de ordem epidemiológica resultando em pandemia global (AHMED et al., 2020, CHAN et al., 2020; ZHANG et al., 2020).

O SARS-CoV-2 é de fácil capacidade mutagênica, o que aumenta a diversidade de espécies e confere a capacidade de rápida adaptação em novos hospedeiros que, por sua vez, se tornam multiplicadores e propagadores do vírus ao espalhá-lo através de secreções e fezes (BONILLA-ALDANA *et al.*, 2020a).

Cerca de 68% dos aminoácidos do SARS-CoV-2 se assemelham aos dos coronavírus relacionado à SARS, a sequência proteica da região externa do subdomínio de ligação ao receptor domínio da subunidade 1 de Spike possui apenas 39% de identidade, o que pode afetar a escolha do receptor humano e, portanto, a comportamento biológico deste vírus (CHAN *et al.*, 2020).

Após sequenciamento de amostras biológicas de pacientes portadores de SARS-CoV-2, detectou-se que os morcegos são a provável fonte do vírus, uma vez que possuem 85% de genoma igual (bat-SL-CoVZC45, MG772933.1) ao genoma do coronavírus SARS (JI, 2020).

Ao comparar o SARS-CoV-2 e o vírus Pangolin-CoV-like observa-se que ambos compartilham o mesmo ancestral comum, o vírus Bat-CoV-RaTG13-like, havendo ainda grande possibilidade de outro hospedeiro intermediário, desconhecido até o momento, o que denota geneticamente a transmissibilidade zoonótica (DHAMA *et al.*, 2020).

O perfil do mercado de frutos-do-mar, localizado em Wuhan na China, que comercializa diferentes tipos de animais selvagens (cobras e marmotas) e domesticados (aves e morcegos), o destacou como foco pandêmico do COVID-19, em função do provável início das contaminações em humanos (AHMAD, 2020).

Nesse contexto observa-se que historicamente os estímulos humanos à caça foram as recompensas no sucesso do acasalamento e a construção de coalizões sociais (GURVEN; HILL, 2009) e que, atualmente, a demanda pelo consumo de determinadas carnes “exóticas” está relacionada à natureza animada dos animais que, por

vezes, tornam-se fontes atraentes por despertar no consumidor um raciocínio emblemático e mágico, onde, a depender da cultura de cada país, muitas espécies são consideradas sagradas ou profanas (CAWTHORN; HOFFMAN, 2016).

Embora o foco inicial de SARS-CoV-2, mais conhecido como COVID-19, tenha sido no Mercado de frutos-do-mar e animais exóticos vivos em Wuhan, a transmissão atual ocorre de pessoa para pessoa, seja entre membros da família, por visitas hospitalares ou mesmo via disseminação interurbana (CHAN *et al.*, 2020).

A pneumonia crônica causada por SARS-CoV-2 exibe forte infectividade, mas possui menor virulência, em comparação SARS e MERS, em termos de morbimortalidade (GUO *et al.*, 2020), com taxa de mortalidade entre 2% a 5%, considerada baixa a moderada (WU *et al.*, 2020), porém, sua transmissibilidade facilitada tem potencializado infecções a ponto de transformar essa enfermidade numa pandemia global.

Em busca do modelo animal ideal para estudos sobre a COVID-19, por meio de uso de camundongos transgênicos K18-hACE2 e hACE2 (AC70), verificou-se que o SARS-CoV-2 mostrou ser altamente virulento quando comparado ao SARS-CoV, com sinais graves de doença respiratória e mortalidade, no entanto, os camundongos transgênicos hACE2 apresentaram sintomas leves quando infectados com SARS-CoV-2 (SARKAR; GUHA, 2020).

Sarkar e Guha (2020) esclarecem que a invasão e replicação viral não depende apenas da entrada do vírus no hospedeiro, mas também da adaptabilidade do hospedeiro e do estado imunológico.

O SARS-CoV-2, como outros coronavírus humanos, possui propriedades neurogênicas que podem resultar em anosmia logo após o vírus atingir os receptores ACE2 em células dos epitélios nasais no momento do contágio (ROMÁN *et al.*, 2020) e resultar em distúrbios neurológicos que desencadeiam encefalopatia, agitação, confusão mental proeminente e sinais do trato corticoespinal (HELMS *et al.*, 2020).

De modo geral o novo coronavírus é considerado como um vírus respiratório que se espalha principalmente através do contato de uma pessoa infectada através de gotículas respiratórias por meio da tosse, espirro individual, através de gotículas de saliva ou secreção nasal (KOTHAI *et al.*, 2020).

Trata-se de um vírus com capacidade de infectar pessoas de todas as idades, embora pessoas mais velhas e com condições médicas pré-existentes (como asma, diabetes e doenças cardíacas) parecem ser mais vulneráveis a adoecer seriamente com o vírus, com uma taxa de mortalidade > 8% em pessoas com mais de 70 anos (CRUZ *et al.*, 2020).

Observou-se que cães e gatos que convivem com pacientes com COVID-19 foram infectados, testaram positivo e alguns desenvolveram anticorpos específicos contra SARS-CoV-2 e soroconvertidos, indicando infecção ativa e a ocorrência de transmissão zoonótica reversa de SARS-CoV-2 de humano para animal (YOO; YOO, 2020).

Processo de infecção do COVID-19

A hemoglobina é uma proteína composta por quatro anéis pirólicos contendo ferro e têm a função de transportar oxigênio. Na apoptose do eritrócito, após 120 dias, todos os constituintes celulares são reaproveitados no sistema (ENCYCLOPAEDIA BRITANNICA, 2020b). No entanto, em processos inflamatórios e infecciosos a lise da membrana celular pode disponibilizar todo o material celular para o invasor, como os aminoácidos, ferro e outros, aos quais serão utilizados para formar novas linhagens da infecção (DRAKESMITH; PRENTICE, 2008).

O SARS-CoV-2 inicia a infecção através da ligação de sua proteína spike (S) na enzima de conversão da angiotensina humana 2 (ACE2) (YE *et al.*, 2020; YOO; YOO, 2020).

O maior tempo descrito de incubação do SARS-CoV-2 (COVID-19) é de 14 dias (DHAMA *et al.*, 2020).

O vírus tem como alvo a barreira sangue-pulmão, afetando a troca de oxigênio (SANSONETTI, 2020). Pacientes infectados com COVID-19 apresentaram maior número de leucócitos, respostas respiratórias anormais e níveis aumentados de pró-insulina citocinas inflamatórias (ROTHAN; BYRAREDDY, 2020).

Segundo Gong *et al.* (2020), o processo de infecção no organismo humano por 2019-nCoV se dá no sangue, por impedir o transporte do oxigênio e fixação do ferro, no qual o RDW (*Red Cell Distribution Width* ou coeficiente da variação na distribuição de células vermelhas) é um preditor para COVID-19, de modo que pode-se avaliar o percentual da variação entre células jovens (reticulócitos) e maduras (eritrócitos ou hemácias) das séries vermelhas na circulação sanguínea.

Assim, o ferro intracelular é usado pelo SARS-CoV-2 para a replicação e sua propagação (LIU *et al.*, 2020).

A eritropoese sofre alteração estrutural e funcional em glóbulos vermelhos nos processos inflamatórios, esta alteração deforma os eritrócitos (hemácias) e altera sua dinâmica circulatória (GONG *et al.*, 2020).

Pacientes portadores de 2019-nCoV têm apresentado alta taxa de troca de eritrócitos relacionada à ação da infecção pelo vírus.

O excesso de porfirinas nos glóbulos vermelhos pode favorecer a lise celular e o desenvolvimento de anemia hemolítica (SASSA, 2006), de modo que o SARS-CoV-2 não é o primeiro vírus conhecido a alterar o metabolismo da porfirina (ABRAHAMS, 2020).

A infecção viral é favorecida pela anemia, ou seja, a baixa contagem de glóbulos vermelhos ou alterações, e está intimamente relacionada com as síndromes respiratórias, como os glóbulos vermelhos carregam oxigênio, quando o número deles é extremamente baixo, as demandas de oxigênio do corpo não são

atendidas, resultando em deficiência respiratória (BOZKURT; MANN, 2014).

Em casos clínicos sérios de ordem respiratória os pacientes são tratados com ar enriquecido em oxigênio (O_2), por meio da oxigenoterapia, cuja finalidade é manter os níveis adequados de oxigenação e evitar a saturação de hemoglobina por aproximadamente 90% (SO_2), ou seja, a hipóxia tecidual (BUDIÑO *et al.*, 2002).

No transporte de oxigênio da atmosfera para os tecidos, os órgãos trabalham em conjunto para manter o equilíbrio do organismo, assim, o sistema respiratório determina a pressão parcial do oxigênio no sangue arterial, o sistema cardiovascular determina o débito cardíaco e o sistema hematológico regula a concentração de hemoglobina bem como sua afinidade pelo O_2 (BUDIÑO *et al.*, 2002).

Para fins terapêuticos, considera-se normoxia quando o ar a inalado contém 21% de oxigênio e 79% de nitrogênio (EVES *et al.*, 2003). Isto significa que variações nestes valores podem levar a sérios problemas fisiológicos e até morte celular e tecidual com capacidade de viabilizar a morte de todo o organismo.

Thom (2009) descreve que no organismo, as espécies reativas de oxigênio são geradas como subprodutos naturais do metabolismo das quais incluem o superóxido ($O_2^{\cdot-}$), peróxido de hidrogênio (H_2O_2), ácido hipocloroso (HClO) e hidroxila (HO^{\cdot}).

Contudo, as espécies reativas de oxigênio podem ser outro fator complicador no processo de infecção viral, uma vez que Conger e Fairchild (1952) verificaram que o oxigênio pode provocar quebras cromossômicas através dos radicais ativos na água, os OH e HO_2^{\cdot} , que são os mesmos efeitos provocados pela radiação, cujo resultado é a morte celular.

À medida que a inflamação pulmonar avança desencadeia hipoxemia e, para compensar a falta respiração, às vezes ocorre parada cardíaca, podendo ocorrer infarto ou isquemia cerebral, ou mesmo à morte (RODRIGUEZ-MORALES, 2020).

O papel da defesa agropecuária

O principal papel da defesa agropecuária é deter as doenças infecciosas em populações animais, por meio de ampliação de medidas de biossegurança, para impedir a introdução de novos vírus nas populações; ampliação da rede de vigilância sanitária com testes de diagnóstico para identificar animais infectados; remoção de animais infectados de populações não infectadas; e a vacinação para controle a longo prazo (YOO; YOO, 2020).

Compreender a geografia das zoonoses é importante para enfrentar seus impactos na sociedade (MALANSON, 2020). O SARS-CoV-2 é o mais recente de vários vírus que surgiram da vida selvagem e cruzaram a barreira de espécies animais (por exemplo, morcegos, civetas, macacos) aos humanos, sofreram mutações e depois se espalharam entre humanos (VOLPATO *et al.*, 2020).

É preciso estudar modelos animais para investigar replicação de SARS-CoV-2, dinâmica de transmissão e patogênese em humanos, para avaliações de possíveis estratégias terapêuticas contra possíveis futuras epidemias zoonóticas de CoV (DHAMA *et al.*, 2020).

Geralmente as zoonoses possuem múltiplos animais como reservatório e hospedeiros intermediários, bem como vias de transmissão complexa, entretanto, a transmissão viral frequentemente requer contato direto ou indireto entre humanos e animais (VOLPATO *et al.*, 2020).

De modo geral os humanos contraem os vírus através de abate e consumo de carne de caça, pois muitos mamíferos, incluindo animais domésticos, são suscetíveis ao SARS-CoV-2 como hospedeiros intermediários (YE *et al.*, 2020).

Considerando a facilidade de dispersão, contágio e infecção é possível que ocorram surtos de outros coronavírus no futuro (AHN *et al.*, 2020).

Carne crua, leite ou órgãos de animais devem ser manuseados com cuidado, para evitar a contaminação cruzada com alimentos não cozidos, de acordo com as boas práticas de segurança alimentar (BISCAYART *et al.*, 2020).

Após tocar animais e produtos de origem animal deve-se evitar esfregar os olhos, tocar o nariz ou a boca com mãos, lavar frequentemente as mãos com água e sabão, bem como evitar o contato com animais doentes ou qualquer possibilidade de contato com outros animais que vivem no mercado (por exemplo, gatos e cães vadios, roedores, pássaros, morcegos) (KOTHAI *et al.*, 2020). Deve-se usar equipamentos de proteção individual (EPI), como máscaras, pois ajudam a evitar a propagação de infecções respiratórias como COVID-19 (DHAMA *et al.*, 2020).

Outro ponto importante a ser abordado pela defesa agropecuária é a promoção de inovações curriculares para os profissionais de saúde se atualizarem e integrarem os conhecimentos mais recentes sobre zoonoses, patógenos emergentes e reemergentes, destacando a relevância da abordagem de saúde universal, ou seja, "One Health" (CORTÉS, 2020).

Estratégias de controle de doenças precisam ser implementadas com a participação direta de diferentes setores governamentais, organizações não-governamentais (ONGs), vários órgãos reguladores, agências de saúde, médicos e veterinários, para implementar ações efetivas que evitem a transmissão e disseminação, e controlem as ameaças emergentes, reemergentes e zoonóticas por patógenos infecciosos (AHN *et al.*, 2020; BONILLA-ALDANA *et al.*, 2020b).

É crucial isolar os pacientes infectados por COVID-19, rastrear e colocar em quarentena as pessoas aos quais tiveram contato o mais cedo possível, porque a infecção assintomática pode ocorrer (CHAN *et al.*, 2020), uma vez que o isolamento continua sendo a medida mais eficaz para a contenção do COVID-19 (HASSAN *et al.*, 2020).

Uma das abordagens que deve ser feita pela defesa agropecuária é a “*One Health*” para gerenciar serviços de saúde humano e veterinário, incluindo o papel das migrações em massa de populações humanas e animais domésticos, com incursão em novos ambientes (por exemplo, relacionados ao desmatamento) com estudos de saúde pública e infraestrutura (BONILLA-ALDANA *et al.*, 2019).

Tendo em vista que até o momento se sabe que o SARS-CoV-2 é um vírus misterioso, do qual está exigindo grandes esforços de cientistas quanto a desenvolver estratégias viáveis preventivas e terapêuticas com drogas, anticorpos monoclonais, interferon, peptídeos e vacinas para que a pandemia seja superada, felizmente as informações mais recentes sobre a vacina com vetor Ad5 são positivas e promissoras (LOTFI; REZAEI, 2020), porém, até a sua liberação deve-se continuar adotando todas as medidas preventivas descritas nessa revisão.

Como a Agroecologia explica a COVID-19?

A palavra “antropoceno” (do grego *Anthropos* “ser humano” e *kainos* “novo”) é usada para designar uma nova época geológica que enfatiza o papel central da humanidade na manipulação da geologia e ecologia (CORLETT, 2015).

As doenças zoonóticas resultantes do antropoceno é fruto direto do desmatamento, tendo em vista a crescente invasão de atividades humanas sobre às florestas, frequentes alterações no uso da terra e expansão de sistemas intensivos de criação animal, bem como do tráfico de animais silvestres para consumo humano e também da destruição de habitat que esses processos trazem para o ecossistema como um todo (VOLPATO *et al.*, 2020).

Em questão de semanas, o vírus COVID-19 se tornou um marcador, acelerador e porta-voz do discurso do antropoceno, que em resumo explica que as mudanças no sistema terrestre, causadas pelos

seres humanos, são comparáveis às forças geológicas (GISEKE, 2020).

E essas mudanças se fazem presente na alimentação animal e humana, de modo que não se sabe o que de fato se come. A alimentação atual é ultraprocessada e contém xenobióticos (agrotóxicos), conservantes, aromatizantes, reforçadores de sabor, entre outros, com capacidade de provocar no organismo inflamações e sérias disfunções.

De modo geral, as culturas usadas como base para composição de rações animal, para fins de manter as criações em larga escala, são adubadas quimicamente, transgênicas e tratadas com agrotóxicos.

Todas essas intervenções afetam diretamente o solo, que é o meio base da produção agrícola e também meio promotor de saúde ambiental e humana, porém, o uso de fertilizantes sintéticos e demais agroquímicos, embora inicialmente possibilite um maior rendimento no início do processo produtivo, tende a provocar grande declínio de rendimentos ao longo prazo, bem como, impacto negativo sobre a microbiota presente, uma vez que, reduz a diversidade microbiana e ainda provoca acidificação e salinização no solo cultivado (BONANOMI *et al.*, 2020).

Além disso, os resíduos dos princípios químicos usados no processo produtivo podem permanecer na ração usada até o consumo pelo animal e, em alguns casos, ser bioacumulado no tecido adiposo, podendo exercer ação antibiótica específica que, sob certas condições, promovem transferência horizontal de genes, entre as bactérias do trato intestinal, via conjugação (HEADD; BRADFORD, 2018).

O consumo de alimentos geneticamente modificados podem vir a apresentar características não previstas até o momento, uma vez que bovinos alimentados com milho Bt, geneticamente modificado, para expressar a proteína cristalina inseticida (Cry1Ab), tiveram amostras de conteúdo gastrointestinal do rúmen, jejuno, cólon e fezes analisadas via imunoabsorção enzimática (ELISA), na qual mesmo o

alimento transgênico tendo passado por todo trato gastrointestinal dos bovinos, apresentaram nas amostras avaliadas a presença da proteína Cry1Ab, possivelmente em função da composição bacteriana no pH ruminal (LUTZ *et al.*, 2005).

Possivelmente, alguns agrotóxicos, como organofosforados, alteram a microbiota intestinal devido à ação direta na via do shiquimato, que opera no citosol das bactérias (ROBERTS *et al.*, 2002) e desencadeiam disbiose, já que inibem grupos da microbiota ruminal enquanto favorecem populações de espécies patogênicas causadora da neurotoxina botulínica (ACKERMANN *et al.*, 2015).

Exposições constantes a esse tipo de agrotóxico, mesmo em condições subtóxica, subcrônica e crônica, podem resultar em mudanças neurocomportamentais com comprometimento do sistema dopaminérgico e serotoninérgico traduzidos em comportamento ansiogênico e depressivo (BALI *et al.*, 2017), essa sintomatologia é consequência do efeito microbicida do agroquímico sobre a microbiota intestinal.

Com a destruição ou redução da população microbiana no intestino, ocorrem sérias limitações nas linhas de comunicação neural, endócrina e imunológica ao sistema nervoso central do hospedeiro, uma vez que a microbiota age como mediadores da comunicação existente entre o intestino-cérebro, ao ponto da ciência comparar as funções intestinais a um segundo cérebro (VALLES-COLOMER *et al.*, 2019).

Entre os mediadores da comunicação microbiota-intestino-cérebro afetados pelo metabolismo microbiano, incluem os ácidos graxos de cadeia curta (butirato), neurotransmissores (serotonina e ácido gama-aminobutírico [GABA]), hormônios (cortisol) e moduladores do sistema imunológico (ácido quinolínico) (VALLES-COLOMER *et al.*, 2019).

Desta forma, a homeostase do holobioma fica comprometida com os ataques constantes no sistema nervoso central humano, via

neurônios extrínsecos e intrínsecos, por patógenos e/ou micróbios neurotróficos, dos quais fazem parte, bactérias, vírus, fungos, príons, ou pequenos RNAs não codificantes, com capacidade de desencadear Doença de Alzheimer e outras doenças degenerativas (HILL *et al.*, 2014).

Séralini *et al.* (2014) observaram que os animais que consumiram milho transgênico e/ou Roundup, organofosforado mais comum de uso agrícola como herbicida, apresentaram sérias patologias, desde deficiências renais crônicas, nefropatias, aumento da mortalidade e precocidade da mortalidade, tumores mamários, até desregulação da hipófise na qual o nível de estrogênio apresentou-se elevado independente do sexo, sendo mais que o dobro nos machos. Tais achados podem ser explicados pela desregulação endócrina provocada pelo agrotóxico e também pela superexpressão do transgene enzima 5-enolpiruvilchiquimato-3-fosfato sintase (EPSPS) ou outros efeitos mutacionais do milho transgênico e suas consequências metabólicas (SÉRALINI *et al.*, 2014).

Ao identificar que a base alimentar é o meio promotor de diferentes enfermidades, tanto para os animais quanto para os humanos, entende-se a susceptibilidade à tantas zoonoses, ou seja, boa parte da humanidade está com a imunidade comprometida.

O que se observa na atualidade é que, no mundo todo, há grande insegurança e fragilidade quanto saúde animal e humana, uma vez que nenhum país está totalmente preparado para lidar com epidemias ou pandemias e, de modo geral, todos possuem lacunas importantes para sanar (GHS, 2020).

Entendendo todo o contexto atual, a Agroecologia como ciência holística, agrega os conhecimentos científicos de outras grandes ciências como a Antropologia, Biologia, Matemática, História, Sociologia, Filosofia, Psicologia, Medicina, Nutrição humana, animal e vegetal, entre outras, de modo a tratar o sistema agrícola produtivo como único e reconhece o solo como base da saúde global.

Sendo assim, para produzir e manter a produção, faz-se necessário manter o solo fértil e com características físicas e biológicas ideais para cultivos e pastoreio/pastejo. Para isso, faz uso da adubação orgânica, meio promotor da melhoria do rendimento das culturas, plantas saudáveis, e a garantia da manutenção das propriedades químicas do solo, com grande favorecimento da atividade e diversidade do microbioma, justamente por ser uma forma de adubação promotora de vida, na qual fornece fonte diversificada de alimento para microbiota presentes no solo (BONANOMI *et al.*, 2020).

Solo saudável permite o cultivo de plantas saudáveis e, conseqüentemente, animais e homens saudáveis (PRIMAVESI, 2009).

A Organização Mundial de Saúde define saúde como um estado de completo bem-estar físico, mental e social, e não apenas a ausência de doença ou enfermidade (WHO, 2020e). Portanto, a saúde é o resultado da integração equilibrada de seres humanos, animais e o ambiente, incluindo outros seres vivos, como as plantas (BONILLA-ALDANA *et al.*, 2020b).

As complexidades da dinâmica ecológica, social e econômica do surgimento de doenças são abordadas de modo interdisciplinar, das quais a Agroecologia, Etnobiologia e a Ecologia humana se interligam (VOLPATO *et al.*, 2020), diferente da fragmentação prevalente na medicina e agricultura industrial, que ao setorizar seu campo de atuação, desvincula o humano do ecossistema e fragiliza a saúde global.

A segurança ecológica entendida como resiliência reflete a preocupação com o equilíbrio do ecossistema, uma vez que o foco continua sendo o humano na biosfera e como se dá o relacionamento entre o humano e a natureza (FAGAN, 2017).

Em agroecossistemas agroecológicos os manejos buscam imitar os processos naturais envolvidos na produção de ecossistemas tais

como: produtividade, eficiência, estabilidade e resiliência, assim as respostas desse modelo de ecossistema são inclusivas e integradas do humano com a natureza (FAGAN, 2017).

Repensar o sistema global de alimentos, implica em realocar a produção de alimentos, reintegrá-la à ecologia específica do local de produção de alimentos, com produtores e consumidores interativos na promoção de equilíbrio do sistema produtivo com a ecologia, e por fim o estabelecimento de cadeias produtivas de valor sustentável (VOLPATO *et al.*, 2020).

Para a Agroecologia, a nutrição é um dos aspectos de promoção de saúde e prevenção a qualquer doença, contudo, entende que o homem como parte do agroecossistema, interfere e sofre impactos do meio em que se faz presente.

Produções agroecológicas são diversificadas e integradas, e exercem grande influência sobre a constituição química do corpo, uma vez que há no corpo humano receptores genéticos já decodificados pelo genoma humano que funcionam como programações genéticas (FIRESTEIN, 2001; SPEHR *et al.*, 2003), reconhecidas e usadas como terapias pela medicina como aromaterapia, cromoterapia, musicoterapia e magnetoterapia (AZEEMI *et al.*, 2011; KANAT *et al.*, 2013; OLIVEIRA *et al.*, 2014; GAMBOGOU *et al.*, 2018).

Espaços agroecológicos produtivos integram animais respeitando fazes do ciclo biológico, bem-estar animal com plantas de cores e aromas distintos, visitas de polinizadores, pássaros que estimulam os ouvidos aos bons sons e ainda o contato com o magnetismo do solo, como fatores holísticos que fazem do homem, parte do organismo agrícola que atua.

A expansão dos princípios agroecológicos, tecnologias sustentáveis e o aumento da diversidade biológica podem superar os desafios produtivos e alcançar melhores condições socioeconômicas e maior qualidade de vida (DELONGE; BASCHE, 2017).

Espera-se que este não seja mais um dos muitos discursos generalizados sobre a necessidade de conservação da biodiversidade que se propõe a equiparar de modo equivalente o valor de toda a vida (CAWTHORN; HOFFMAN, 2016), uma vez que a vida do solo reflete diretamente na qualidade de vida animal e humana.

Em geral, propriedades agrícolas biologicamente diversificadas que usam manejos agroecológicos permanecem produtivas e resilientes, além de conservar os recursos hídricos e energéticos aprimorando outros serviços ecossistêmicos (DELONGE; BASCHE, 2017).

Conclusão

A pandemia global do COVID-19 é o resultado de uma crise ecológica e fruto do desmatamento, desta forma, a menos que se repense o porquê de surtos epidemiológicos estarem acontecendo, continuarão a ocorrer surtos, de modo que é importante observar o papel da ciência Agroecologia nesse contexto.

Ao relacionar a pandemia global do COVID-19 com o papel da defesa agropecuária fica o alerta sobre a importância de se manter os solos vivos, uma vez que, de modo análogo, o solo é para o planeta terra o que o intestino é para o corpo humano.

Há duas lições gerais que os representantes da defesa agropecuária, ecologistas e conservacionistas precisam aprender com o Antropoceno, e para o Antropoceno, que há necessidade de desenvolver alternativas para o cenário produtivo global, pois em um mundo dominado por humanos, que muda rapidamente, a natureza precisa ser representada (CORLETT, 2015).

Por fim, espera-se que, de posse das informações compiladas nesse manuscrito, a defesa agropecuária se aproprie das informações para impulsionar meios mais saudáveis de criação animal.

Referências

ABRAHAMS, L. Covid-19: Acquired Acute Porphyria Hypothesis. **OSF Preprint**, 2020. doi:10.31219/osf.io/4wkfy.

ACKERMANN, W. *et al.* The Influence of Glyphosate on the Microbiota and Production of Botulinum Neurotoxin During Ruminal Fermentation. **Current Microbiology**, v. 70, p. 374-382, 2015. doi: 10.1007/s00284-014-0732-3

AHMAD, T. COVID-19: Zoonotic aspects. **Travel Medicine and Infectious Disease**, v. 36, p. 1-3, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.tmaid.2020>. Acessado em: 10 Set 2020.

AHMED, S. F.; QUADEER, A. A.; MCKAY, M. R. Preliminary Identification of Potential Vaccine Targets for the COVID 19 Coronavirus (SARS- CoV 2) Based on SARS CoV Immunological Studies. **Viruses**, v. 12, n. 254, 2020. doi:10.3390/v12030254

AHN, D. G. *et al.* Current Status of Epidemiology, Diagnosis, Therapeutics, and Vaccines for Novel Coronavirus Disease 2019 (COVID-19). **Journal of Microbiology and Biotechnology**, v. 30, n. 3, p. 313–324, 2020. doi: <https://doi.org/10.4014/jmb.2003.03011>

AZEEMI, S. T. Y.; YASINZAI, M.; RAZA, S. M. A Case History of Treatment of Cutaneous Leishmaniasis by Chromotherapy. **Chinese Medicine**, v. 2, p. 43-46, 2011. doi:10.4236/cm.2011.22008

BALI, Y. A.; BA-MHAMED, S.; BENNIS, M. Behavioral and Immunohistochemical Study of the Effects of Subchronic and Chronic Exposure to Glyphosate in Mice. **Frontiers in Behavioral Neuroscience**, v. 11, n. 146, p. 1-13, 2017. doi: 10.3389/fnbeh.2017.00146

BESNIER, E.; TUECH, J. J.; SCHWARZ, L. We Asked the Experts: Covid-19 Outbreak: Is There Still a Place for Scheduled Surgery?

“Reflection from Pathophysiological Data”. **World Journal of Surgery**, v. 44, p. 1695-1698, 2020. doi: <https://doi.org/10.1007/s00268-020-05501-6>

BISCAYART, C. *et al.* The next big threat to global health? 2019 novel coronavirus (2019-nCoV): What advice can we give to travellers? – Interim recommendations January 2020, from the Latin-American society for Travel Medicine (SLAMVI). **Travel Medicine and Infectious Disease**, v. 33, p. 101567, 2020. doi: <https://doi.org/10.1016/j.tmaid.2020.101567>

BLOOD. *In:* Encyclopædia Britannica. 2020b. Disponível em: <<https://www.britannica.com/science/blood-biochemistry/Red-blood-cells-erythrocytes#ref663133>> Acesso em: 25 de julho de 2020.

BONILLA-ALDANA, D. K. *et al.* Brazil burning! What is the potential impact of the Amazon wildfires on vector-borne and zoonotic emerging diseases? – A statement from an international experts meeting. **Travel Medicine and Infectious Disease**, v. 31, p. 101474, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.tmaid.2019.101474>. Acessado em 10 Set 2020.

BONILLA-ALDANA, D. K. *et al.* Revisiting the One Health Approach in the Context of COVID-19: A Look into the Ecology of this Emerging Disease. **Advances in Animal and Veterinary Sciences**, v. 8, n. 3, p. 234-237, 2020b. doi: <http://dx.doi.org/10.17582/journal.aavs/2020/8.3.234.237>

BONILLA-ALDANA, D. K. *et al.* Una nueva zoonosis viral de preocupación global: COVID-19, enfermedad por coronavirus 2019. A new viral zoonosis of global concern: Coronavirus COVID-19 disease in 2019. **IATREIA**, v. 33, n. 2, p. 107-110, 2020a.

BOZKURT, B.; MANN, D. L. Update: Shortness of Breath. **Circulation**, v. 129, n. 15, p. e447-e449, 2014. doi: <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.113.006129>

BUDIÑO, T. G. *et al.* Oxigenoterapia. **Medicine**, v. 8. n. 76, p. 4095-4100, 2002.

CAWTHORN, D. M.; HOFFMAN, L. C. Controversial cuisine: A global account of the demand, supply and acceptance of “unconventional” and “exotic” meats. **Meat Science**, p. 1-44, 2016. doi: 10.1016/j.meatsci.2016.04.017

CHAN, J. F. W. *et al.* A familial cluster of pneumonia associated with the 2019 novel coronavirus indicating person-to-person transmission: a study of a family cluster. **The Lancet**, v. 395, n. 10223, p. 514-523, 2020. doi:10.1016/S0140-736(20)30154-9.

CHENG, V. C. C. *et al.* Preparedness and proactive infection control measures against the emerging novel coronavirus in China. **Journal of Hospital Infection**, v. 104, p. 254-255, 2020. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jhin.2020.01.010>

CONGER, A. D.; FAIRCHILD, L. M. Breakage of chromosomes by oxygen. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 38, p. 289-299, 1952.

CORLETT, R. T. The Anthropocene concept in ecology and conservation. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 30, n. 1, 2015.

CORTÉS, M. E. Enfermedad por coronavirus 2019 (COVID-19): Importancia de la comunicación científica y de la enseñanza actualizada de las zoonosis. **Revista Peruana de Investigación en Salud**, v. 4, n. 2, p. 87-88, 2020.

CRUZ, M. P. *et al.* COVID-19, una emergencia de salud pública mundial. **Revista Clínica Española**, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.rce.2020.03.001>. Acessado em: 10 Set 2020.

DELONGE, M.; BASCHE, A. Leveraging agroecology for solutions in food, energy, and water. **Elementa: Science of the Anthropocene**,

v. 5. n. 6, p. 1-8, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1525/elementa.211>. Acessado em: 10 Set 2020.

DHAMA, K. *et al.* Coronavirus Disease 2019 – COVID-19. **Clinical Microbiology Reviews**, v. 33, n. 4, p. e00028-20, 2020.

DRAKESMITH, H.; PRENTICE, A. Viral infection and iron metabolism. **Nature Reviews Microbiology**, v. 6, p. 541-552, 2008.

EVES, N. D.; PETERSEN, S. R.; JONES, R.L. Effects of helium and 40% O₂ on graded exercise with self-contained breathing apparatus. **Canadian Society for Exercise Physiology**, v. 28, n. 6, p. 910-926, 2003.

FAGAN, M. Security in the anthropocene: Environment, ecology, escape. **European Journal of International Relations**, v. 23, n.2, p.292-314, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/1354066116639738>. Acessado em: 10 Set 2020.

FAO. Food and Agriculture Organization. **World Livestock 2013: Changing disease landscapes**. Rome, 2013. 111p.

FIRESTEIN, S. How the olfactory system makes sense of scents. **Nature**, v. 413, n. 6852, p. 211-218, 2001.

GAMBOGOU, B. *et al.* Assessment of knowledge and consumption patterns of garlic and the use of phytotherapy/aromatherapy in treatment of diseases in Togo. **World Journal of Pharmaceutical Research**, v. 7, n. 19, p. 1363-1375, 2018.

GHS. Index. COVID-19: Identifying the Most Vulnerable Countries Using the GHS Index and Global Flight Data. 2020. Disponível em: <https://www.ghsindex.org/?s=covid-19>. Acessado em: 20 Ago 2020.

GISEKE, U. COVID- 19 - Does social distancing include species distancing? **Agriculture and Human Values**, 2020. Disponível em:

<https://doi.org/10.1007/s10460-020-10066-0>. Acessado em: 20 Ago 2020.

GONG, J. *et al.* A Tool to Early Predict Severe 2019-Novel Coronavirus Pneumonia (COVID-19): A Multicenter Study using the Risk Nomogram in Wuhan and Guangdong, China. **MedRxiv**, [Preprint] 2020.

GUO, Y. R. *et al.* The origin, transmission and clinical therapies on coronavirus disease 2019 (COVID-19) outbreak – an update on the status. **Military Medical Research**, v. 7 p.11, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s40779-020-00240-0>. Acessado em: 20 Ago 2020.

GURVEN, M.; HILL, K. Why Do Men Hunt? A Reevaluation of “Man the Hunter” and the Sexual Division of Labor. **Current Anthropology**, v. 50, n. 1, p.51-74, 2009.

HASSAN, S. A. *et al.* Coronavirus (COVID-19): A Review of Clinical Features, Diagnosis, and Treatment. **Cureus**, v. 12, n. 3, p. e7355, 2020.

HEADD, B.; BRADFORD, S. A. Physicochemical Factors That Favor Conjugation of an Antibiotic Resistant Plasmid in Non-growing Bacterial Cultures in the Absence and Presence of Antibiotics. **Frontiers in Microbiology**, v. 9, n. 2122, 2018.

HELMS, J. *et al.* Neurologic Features in Severe SARS-CoV-2 Infection. **The New England Journal of Medicine**, v. 382, n. 23, 2020.

JI, J. S. Origins of MERS-CoV, and lessons for 2019-nCoV. **The Lancet Planet Health**. v. 4, n. 3, e93, Published: January 30, 2020. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(20\)30032-2](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(20)30032-2). Acessado em: 20 Ago 2020.

KANAT, E.; ALP, A.; YURTKURAN, M. Magnetotherapy in hand osteoarthritis: A pilot trial. **Complementary Therapies in Medicine**, v. 21, p. 603-608, 2013.

KOTHAI, R.; ARUL, B. 2019 Novel Coronavirus: A mysterious threat from Wuhan, China-A current review. **International Journal of Research in Pharmaceutical Sciences**, v. 11 (SPL), n. 1, p. 7-15, 2020.

LIU, W. et al. Depriving Iron Supply to the Virus Represents a Promising Adjuvant Therapeutic Against Viral Survival. **Current Clinical Microbiology Reports**, v. 7, p.13-19, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s40588-020-00140-w>. Acessado em: 20 Ago 2020.

LOTFI, M.; REZAEI, N. SARS- CoV- 2: A comprehensive review from pathogenicity of the virus to clinical consequences. **Journal of Medical Virology**, p. 1-11, 2020.

MALANSON, G. P. COVID-19, zoonoses, and physical geography. **Progress in Physical Geography**, v. 44. n. 2, p. 149-150, 2020.

OLIVEIRA, M. F. et al. Musicoterapia como ferramenta terapêutica no setor da saúde: uma revisão sistemática. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, Três Corações, v. 12, n. 2, p. 871-878, 2014.

PRIMAVESI, A. **O solo tropical – Casos** – Perguntando sobre solos. 1. ed., Fundação Mokiti Okada: São Paulo, 2009, 115p.

RANDAZZO, W. et al. SARS-CoV-2 RNA in wastewater anticipated COVID-19 occurrence in a low prevalence area. **Water Research**, v. 181, p. 115942, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.watres.2020.115942>. Acessado em: 20 Ago 2020.

RAOULT, D.; FORTERRE, P. Redefining viruses: lessons from Mimivirus. **Nature Reviews Microbiology**, v. 6, p. 315-319, 2008.

ROBERTS, C. W. *et al.* The Shikimate Pathway and Its Branches in Apicomplexan Parasites. **Journal of Infectious Diseases**, v. 185, (Suppl 1), p. S25-S36, 2002.

RODRIGUEZ-MORALES, A. J. *et al.* COVID-19, an Emerging Coronavirus Infection: Current Scenario and Recent Developments – An Overview. **Journal of Pure and Applied Microbiology**, v. 14, n. 1, p. 1-8, 2020.

ROMÁN, G. C. *et al.* The neurology of COVID-19 revisited: A proposal from the Environmental Neurology Specialty Group of the World Federation of Neurology to implement international neurological registries. **Journal of the Neurological Sciences**, v. 414, p. 116884, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jns.2020.116884>. Acessado em: 20 Ago 2020.

ROTHAN, H. A.; BYRAREDDY, S. N. The epidemiology and pathogenesis of coronavirus disease (COVID-19) outbreak. **Journal of Autoimmunity**, v. 109, p. 102433, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jaut.2020.102433>. Acessado em: 20 Ago 2020.

SANSONETTI, P. J. COVID-19, chronicle of an expected pandemic. **EMBO Molecular Medicine**, v. 12, p. e12463, 2020.

SARKAR, J.; GUHA, R. Infectivity, virulence, pathogenicity, host-pathogen interactions of SARS and SARS-CoV-2 in experimental animals: a systematic review. **Veterinary Research Communications**, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11259-020-09778-9>. Acessado em: 20 Ago 2020.

SASSA, S. Modern diagnosis and management of the porphyrias. **British Journal of Haematology**, v. 135, p. 281-292, 2006.

SPEHR, M. *et al.* Identification of a Testicular Odorant Receptor Mediating Human Sperm Chemotaxis. **Science**, n. 299, p. 2054 - 2058, 2003.

THOM, S. R. Oxidative stress is fundamental to hyperbaric oxygen therapy. **Journal of Applied Physiology**, v. 106, p, 988 - 995, 2009.

VALLES-COLOMER, M. *et al.* The neuroactive potential of the human gut microbiota in quality of life and depression. **Nature Microbiology**, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41564-018-0337-x>. Acessado em: 20 Ago 2020.

VÍRUS. *In: Encyclopædia Britannica*. 2020a. Disponível em: <https://www.britannica.com/science/virus>. Acessado em: 25 Jul 2020.

VOLPATO, G. *et al.* Baby pangolins on my plate: possible lessons to learn from the COVID-19 pandemic. **Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine**, v. 16, n. 19, p. 1-12, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s13002-020-00366-4>. Acessado em: 20 Ago 2020.

WHO. **Constitution**. 2020e. Disponível em: <https://www.who.int/about/who-we-are/constitution>. Acessado em: 25 Jul 2020.

WHO. **Naming the coronavirus disease (COVID-19) and the virus that causes it**. [Internet]. 2020d. Disponível em: [https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/technical-guidance/naming-the-coronavirus-disease-\(covid-2019\)-and-the-virus-that-causes-it](https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/technical-guidance/naming-the-coronavirus-disease-(covid-2019)-and-the-virus-that-causes-it). Acessado em: 25 Jul 2020.

WHO. **Novel Coronavirus (2019-nCoV): Situation Report-10**. [Internet]. 2020c. Disponível em: https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/situation-reports/20200130-sitrep-10-ncov.pdf?sfvrsn=d0b2e480_2. Acessado em: 25 Jul 2020.

WHO. **Zoonoses**. [Internet]. 2020a Disponível em: <https://www.who.int/topics/zoonoses/en/>. Acessado em: 25 Jul 2020.

WHO. **Zoonoses**. [Internet]. 2020b. Disponível em: <https://www.who.int/zoonoses/en/>. Acessado em: 25 Jul 2020.

WU, Y. C.; CHEN, C. S.; CHAN, Y. J. The outbreak of COVID-19: An overview. **Journal of the Chinese Medical Association**, v. 83, n. 3, p. 217-220, 2020.

YE, Z. W. *et al.* Zoonotic origins of human coronaviruses. **International Journal of Biological Sciences**, v. 16, n. 10, p. 1686-1697, 2020.

YOO, H. S.; YOO, D. COVID-19 and veterinarians for one health, zoonotic- and reverse-zoonotic transmissions. **Journal of Veterinary Science**, v. 21, n. 3, p. e51, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.4142/jvs.2020.21.e51>. Acessado em: 25 Jul 2020.

ZHANG, W. *et al.* Molecular and serological investigation of 2019-nCoV infected patients: implication of multiple shedding routes. **Emerging Microbes; Infections**, v. 9, n. 1, p. 386-389. 2020.

Pendura e atordoamento das aves em matadouros: bem-estar x tecnopatias

Rodrigo Braz Tanajura
Olga Beatriz Alves de Sousa Ferreira
Ana Karina da Silva Cavalcante

Introdução

A Bahia possui oito matadouros de aves com inspeção estadual, dois com federal, e seis com municipal, sendo o segundo criador do Nordeste em volume de aves alojadas; possui condições para o desenvolvimento da avicultura em larga escala, além de ser habilitado exportação (BAHIA, 2011).

A Portaria 210, Brasil (1998), regulamenta os matadouros de aves no país e determina a insensibilização antes da sangria ou ocisão destes animais, evitando o sofrimento. O sistema de insensibilização mais utilizado no país é a eletronarcole e, segundo a Instrução Normativa (IN) nº 3, Brasil (2000), este processo é obrigatório, exceto nos casos dos animais abatidos a preceitos religiosos exigidos pelos países importadores judaicos (NUNES, 2002).

Este modelo de insensibilização é o mais utilizado nos estabelecimentos brasileiros e o único na Bahia, mas não evita o estresse e o sofrimento das aves antes do abate, o que pode ser traduzido pelo volume de tecnopatias apresentadas nas carcaças insensibilizadas por este sistema e que pode ainda comprometer a produtividade e a qualidade dos produtos, com a ocorrência de carne PSE (*pale and soft exsudative*) pálido, mole, exsudativa ou DFD (*dark, firm and dry*) escura, dura e seca; podendo ainda promover contusões, hematomas e fraturas que estão relacionadas à degradação do produto, pelo aumento das contaminações destes e dos seus derivados (RIBEIRO, 1995; SHIRAISHI *et al.*, 2013). Esses

fenômenos podem ser detectados pelas análises de pH, cor e pela capacidade de perda ou retenção de água dos tecidos (RAJ, 2001; WARRIS *et al.*, 2010).

Como alternativa, o método de insensibilização supracitado pode se tornar mais seguro e eficiente, bem como oferecer condições mais favoráveis ao bem-estar do animal no abate, quando possuem tanques de imersão adequados em tamanho e profundidade, voltagem correta da corrente elétrica, uniformidade do lote quanto ao tamanho e peso para que se adéquem aos ganchos no momento da pendura, adição de NaCl à água, para melhorar a condutividade elétrica, e pendura adequada e rápida por ambas as patas do animal. Existem ainda outros métodos para a mesma finalidade como exposição ao gás carbônico e ao argônio, em câmara específica (LUDTKE *et al.*, 2010).

A Portaria 210 (BRASIL, 1998) considera a eletronarcose eficiente e de baixo custo, porém, mesmo realizada adequadamente, compromete a qualidade da carcaça. A *American Humane Association* (USFDA) (2008), acordada pela *World Society for the Protection of Animals* (WSPA) (2011), aceitam 1% de carcaças com tecnopatias para anormalidades causadas pelo processamento, pois não é possível controlar todas as variáveis envolvidas pelo método. Sendo assim, pretendeu-se observar e quantificar o volume de tecnopatias apresentadas em carcaças de frango, insensibilizados por eletronarcose e abatidos sob inspeção da Agência Estadual de Defesa Agropecuária do Estado da Bahia (ADAB), comparando-o com as recomendações do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) e WSPA.

Material e métodos

O experimento foi realizado em abatedouros sob inspeção estadual da ADAB, estes estabelecimentos foram identificados por

letras A; B; C e D. O experimento foi produzido sem a necessidade de autorização da Comissão de Ética no Uso de Animal, pois não ocorreu nenhuma manipulação no animal vivo, apenas em carcaças oriundas da linha de abate padrão do frigorífico.

Os animais, após os exames na plataforma de recepção, foram pendurados nos ganchos e atordoados na cuba de insensibilização pelo processo de eletronarcose com uma voltagem de 240 volts e corrente de 120 Ma, pelo tempo máximo de 7 segundos, com sangria realizada 12 segundos após. Estes valores foram regulados e obtidos no visor do aparelho, conforme recomendação da certificadora de bem-estar, para os pesos médios dos lotes de aves, porém estes eram mistos (machos e fêmeas), com diferenças no peso final à mesma idade.

Foram utilizadas 400 carcaças de frangos (100/abatedouro) de ambos os sexos, da linhagem comercial Cobb, com aproximadamente 45 dias de idade, conforme cópias dos GTA (Guia de Trânsito Animal) e Boletins Sanitários disponível em cada matadouro em que foram realizadas as atividades do experimento. Afixou-se fitas lacres de cor branca nos ganchos da nória para identificar e separar as aves testes das demais; no momento do abate, as aves foram examinadas após a mesa de transpasse, e nas linhas de inspeção no Departamento de Inspeção Final (D.I.F.), sendo as tecnopatias registradas no Ábaco do matadouro; e após o abate do lote estes foram registrados nas planilhas padrão do matadouro compilados em planilha própria.

As carcaças foram selecionadas aleatoriamente conforme sistema do MAPA, observando também o modelo americano de julgamento de tecnopatias em carcaças (ESTADOS UNIDOS, 2002). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado e a variável analisada foi a porcentagem de tecnopatias encontradas nas carcaças das aves insensibilizadas por eletronarcose. As tecnopatias descritas na Portaria 210 e no Regulamento Industrial de Inspeção Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA) (BRASIL, 2007)

selecionadas como aquelas possíveis sequelas do procedimento da insensibilização pela eletronarcose como contusões, deslocamentos, escoriações, fraturas, hematomas, ingurgitamentos, síndrome hemorrágica e má sangria, foram tabuladas usando gabarito descrito no Quadro 1, sendo os dados analisados e comparados com índices preconizados pelo MAPA, que orienta para variação entre 1 a 2% de tecnopatias em carcaças de frango para o mercado interno, e orientação da WSPA de 1% exigido por países importadores para a soma de todas as tecnopatias.

Resultados e discussão

As tecnopatias encontradas nas 400 carcaças de frango de corte insensibilizados pelo sistema de eletronarcose nos matadouros A; B; C e D, totalizaram 142 ocorrências e foram classificadas de acordo com os anexos da Portaria 210 e do RIISPOA (BRASIL, 2007) em: cutâneo e muscular (escoriações, hematomas e contusões), ósseas e articulares (fraturas e deslocamentos) e as dos sistemas circulatórios nos vasos sanguíneos, órgãos e cavidades (ingurgitamento, má sangria e síndrome hemorrágica), e encontram-se descritas na Tabela 1.

Tabela 1 – Porcentagens de tecnopatias em carcaças de frango (n=142) encontradas nos matadouros A; B; C e D; sob inspeção estadual na Bahia

TECNOPATIAS	MATADOURO			
	A	B	C	D
Contusão (%)	1	2	2	1
Deslocamento (%)	3	3	1	3
Escoriações (%)	2	5	0	6
Fratura (%)	4	3	2	1
Hematoma (%)	7	9	1	3
Ingurgitamento (%)	23	14	24	17
Má sangria (%)	1	1	0	1
Síndrome hemorrágica (%)	1	1	0	0
TOTAL (%)	42	38	30	32

Como observado na Tabela 1, o percentual das tecnopatias encontradas no experimento demonstra que, o método de insensibilização por eletronarcose utilizado nos matadouros sob Inspeção Estadual, nos quais os dados foram compilados, não cumprem o BEA. Detecta-se esta não conformidade desde o momento da pendura até a sangria, instante em que as aves, ainda conscientes, são penduradas e, ao se debaterem, sofrem as mais diferentes lesões (contusões, deslocamentos, escoriações, fraturas e hematomas) pela ausência e deficiência de equipamentos protetores observados principalmente no Matadouro A.

A porcentagem das tecnopatias registradas em todos os matadouros foi superior ao índice preconizado de 2%, ou seja, estavam em não conformidade, de acordo com o MAPA (BRASIL, 2005).

O método utiliza a energia elétrica como forma de insensibilizar as aves, mas existem fatores que afetam a insensibilização, entre eles a desuniformidade do lote que, apesar de aparente uniformidade, são fisicamente diferentes, o que leva a recepção de intensidades elétricas variadas gerando diversas tecnopatias observadas em diferentes locais da carcaça. Existe também o fato da ave ter sido molhada anteriormente ao procedimento pendura-sangria que favorece o desvio da corrente elétrica aplicada que adota o caminho da menor resistência reduzindo a eficácia do atordoamento, de acordo com Raj (2001) e identificado neste capítulo.

Este método de insensibilização foi o único sistema utilizado nos matadouros avícolas estudados e neste procedimento os animais são pendurados nos ganchos da nória de cabeça para baixo, o que causa grande dor pelo atrito dos metatarsos com os ganchos e muito desconforto aos animais que se debatem tentando realizar o equilíbrio de seus corpos (GRANDIN; 1998), o que foi demonstrado pela alta porcentagem de tecnopatias como escoriações, hematomas e contusões observadas neste experimento, e por Contreras (1991), Gregory (2008) e Bitencourt *et al.* (2009).

Como defesa ao procedimento da pendura-sangria, os animais batem as asas sofrendo outras lesões como deslocamentos e fraturas observadas no experimento e relatadas por Kannan *et al.* (1997) e Parker *et al.* (1997). Tudo indica que estes animais apresentaram maior nível de glicose e lactato circulante, como resposta direta à liberação da adrenalina (SANDERCOCK *et al.*, 2001), este estado leva a formação de tecido PSE e é o método de atordoamento mais estressante para as aves, segundo relatos de Borges (2003).

O matadouro A apresentou o maior índice de tecnopatias (42%), e o C o menor (30%). Esses índices são 2100 a 1500 vezes maiores, respectivamente, do que o preconizado pelo MAPA na Circular 175/176/2005/CGPE/DIPOA.

Fato este que pode estar relacionado a irregularidades no procedimento pendura-sangria, observado nos matadouros A, B, C e D, pela deficiência da qualificação pessoal (postura dos operários e colaboradores no traquejo e condução da pendura das aves nos ganchos), ausência de equipamentos que mensuram (sons, intensidade luminosa), a pré-determinação da velocidade da linha conforme a origem dos animais (boletins que informem idade, sexo, peso e dados afins do lote a ser abatido), e finalidade dos produtos (carcaça inteira, cortes, que determinam a velocidade da linha) como orientados na planilha de verificação do bem-estar animal do MAPA (BRASIL, 2005)

A ação de pendura-sangria expõe os animais ao estresse, sendo este o primeiro ponto crítico que pode causar as alterações e transtornos identificados neste estudo. Nesta etapa as aves podem desencadear reação neurogênica, endócrina e de depleção metabólica (GRANDIN; 1998), que envolvem os mecanismos neuroendócrinos de luta ou fuga com aumento da glicólise (DEBUT, 2003).

O matadouro C apresentou o menor índice de lesões totais, possivelmente por ser uma planta mais equipada, possuidora de sistema de controle para diversos equipamentos e com o procedimento

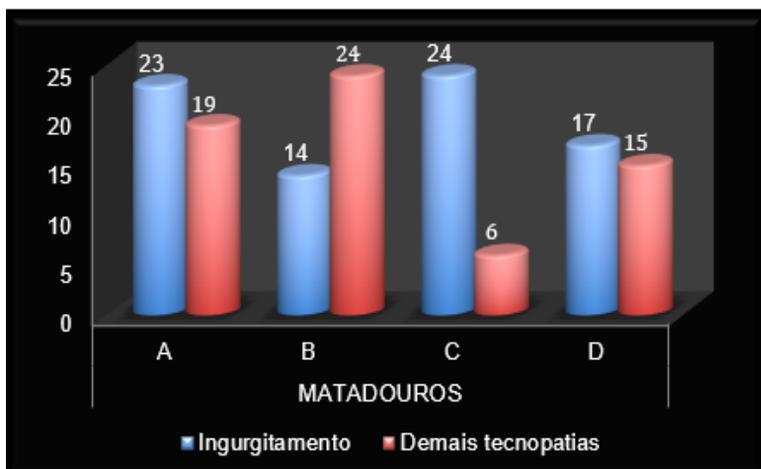
das Boas Práticas de Fabricação (BPF) já implantadas (escrita) e implementada (em operação), porém, foi o estabelecimento que mais apresentou a tecnopatia ingurgitamento, possivelmente em virtude da programação realizada pelo técnico para um peso médio do lote de 2Kg, conforme orientação do boletim apresentado, dado que não se confirmou após a pesagem média do lote, que apresentou diversos animais abaixo do peso programado, o que é fator desencadeador da tecnopatia ingurgitamento.

Assim, as observações demonstram que, mesmo em um estabelecimento com boa programação e melhor equipado, o método de insensibilização por eletronarcose é ineficaz quando observado o BEA, já que a insensibilização por eletronarcose é realizada em conjunto e no início e no fim de cada lote os primeiros e os últimos animais recebem uma amperagem maior que a necessária, causando-lhes maior volume de ingurgitamento, e morte por eletrocussão.

Defeitos tecnopáticos, como clavículas quebradas e asas hemorrágicas, geralmente estão presentes na maioria das carcaças pelo excesso de voltagem (RAJ, 2001), pois, o coração não tem o tempo de realizar a contração satisfatória e de se recuperar para que a sangria seja eficiente, causando estase sanguínea e grande perda deste corte (a asa), que é o mais exportado pelo país (BRASIL, 2012). Corroborando com os resultados apontados neste estudo, que indica a presença excessiva de tecnopatias (hematomas e contusões) observadas nas pontas das asas, e em acordo com os estudos de Lawrie (2005).

A comparação da ocorrência de ingurgitamento com a soma das demais tecnopatias demonstrou que, exceto no matadouro B, em todos os outros ela foi maior que as demais. De acordo com Beraquet (1994), Grandin (1998), Vieira (1999), Raj (2001), Debut (2003) e Nunes (2007), esta tecnopatia é o principal indicativo de causa de dor e sofrimento nos animais, provocada pelo procedimento da insensibilização por eletronarcose (Gráfico 1).

Gráfico 1 – Número de carcaças com ingurgitamento e demais tecnopatias, aferidas nos matadouros A; B; C e D. Bahia, setembro de 2012.



Possivelmente é causada pela excessiva contração sistólica cardíaca, pela passagem de uma elevada corrente elétrica, em dissonância àquela necessária a insensibilização animal, e apresenta como sinais clínicos asas e sambiquiras com as pontas vermelhas, ingurgitação nos músculos do peito e órgãos internos, como encontrado nos estudos de Mauer (2000).

Esta tecnopatia demonstra ainda que os animais estão sofrendo antes que o sistema nervoso possa ser desativado (Gráfico 2), pois o estado de inconsciência induzido pela eletricidade resultaria na inibição dos impulsos dos sistemas reticulares e somatossensoriais do animal, inibindo qualquer reflexo voluntário, deve ser seguido pela sangria “sem dor” para os mesmos como referencia Smith (1965), Mano, Pardi e Freitas (1996) e McGuire (2002). O que não é observado quando ocorre uma excessiva contração muscular cardíaca, e um aumento expressivo do número de carcaças com hemorragias teciduais (petéquias) como demonstrados nos estudos realizados por Caldeira (2008).

Foram também observadas carcaças com má sangria e a síndrome hemorrágica, que são tecnopatias de cavidades e sistema circulatório, denunciando que os animais foram sangrados ainda conscientes e sofreram desnecessariamente, como relata a WSPA (2011). As possíveis causas das tecnopatias, encontradas no sistema circulatório das carcaças avaliadas neste estudo, estão descritas na Portaria 210 (BRASIL, 1998) que orienta quanto aos critérios da seleção e fixação das correntes máximas e mínimas a serem utilizadas na eletronarcose.

Por um lado, quando a insensibilização não é realizada ou é superficial, ocorre a má sangria e a síndrome hemorrágica, que deixam um excesso de sangue na carcaça e podem levar à perda e deterioração dos produtos elaborados pela depleção excessiva do glicogênio muscular (NUNES, 2007).

Por outro lado, quando se utiliza uma voltagem excessiva, ocorre a parada cardíaca sendo que a ave morta não eliminará o sangue ao exterior pela secção dos vasos, escurecendo a carne das carcaças, mantendo excessivamente suas reservas de glicogênio muscular que serão transformados em ácido láctico (CALDEIRA, 2008), originando tecidos PSE e DFD, e perdendo o valor funcional.

Como a técnica de insensibilização estudada possui muitas variáveis (operacionais, técnicas e anatômicas), esta favorece a ocorrência de diversas tecnopatias, que causam perdas qualitativas e financeiras pelo descarte dos tecidos lesionados, e menor vida de prateleiras aos produtos elaborados (MANO *et al.*, 1996; NUNES, 2002), sendo impossível identificar qual o fator que gerou os índices elevados encontrados no presente estudo.

Conclusão

De acordo com a análise dos resultados encontrados neste estudo, todos os estabelecimentos apresentaram índices de tecnopatias muito acima daqueles recomendados pelo MAPA, sendo

possível concluir que a eletronarcose não é um sistema satisfatório para ser utilizado como método de atordoamento para frangos de corte, em decorrência da variação de peso das aves do mesmo lote, podendo acarretar estresse, dor e sofrimento por contusões, hematomas, torções e fraturas.

Referências

BAHIA. Agência Estadual de Defesa Agropecuária da Bahia (ADAB). Projeto matadouros avícolas. p. 62, 2011.

BITENCOURT, D. A.; RIBEIRO, S. C.; KEPCZYNSKI, F.; PINTO, M. F. Bem-estar animal: Insensibilização de frangos de corte em atmosfera controlada. Simpósio de Pós-Graduação em Ciência Animal, 1 e Semana de Divulgação Científica do Curso de Medicina Veterinária, 9, 2009, Araçatuba, Brasil. **Anais[...]** Simpósio de Pós-Graduação em Ciência Animal, Araçatuba, Brasil, 2009.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento. Circular nº 176, de 16 de maio de 2005. Instruções para verificação dos elementos de inspeção previstos na circular nº 175/2005/CGPE/DIPOA, com ênfase para o Programa de Procedimentos Padrão de Higiene Operacional (PPHO). Brasília: 2005.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 210, de 10/11/1998. Aprova o Regulamento Técnico de Inspeção Tecnológica e Higiénico-Sanitária de carne de aves. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 26/11/1998. Seção 1, p. 226.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento (MAPA). Secretaria da Defesa Agropecuária (SDA). Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal (DIPOA). Divisão de Normas Técnicas. Instrução Normativa n. 3, de 17 de janeiro de 2000. Aprova o Regulamento Técnico de Métodos de

Insensibilização para o Abate Humanitário de Animais de Açougue. Lex: Diário Oficial da União de 24 de janeiro de 2000, Seção 1, pág. 14-16. Brasília, 2000.

BRASIL. **Ministério da Agricultura. Regulamento da inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal - RIISPOA.** Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/> online>. Acessado em: 30 de jun. 2007.

CALDEIRA, M. G. L. Principais causas de condenação de carcaça de frango de corte na inspeção. *In: DIA DO FRANGO*, 1, 2008, Lavras: Núcleo de Estudo em Ciência e Tecnologia Avícola. Universidade Federal de Lavras, 2008.

CONTRERAS, C. Boletim CTC. **Techno-carnes** n. 4, p. 2, 1991.

ESTADOS UNIDOS. Department of agriculture. **Classes, Standards and grades for poultry**, Washington, v. 200, n. 70, p. 24, 2002.

GRANDIN, T. Objective scoring on animal handling and stunning practices in slaughter plants. **Journal of The American Veterinary Medical Association**, Chicago, v. 212, p. 36-39, 1998.

KANNAN, G.; HEATH, J. L.; WABECK, C. J.; MENCH, J. A. Shackling of broilers: effects on stress responses and breast meat quality. **British Poultry Science**, v. 76, p. 523-529, 1997.

LUDTKE, C. B. *et al.* **Manual de abate humanitário de aves.** Programa nacional de abate humanitário, Steps, WSPA, 2010.

MANO, S. B.; PARDI, H. S.; FREITAS, M. Q. Influência da sangria na qualidade da carne de aves (*Gallus domesticus*) resfriada. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, v. 3, n. 3, p. 69-74, 1996.

NUNES, F. G. Por que o atordoamento é tão complicado? **Revista Nacional da Carne**, v. 2, n. 3, p. 150-152, 2002.

PARKER, L. J.; BAJOIE, K. C.; CATILLE, S.; CADD, G. G.; SATTERLEE, D. G.; JONES, R. B. Sex and shank diameter affect struggling behaviour of shackled broilers. **Poultry Science**, v. 76 (Suppl. 1), p. 88, 1997.

RAJ, A. B. M. Efectos de los métodos de aturdimiento y sacrificio em la calidad de la canal y la carne *In*: RICHARDSON, R. I.; MEAD, G. C. **Ciencia de la Carne de Aves**. p. 497, 2001.

RIBEIRO, D. F. Influência do manejo de pré-abate e das operações de abate na qualidade e rendimento das carcaças. **Revista Nacional da Carne**, São Paulo, v. 19, n. 223, p. 38-46, 1995.

SANDERCOCK, D. A.; HUNTER, R. R.; NUTE, G. R.; MITCHELL, M. A.; HOCKING, P. M. Acute heat stress-induced alterations in blood acid-base status and skeletal muscle membrane integrity in broiler chickens at two ages: Implications for meat quality. **Poultry Science, Ithaca**, v. 80, p. 418-425, 2001.

SHIRAIISHI, V.T.I.; LEITE, P.A.G.; NASCIMENTO, K.R. Condenações por aspecto repugnante em frangos abatidos sob inspeção estadual, no município de São Gonçalo dos Campos – Bahia, Brasil. **Veterinária e Zootecnia**, v. 20, n. 3, p. 318- 325, 2013.

Bronquite infecciosa das galinhas na Bahia: imunização e resposta humoral

Isabel Maier

Olga Beatriz Alves de Sousa Ferreira

Tais Lorena Almeida Figueiredo

Meiby Carneiro de Paula Leite

Ana Karina da Silva Cavalcante

Introdução

Uma das principais doenças respiratórias da avicultura mundial, a bronquite infecciosa das galinhas (BIG), causa grandes prejuízos à indústria avícola através da baixa eficiência alimentar com consequente perda de peso, diminuição da produção e qualidade dos ovos (CAVANAGH; GELB, 2008; JACKWOOD; WIT, 2020).

Causada por um vírus RNA do gênero *Coronavírus*, subfamília Coronavirinae, família Coronaviridae e ordem Nidovirales, definido como um coronavírus de aves domésticas (*Gallus gallus*), é uma doença altamente contagiosa e possui como principal meio de disseminação a via aerógena (CAVANAGH, 2007; GROOT et al., 2008; MONTASSIER, 2010).

A doença possui distribuição mundial (CAVANAGH; NAQI, 2003; COOK; JACKWOOD; JONES, 2012) e é considerada a segunda doença responsável por perdas econômicas na indústria avícola comparada as diversas enfermidades aviárias (CEVAWORLD, 2016). Há relatos do vírus em todo Brasil (BALESTRIN et al., 2014; CHACÓN, 2017), sendo observada em todas as áreas geográficas e afetando todos os setores da cadeia avícola industrial (AVINEWS, 2020).

O tipo e a severidade do quadro clínico predominante dependerão do tropismo viral, mas também da idade e do *status*

fisiológico da ave, e das condições ambientais predominantes (AVINEWS, 2020).

Desta forma, torna-se importante a prevenção e controle da doença que são realizados através de vacinação e medidas de biossegurança (BANDE *et al.*, 2015).

No Brasil, o sorotipo mais amplamente utilizado para uso em vacinas é o Massachusetts (Mass) apesar dos estudos indicarem inadequada resposta imune (MONTASSIER, 2010; BANDE *et al.*, 2015).

O ELISA indireto é amplamente utilizado para o monitoramento de desafios de campo e *status* imunitário, avaliando os programas de vacinação (DI FÁBIO; VILLARREAL, 2012). Almeida *et al.* (2015) verificaram frequência maior de positividade (75%) ao ELISA do que no *Real Time Polymerase Chain Reaction* (RT-PCR) (62,5%).

Na Bahia, a microrregião de Conceição da Feira participa com 70% de produção de carne de frango (SANTOS; TEIXEIRA, 2010). Estudo no polo avícola da Bahia identificou, por meio de RT-PCR e *nested* PCR, a cepa H120 do sorotipo Mass, demonstrando a circulação do vírus vacinal na região (HERVAL, 2011). Considerando a importância da vacinação como principal método de prevenção desta doença, objetivou-se mensurar os títulos de anticorpos para BIG nas idades de 14 e 40 dias, e comparar os protocolos vacinais utilizados em propriedades do município de Conceição da Feira, a fim de avaliar os programas de prevenção e controle da enfermidade na região.

Materiais e métodos

As propriedades amostradas pertencem a cinco empresas integradoras (A, B, C, D e E), além de cinco produtores independentes (F1, F2, F3, F4, F5), com a seguinte distribuição do número de propriedades e aves alojadas, respectivamente: empresas A (3 e

102.800), B (14 e 508.326), C (13 e 399.928), D (13 e 1.798.615) e E (7 e 441.800); e produtores independentes F1 a F5 (5 e 157.000), totalizando 55 propriedades e 3.408.469 aves alojadas. As coletas de amostras foram realizadas no período de agosto de 2014 a abril de 2015, sendo levantadas informações relativas ao protocolo de vacinação, histórico clínico e mortalidade, através de consulta à ficha de acompanhamento do lote.

Foram coletadas amostras de sangue, por meio da punção da veia ulnar da asa, de 1.210 aves aos 14 e 40 dias, em um mesmo lote, totalizando 2.420 amostras de soros sanguíneos que foram armazenados em freezer a -20 °C. As análises foram realizadas no Laboratório de Sanidade Avícola da Bahia (LASAB), com controle positivo e negativo, seguindo as instruções do *kit* comercial de ELISA indireto, IDEXX *FlockChek* (IDEXX Laboratories, Inc., Westbrook, Maine, USA). Para a interpretação dos resultados, as propriedades foram organizadas em três grupos, de acordo com o protocolo vacinal (Tabela 1).

No grupo 1 estão as propriedades que realizaram vacinação nas aves apenas no incubatório. No grupo 2 estão as que fizeram uma dose de reforço a campo, que varia de 15 a 20 dias de idade e o grupo 3 realizou duas doses de reforço da vacina a campo, em idades variadas, sendo utilizadas as cepas H120, B48, Ma5, do sorotipo Mass. Os protocolos de vacinação estão demonstrados na Tabela 1.

Tabela 1 – Protocolo de vacinação das aves para BIG com vacina viva atenuada do sorotipo Mass no município de Conceição da Feira – Ba, 2015.

Origem	Vacina no incubatório	Vacina a campo	Nº doses a campo	Idade das aves na vacinação a campo (dias)
Empresa A	H120	0	0	-
Empresa B	H120	Ma5	1	15
Empresa C	B48	H120	1	18
Empresa D	H120	0	0	-
Empresa E	H120	Ma5	2	10 e 22
Independente F1	H120	H120	1	19
Independente F2	H120	H120	1	20
Independente F3	H120	Ma5	2	12 e 18
Independente F4	H120	H120	2	14 e 21
Independente F5	H120	H120	2	7 e 14

Os sinais clínicos foram classificados em: sem sinais, sinais respiratórios (observação de estertores, ronqueira, espirros e narina suja) e outros sinais (JACKWOOD; WIT, 2020). Foram consideradas altas taxas de mortalidade acima de 3%, pois, de acordo com Bellaver *et al.* (2003), são consideradas adequadas quando inferiores a 3% por lote.

Resultados e discussão

De acordo com Cavanagh (2003) e Muniz e Santos (2017), anticorpos são detectáveis sete dias após a vacinação ou infecção, com declínio podendo ocorrer a partir dos 20 dias. Além disso, títulos desejáveis, segundo a tabela IDEXX, devem se encontrar na faixa de 1000 a 4000.

No entanto, foram detectados baixos percentuais de títulos nas idades de 14 e 40 dias e poucas amostras com títulos dentro

da faixa desejável em todos os grupos, o que demonstra resposta imunológica insatisfatória (Tabelas 2 e 3).

A GMT, que significa a Média Geométrica dos Títulos de anticorpos detectados, permite avaliar a resposta sorológica geral dos animais amostrados e, de acordo com Vineza (2005), fornece resultado mais correto da resposta imunológica do lote e deve ser analisada com outros resultados estatísticos. No entanto, os grupos apresentaram valores de GMT abaixo da faixa considerada desejável.

Tabela 2 – Títulos sorológicos para BIG em frangos de corte aos 14 dias (n = 1.210), pelo método de ELISA indireto, com diferentes protocolos de vacinação adotados no município de Conceição da Feira – Ba.

Grupo	Protocolo de vacinação	N	CV	GMT	Mín	Máx	TÍTULOS 14 DIAS			
							Pos (> 397)		1000 a 4000	
							N	%	n	%
1	Incubatório	352	133.1	27.79	1	673	11	3.13	0	0.00
2	Incubatório + 1 vez a campo	638	120	75.9	1	1584	65	10.19	4	0.63
3	Incubatório + 2 vezes a campo	220	203.2	77.4	1	4596	23	10.45	9	4.09

Tabela 3 – Títulos sorológicos para BIG em frangos de corte aos 40 dias (n = 1.210), pelo método de ELISA indireto, com diferentes protocolos de vacinação adotados no município de Conceição da Feira – Ba, 2015.

Grupo	Protocolo de vacinação	N	CV	GMT	Mín.	Máx.	TÍTULOS 40 DIAS			
							Pos (> 397)		1000 a 4000	
							n	%	N	%
1	Incubatório	352	152.3	33.86	1	826	15	4.26	1	0.28
2	Incubatório + 1 vez a campo	638	210.3	56.3	1	5183	73	11.44	25	3.92
3	Incubatório + 2 vezes a campo	220	192.7	85.8	1	5935	48	21.82	28	12.73

Os títulos encontrados nas aves do grupo 1 referem-se à resposta da vacina no incubatório. Porém, entre as empresas deste

grupo houve divergência no percentual de títulos detectáveis e na GMT, tanto aos 14 dias (10,61% e 119,13 para empresa A e 1,40% e 19,86 para empresa D, respectivamente), quanto aos 40 dias (9,09% e 129,11 para empresa A e 3,15% e 24,86 para empresa D, respectivamente), demonstrando diferentes respostas a um mesmo protocolo vacinal.

No grupo 2 os títulos máximos e a GMT apresentaram valores superiores aos do grupo 1. As aves do grupo 3, quando da coleta aos 14 dias, já haviam sido vacinadas a campo, no entanto, não houve aumento significativo na GMT, apesar de Cavanagh (2007) afirmar que, em um segundo desafio, as respostas de IgM e IgG ocorrem ao mesmo tempo.

Afifi *et al.* (2015) testaram, através de ELISA, a proteção da vacina Mass H120 contra duas cepas variantes no Egito e encontraram títulos de anticorpos em aves vacinadas com uma dose (1 dia) de 2.339 aos 14 dias e de 2.909 aos 28 dias de idade, enquanto aves vacinadas com duas doses da mesma vacina com 1 e 14 dias apresentaram títulos de 2.339 aos 14 dias e de 3.435 aos 28 dias, demonstrando altos títulos e soroconversão, dados que divergem da média dos títulos encontrada neste capítulo. Vale ressaltar que, apesar dos títulos altos encontrados pelo autor citado, a vacina não forneceu proteção contra as cepas desafio.

Na Tailândia, Sarueng *et al.* (2014) testaram a eficácia de quatro programas vacinais, que incluíam vacinação com 1 dia e com 1 e 14 dias, frente ao desafio da cepa QX-like e verificaram aumento dos títulos nos grupos que receberam a vacina com 1 e 14 dias, e aos 42 dias, os títulos eram significativamente mais altos que o grupo vacinado apenas com 1 dia de idade. Melhores resultados foram observados com revacinação com cepa heteróloga.

No entanto, no grupo 2 aos 40 dias, observou-se diminuição da GMT após uma dose de reforço, sendo que as empresas B e C apresentaram diminuição da GMT, enquanto os independentes F1

e F2 apresentaram aumento na GMT, o que era esperado com o estímulo vacinal. O grupo 3, após duas doses de reforço, apresentou aumento inexpressivo na GMT, sendo que a empresa E apresentou diminuição da GMT e os independentes F3, F4 e F5 apresentaram aumento na GMT, porém, apenas F5 atingiu a faixa de títulos desejáveis para uma satisfatória resposta vacinal.

Segundo Alazawy (2013), a uniformidade na administração de vacinas é medida pelo Coeficiente de Variação (CV) dos títulos, sendo considerada excelente quando é menor que 30%, enquanto maior que 80% indica uniformidade ruim. No presente capítulo, as médias do CV e de GMT foram de 152,1% e 56,9, respectivamente aos 14 dias, sendo encontrado aos 40 dias, 185,1% e 52,41. Todos os grupos apresentaram elevado CV, acima de 120%, demonstrando desuniformidade dos títulos vacinais que, segundo Vineza (2005), sugere a ocorrência de possíveis falhas no processo de vacinação.

Aos 14 dias, observou-se título máximo elevado de 4.596 na empresa E (grupo 3), porém, em apenas uma ave, com GMT de 234,82 e, aos 40 dias, títulos máximos acima de 5000 em duas aves, sendo uma, na empresa B, com GMT de 98,62 e outra no independente F5, com GMT de 1.082,6; títulos que não sugerem infecção do lote, pois, Salles *et al.* (2003) relataram alta variação nos títulos de anticorpos, entre duas coletas em um mesmo lote, sem vacinação entre as coletas, com desafio de campo em 62,5% das 8 empresas de poedeiras comerciais.

Em estudo com galinhas de quintal no RS, Santos *et al.* (2008) encontraram prevalência de 65,7%, que evidencia a circulação viral, sendo considerada um risco à introdução da doença no plantel comercial, já que a vacinação não é realizada para este tipo de ave.

A observação de sinais respiratórios e mortalidade acima do considerado adequado para um lote pode ser sugestivo de infecção por BIG. O percentual de mortalidade aos 14 dias foi de 1,76% para o grupo 1, enquanto para o grupo 2 foi de 2,03%, entretanto sinais

respiratórios não foram observados. Para o grupo 3, percentual de 1,32% com sinais respiratórios em duas propriedades, que podem ser atribuídos a reações vacinais (JAENISCH, 2003), pois essas aves haviam recebido a primeira dose de vacina na primeira coleta.

Aos 40 dias, sinais respiratórios foram observados em seis propriedades do grupo 1, oito no grupo 2 e três no grupo 3, com percentuais de mortalidade de 5,54%, 4,45% e 2,90%, respectivamente, porém com baixos valores de GMT. Uma propriedade da empresa A apresentou 15,92% de mortalidade e sinais respiratórios, embora o título máximo de 648 e GMT de 129,11 não permitem atribuir os sinais respiratórios e mortalidades acima do esperado como consequências da bronquite infecciosa.

Em Cuba, Acevedo *et al.* (2010), ao analisarem títulos de anticorpos em aves de postura com sinais respiratórios que receberam 3 doses de vacina (nos dias 1; 35 e 85), verificaram que após 13 meses da última vacinação as aves estavam com títulos elevados, assim como Herval (2011), em estudo no polo avícola de Feira de Santana, encontrou frangos de corte com sinais respiratórios, títulos individuais acima de 5000 e lotes com GMT próximo a este valor, além de 86,11% de frequência dos títulos em galinhas de quintal não vacinadas, indicando a circulação do vírus na região.

Apesar dos baixos títulos encontrados, que evidenciam resposta imunológica insatisfatória aos três protocolos vacinais, não é possível afirmar que as aves estavam desprotegidas, já que a imunidade local tem importante papel no desenvolvimento da imunidade protetora, pois estimula a produção de anticorpos locais no sistema respiratório superior, principal porta de entrada para infecção (DHINAKAR; JONES, 1997; AFIFI *et al.*, 2015).

O desenvolvimento desta imunidade local justifica o método de aplicação da vacina em massa realizada no incubatório, via *spray*, que promove infecção respiratória local e produção de anticorpos, entretanto, existem poucos estudos sobre anticorpos locais. A vacinação a

campo, realizada através da água de bebida confere rapidez e economia, porém falhas vacinais podem ocorrer, promovendo vacinação incompleta e desuniforme no lote (CAVANAGH; NAQI, 2003; CESCO, 2017).

Programas de vacinação são de grande importância dentre as medidas de biossegurança e vacinas que conferem alta proteção podem perder efetividade devido a falhas cometidas no processo de vacinação (SESTI, 2000), sendo o monitoramento essencial para identificá-las (AMMAYAPPAN *et al.*, 2015). Um programa de vacinação adequado varia de acordo com a região e necessidades do plantel (MATEUS; SANTOS, 2011; ABREU, 2017).

Diversos fatores relacionados à vacina, à aplicação e a resposta da ave podem interferir na resposta vacinal adequada. A concentração do antígeno, virulência da cepa, natureza e qualidade dos adjuvantes são alguns fatores relacionados à vacina. Cuidados com a conservação, prazo de validade, dose e rota de aplicação, higienização das ferramentas utilizadas na vacinação (pulverizadores e bebedouros), além da qualidade da água devem ser considerados. A variação da resposta imune humoral pode estar relacionada com a presença de anticorpos maternos, idade do pinto, doenças ou substâncias imunossupressoras, bem como estresse e infecções bacterianas secundárias (CAVANAGH; NAQI, 2003; BIJLENGA *et al.*, 2004; AHMED *et al.*, 2007; TURBLIN, 2010; MUNIZ; SANTOS, 2017).

Conclusão

Apesar dos títulos para o coronavírus encontrados no presente capítulo não indicarem circulação do vírus no momento da coleta de amostras, sinais respiratórios e mortalidade acima do esperado devem ser investigados. O monitoramento das respostas vacinais e medidas de biossegurança são essenciais para o controle, evitando surtos de coronavírus no plantel avícola.

Referências

ABREU, J. T. Longevidade da poedeira moderna: programas vacinais. In: XIV Curso de Atualização em Avicultura para Postura Comercial, 2017. **Anais[...]** Jaboticabal: Unesp/FCAV, 2017. p.39-45

ACEVEDO, A. M. *et al.* Detección en muestra clínica e identificación de aislados del virus de la bronquitis infecciosa aviar por un ensayo de reverso transcripción acoplado a reacción en cadena de la polimerasa. **Revista Salud Animal**, v. 32, n. 2, p. 112-117, 2010.

AFIFI, M. A. *et al.* Evaluation of spectrum of protection provided against two infectious bronchitis isolates using classical live vaccine. **Life Science Journal**, v. 12, n. 2, p. 91-98, 2015.

AHMED, Z. *et al.* Detection and seroprevalence of infectious bronchitis virus strains in commercial poultry in Pakistan. **Poultry Science**, v. 86, p. 1329-1335, 2007.

ALMEIDA, D. O. *et al.* Uso das técnicas de RT-PCR e ELISA no diagnóstico da bronquite infecciosa em frangos de corte ao abate. **Revista Brasileira de Medicina Veterinária**, v. 37, n. 1, p. 55-59, 2015.

AMMAYAPPAN, A. *et al.* Complete genomic sequence analysis of infectious bronchitis virus Ark DPI strain and its evolution by recombination. **Virology Journal**, v. 5, p. 157, 2008. Disponível em: <http://virologyj.biomedcentral.com/articles/10.1186/1743-422X-5-157>. Acessado em: 01 Jul. 2015.

BALESTRIN, E. *et al.* Infectious bronchitis virus in different avian physiological systems -A field study in Brazilian poultry flocks. **Poultry Science**, v. 93, p. 1922-1929, 2014.

BANDE, F. *et al.* Progress and challenges toward the development of vaccines against avian infectious bronchitis. **Journal of Immunology Research**, v. 2015, ID 424860, 2015.

BELLAVER, C. *et al.* Boas práticas de produção de frangos. Concórdia: Embrapa, 2003. 12p. **Circular técnica**, 38.

BIJLENGA, G. *et al.* Development and use of the H strain of avian Infectious bronchitis virus from the Netherlands as a vaccine: a review. **Avian Pathology**, v. 33, n. 6, p. 550-557, 2004.

CAVANAGH, D. Coronavirus avian infectious bronchitis virus. **Veterinary Research**, v. 38, p. 281-297, 2007.

CAVANAGH, D. Severe acute respiratory syndrome vaccine development: experiences of vaccination against avian Infectious bronchitis Coronavirus. **Avian Pathology**, v. 32, n. 6, p. 567-582, 2003.

CAVANAGH, D.; GELB, J. Infectious bronchitis. In: SAIF, Y. M.; FADLY, A. M.; GLISSON, J. R.; McDOUGALD, L. R.; NOLAN, L. K.; SWAYNE, D. E. **Diseases of Poultry**. 12. ed. Ames: Blackwell, p. 117-135, 2008.

CAVANAGH, D.; NAQI, S. Infectious bronchitis. In: BARNES, H. J.; FADLY, A. M.; GLISSON, J. R.; McDOUGALD, L. R.; SWAYNE, D. E. **Diseases of Poultry**, 11. ed. Ames: Iowa State University, p. 101-119, 2003.

CESCO, M. A. O. Painel: bronquite infecciosa das galinhas – estratégias de controle, 2017. Disponível em: https://www.funep.org.br/img_up/img2017/anais_avicultura2017.pdf. Acessado em: 23 Jul. 2020.

CEVAWORLD. Bronquite Infecciosa Variante - maximizando a produção por meio da vacinação homóloga. **Ceva World Maximune**, v. 9, n. 1, p. 16, 2016.

CHACÓN, J. Painel: bronquite infecciosa das galinhas – Estratégias de controle. In: CURSO DE ATUALIZAÇÃO EM AVICULTURA PARA POSTURA COMERCIAL, 14, 2017. **Anais[...]** Jaboticabal: Unesp/ FCAV, 2017. p. 61-66

COOK, J. K.; JACKWOOD, M.; JONES, R. C. The longview: 40 years of Infectious bronchitis research. **Avian Pathology**. v. 41, n. 3, p. 239-250, 2012.

DHINAKAR, R. G.; JONES, R. C. Infectious bronchitis virus: immunopathogenesis of infection in the chicken. **Avian Pathology**, v. 26, n. 3, p. 677-706, 1997.

DI FÁBIO, J.; VILLARREAL, L. Y. B. Bronquite infecciosa das galinhas. In: JÚNIOR, A. B. et al. (Eds.). **Doenças das aves**. 2. ed. Campinas: FACTA, 2012. p. 631-648.

GROOT, R. J. et al. Revision of the Family Coronaviridae. Disponível em: <https://talk.ictvonline.org/ICTV/proposals/2008.085-122V.v4.Coronaviridae.pdf>. Acessado em 23 jul. 2020.

HERVAL, E. F. G. **Soroepidemiologia e caracterização do vírus da Bronquite Infecciosa das Galinhas em frangos de corte e aves de fundo de quintal na região de Feira de Santana, Bahia, Brasil**. 2011. 85f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal nos Trópicos). Escola de Medicina Veterinária da Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2011.

JACKWOOD, M.; De WIT, J. J. Infectious bronchitis. **Diseases of Poultry**. 2020. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/9781119371199.ch4>. Acesso: 02 jul. 2020.

JAENISCH, F. R. F. Como e porque vacinar matrizes, frangos e poedeiras, Concórdia: Embrapa, **Circular técnica**, 36, 2003, 16p.

MATEUS, M. C.; SANTOS, J. M. G. Imunização em frangos de corte. **Revista em Agronegócios e Meio Ambiente**, v. 4, n. 2, p. 227-246, 2011.

MONTASSIER, H. J. Molecular epidemiology and evolution of avian Infectious bronchitis virus. **Infectious bronchitis (IB) in the Brazilian Poultry Industry**, v. 12, n. 2, p. 87-96, 2010.

MONTASSIER, H. Molecular epidemiology and evolution of avian infectious bronchitis virus. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 12, n. 2, p. 87-96, 2010.

MUNIZ, E. C.; SANTOS, I. L. dos. Painel: bronquite infecciosa das galinhas – Estratégias de controle. In: XIV Curso de Atualização em Avicultura para Postura Comercial, 2017. **Anais[...]** Jaboticabal: Unesp/FCAV, 2017. p. 51-59

SALLES, R. P. R. *et al.* Monitoração sorológica para bronquite infecciosa em galinhas de postura comercial no Estado do Ceará. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 31, n. 2, p. 93- 98, 2003.

SANTOS, A. J. M.; TEIXEIRA, M. S. O setor avícola na cidade de Conceição da Feira com escopo nacional. **Revista de Administração**, v. 1, n. 1, p. 30-39, 2010.

SANTOS, H. F. S. *et al.* Anticorpos contra vírus em galinhas de terreiro do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. **Ciência Rural**, v. 38, n. 7, p. 1932-1937, 2008.

SARUENG, E. *et al.* Efficacy of live Infectious bronchitis vaccine programs against infection by QX-Like strain of Infectious bronchitis virus. **Thai Journal of Veterinary Medicine**, v. 44, n. 2, p. 187-194, 2014.

SESTI, L. A. C. Biosseguridade em um programa de melhoramento genético de aves. In: SIMPÓSIO DE SANIDADE AVÍCOLA, 2, 2000, Santa Maria, RS. **Anais[...]** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2000. 67p.

TURBLIN, V. Serological service in poultry industry. **Animal Health Asia Pacific**, n. 30, 2010. Disponível em: http://www.thepoultrysite.com/focus/contents/ceva/OnlineBulletins/ob_2010/Article-No30-May10.pdf. Acessado em: 06 Fev. 2016.

***Escherichia Coli* em vísceras de aves: frequência e sensibilidade aos antimicrobianos**

*Rafael Mendes Pereira
Olga Beatriz Alves de Sousa Ferreira
Robson Bahia Cerqueira
Ana Karina da Silva Cavalcante*

Introdução

Atualmente, a avicultura tem uma grande significância na economia mundial, movimentando bilhões de dólares por ano. Os Estados Unidos são o maior país produtor de carne de frango, seguido da China e do Brasil, sendo que, em 2019, o Brasil foi considerado o maior exportador mundial e atingiu o recorde de produção de 13,245 milhões de toneladas de carne de frango. Hoje, mais de 150 mercados são importadores da carne de frango, produzidas no Brasil (UBABEF, 2014; ABPA, 2020). O consumo *per capita* brasileiro passou de 29,91 kg em 2000 para o recorde de 47,38 kg em 2011 (ABPA, 2020).

As altas densidades da criação propiciam condições favoráveis à ocorrência e disseminação de vários patógenos na cama, na ração, na água, pelo ar e transmissão por contato entre as aves. As doenças infecciosas bacterianas, como a causada por *Escherichia coli* (*E. coli*), podem provocar infecções graves nos animais e nos homens (SILVA *et al.*, 2012; ALBINO *et al.*, 2017). Esta bactéria é comensal e faz parte da microbiota do trato gastrointestinal dos animais, porém cepas patogênicas podem causar processos patológicos em seus hospedeiros (KALITA; HU; TORRES, 2014).

A infecção causada por *E. coli*, denominada colibacilose, manifesta-se com quadros de peritonite, pneumonia, pleuropneumonia, aerossaculite, pericardite, coligulanoma, doença respiratória crônica

complicada (DRCC), onfalite, salpingite, síndrome da cabeça inchada (SCI), osteomielite, ooforite, celulite e hepatite (ZIVA; STEVENS, 2008; SALEHI *et al.*, 2008; SHAHBAZI; FEIZI, 2015; HERNÁNDEZ-FILLOR *et al.*, 2017).

A doença resultante das *E. coli* patogênicas para as aves (APEC), denominada colibacilose, diminuem a taxa de crescimento, aumentam a mortalidade e a morbidade, e causam perdas econômicas significativas na indústria avícola (ZHONG *et al.*, 2014), sendo o uso de antimicrobianos fundamentais no tratamento de doença clínica e manutenção da saúde dos planteis (BARROS *et al.*, 2012a; TALEBIYAN *et al.*, 2014).

Entretanto, o uso de antibióticos durante um longo tempo para tratar e prevenir doenças em animais de produção trouxe como consequência o desenvolvimento de resistência aos mesmos tornando um risco considerável para a saúde pública, ao nível mundial, por conta da transferência de genes de resistência e/ou virulência para bactérias endógenas humanas (TALEBIYAN *et al.*, 2014; OOSTERIK *et al.*, 2015), muitas vezes através do consumo de alimentos contaminados por microrganismos resistentes e até mesmo atividades laborais, principalmente ligadas a saúde e produção alimentícia (MINISTÉRIO DO TRABALHO E DO EMPREGO, 2005; ALCÂNTARA, 2011; PRADO-PALOS *et al.*, 2011; LEÃO-VASCONCELOS *et al.*, 2014).

Neste contexto, este capítulo teve como objetivo investigar a presença de *E. coli* em amostras de fígados, intestinos e pulmões de frangos abatidos e condenados na linha de inspeção, em um matadouro frigorífico sob regime de inspeção estadual, e avaliar o perfil de resistência à antimicrobianos das cepas isoladas.

Materiais e métodos

Em um matadouro frigorífico de aves e coelhos, sob regime de inspeção estadual na Bahia, foram abatidos, entre os meses de

abril e maio de 2015, um total de 243 mil aves. Durante um período de nove dias de abate, 52 carcaças de frangos (*Gallus gallus*) foram condenadas na linha de inspeção por suspeita de septicemia, das quais foram coletadas amostras de fígado, intestino e pulmão visualmente com alterações macroscópicas (Figura 1).

Figura 1 – Fígados de frango de carcaças condenadas pelo Serviço de Inspeção Estadual em abatedouro do Estado da Bahia, por suspeita de septicemia.



Fonte: Foto do autor.

As amostras retiradas foram acondicionadas em coletores plásticos estéreis identificados e encaminhadas em caixa isotérmica com gelo para o Laboratório de Doenças Infecciosas (LDI) do Hospital Universitário de Medicina Veterinária (HUMV) da UFRB (Universidade Federal do Recôncavo da Bahia), sendo processadas no mesmo dia da coleta.

Para análise bacteriológica as amostras foram pesadas (1g), higienizadas com solução fisiológica estéril e maceradas em placas de Petri estéreis individualmente. O macerado foi inoculado em 5ml de caldo BHI (Infusão de Cérebro e Coração), por uma alça de platina, sendo o inóculo então levado à estufa bacteriológica a 37 °C. Após 24

horas, ele foi semeado no meio Agar nutriente e levado novamente à estufa a 37 °C, por 48 horas.

No fim desse período, foi feita a avaliação das características das colônias quanto ao tamanho, coloração, contaminação e presença ou ausência de crescimento misto, após o que o odor foi avaliado. Seguidamente, foi realizada a coloração de Gram para observação das características morfológicas e posterior escolha do meio seletivo para semeadura.

Foram utilizados dois meios de cultura: o EMB (Eosina Azul Metileno), que é seletivo para bactérias Gram-negativas, indicado para *E. coli*, e o Agar Baird Parker, utilizado para bactérias Gram-positivas com bom crescimento para estafilococos. Posteriormente realizou nova coloração de Gram e seguiu-se para a realização das provas bioquímicas: Catalase, Citrato, Esculina e Fenilalanina.

A partir das cepas de *E. coli* isoladas, foram realizados os testes de suscetibilidade aos antimicrobianos, baseados na metodologia proposta por Bauer *et al.* (1966), em 10% dos isolados selecionados aleatoriamente, pois houve pouca variação de cepas. Inicialmente, as amostras foram cultivadas em meio sólido Müller-Hinton e incubadas a 37 °C por 24 horas. Em seguida, pipetou-se 0,1mL na diluição de $1,0 \times 10^6$ UFC/ml de cada isolado selecionado, em placas de Agar Müller-Hinton, espalhando-o de forma homogênea por toda a superfície com o auxílio de um *swab* estéril.

Foram testadas seis drogas antimicrobianas (Biorad Laboratories) utilizadas na prática veterinária: Ampicilina (AMP 10 mg), Trimetropim-Sulfametoxazol (SXT 25 mg), Cefalexina (CXN 30 mg), Eritromicina (ERY15 mg), Sulfonamidas (SSS 300 mg) e Tetraciclina (TET 30 mg).

Os discos contendo os antimicrobianos foram depositados na placa, de forma equidistante. Por fim, as placas foram incubadas a 37 °C por 48h, realizando-se a leitura, com o auxílio de uma régua, em 24h e após 48h. Com o auxílio de uma tabela apropriada baseado no manual (CLSI, 2012), foi determinado se o microrganismo em análise

era sensível, intermediário ou resistente ao antimicrobiano testado. Todos os dados foram dispostos em uma planilha para análise e descrição dos resultados.

Resultados e discussão

Das 243.000 aves abatidas durante o período de estudo, apenas 52 (0,021%) foram condenadas por suspeita de septicemia, sendo observado, após cultura, crescimento bacteriano em todas as 156 amostras de vísceras analisadas. Dentre as 52 carcaças, foi possível isolar e identificar *E. coli* em 45 destas (86,5%).

Com base nestes achados, pode-se constatar que a avaliação macroscópica das carcaças como critério de condenação utilizado na linha de inspeção corroborou com a avaliação microscópica, uma vez que todas as carcaças condenadas por suspeita de septicemia apresentaram algum tipo de contaminação bacteriana, principalmente por *E. coli*.

A pesquisa de *E. coli* e a investigação da presença de outros microrganismos em miúdos de frangos de corte em abatedouros é importante por fornecer informações sobre a qualidade sanitária das aves estudadas (ALMEIDA, 2011).

Do total de 156 amostras analisadas, 91 (58,3%) mostraram-se positivas para *E. coli*, sendo o microrganismo encontrado em 57,7%, 55,8% e 61,5% das amostras de fígado, pulmão e intestino analisadas, respectivamente (Tabela 1). Este achado se assemelha ao encontrado por Silva et al. (2012), que, ao avaliarem 62 amostras de fígado colhidas aleatoriamente em dois matadouros avícolas do Recôncavo Baiano, isolaram esta bactéria em 45,5% das amostras.

Porém, de forma diferente deste capítulo, o autor supracitado analisou amostras de fígado com e sem alterações macroscópicas visíveis, identificando *E. coli* em 60% das amostras considerados com aspecto macroscópico inalterado, evidenciando que a inspeção

visual dos fígados no matadouro avícola muitas vezes não é suficiente para descartar carcaças contaminadas por este microrganismo.

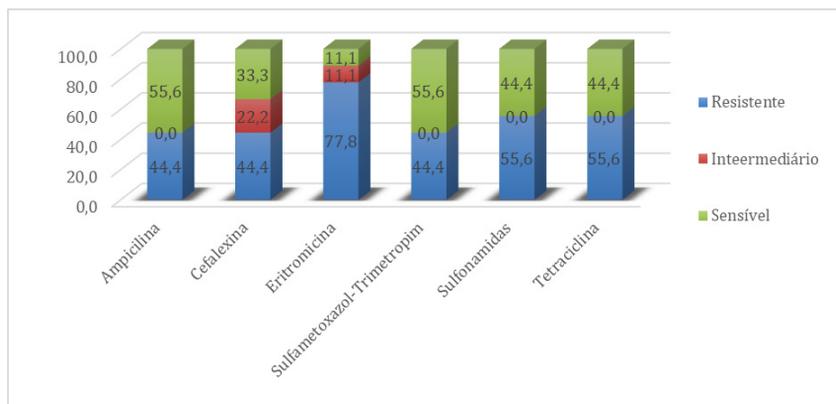
A presença de *E. coli* em fígados aparentemente sadios torna-se um fato preocupante, já que a víscera pode ser liberada para consumo e causar doença no ser humano, uma vez que esta bactéria é capaz de resistir por longos períodos em temperaturas de refrigeração (HIRSH; ZEE, 2003). Além disso, existe o risco dos microrganismos contaminantes serem resistentes ou portadores de genes que codificam resistência a antimicrobianos, podendo haver o surgimento de resistência cruzada de *E. coli* aviária com patógenos entéricos dos seres humanos (BARTON, 2000).

Tabela 1 – Resultado do isolamento bacteriano de vísceras de carcaças de frango de corte condenadas por septicemia, pelo Serviço de Inspeção Estadual em abatedouro do Estado da Bahia (2015).

Microrganismo	Fígado		Pulmão		Intestino	
	n	%	n	%	n	%
<i>E. coli</i>	30	57,7	29	55,8	32	61,5
outros	22	42,3	23	44,2	20	38,5

Neste estudo, no que se refere aos testes de sensibilidade à antimicrobianos, nenhuma das estirpes de *E. coli* foi sensível ou resistente a todos os antimicrobianos testados. Entretanto, cinco estirpes (55,6%) mostraram resistência a três ou mais antimicrobianos, e que quatro estirpes de *E. coli* (44,4%) foram resistentes à cinco dos antimicrobianos testados (Gráfico 1).

Gráfico 1 – Porcentagem de isolados de *E. coli* resistentes, intermediários ou sensíveis aos antimicrobianos testados.



Neste estudo, a eritromicina foi o antimicrobiano que apresentou menor atividade antibacteriana (77,8%). Achados semelhantes em relação a este macrolídeo foram relatados anteriormente por Guastalli (2010), Santos (2012), e Stella *et al.* (2013), que observaram um percentual de resistência entre 95,6% a 100%.

Para a sulfonamida e a tetraciclina, foram observadas 55,6% das estirpes de *E. coli* resistentes. Resultados próximos foram achados por Gonçalves e Andreatti Filho (2010), que relataram, para amostras de *E. coli* oriundas de aves com suspeita de colibacilose, 66,7% de resistência à sulfonamida. Valor mais elevado foi relatado por Alcântara (2011), que encontrou 90,9% das cepas de *E. coli* isoladas de celulite aviária resistentes a este antibiótico.

Conforme Gonçalves e Andreatti Filho (2010), o alto índice de resistência à sulfonamida observado pode ser atribuído à sua utilização em larga escala no controle e erradicação de diversos agentes patogênicos, como coccídeos, induzindo à resistência cruzada com outros patógenos entéricos das aves.

Os outros antimicrobianos testados no presente capítulo, ampicilina, cefalexina e sulfametoxazol-trimetropim, apresentaram

atividade antibacteriana moderada (44,4%). Com relação à cefalexina, o resultado foi próximo ao do estudo realizado por Zanatta *et al.* (2004), que encontraram resistência a esta cefalosporina em 54,6% das amostras de *E. coli* isoladas de aves comerciais.

De acordo com Kang *et al.* (2005), a resistência da *E. coli* comensal à maioria dos agentes antimicrobianos utilizados, como as tetraciclina, sulfametoxazol ampicilina é bastante conhecida, fato evidenciado no presente estudo. Segundo Cardoso *et al.* (2014), isto ocorreu em decorrência do uso abusivo e indevido destas substâncias como aditivos alimentares, conservantes ou promotores de crescimento para animais antes do ano de 1998, quando não havia regulamentação para controlar o uso destas substâncias para estes fins.

Conclusão

Frente a presente investigação realizada, e elevadas taxas de resistência e de multirresistências encontradas em *E. coli* nas vísceras das carcaças de frango condenadas, vale destacar a importância e a necessidade de mais pesquisas no que diz respeito ao uso de antibióticos na produção avícola e seus impactos na saúde pública, de modo a evitar redução na produtividade, riscos à saúde dos consumidores e dos trabalhadores da cadeia produtiva, perda de competitividade, restrições sanitárias e barreiras à exportação.

Referências

ABPA. Associação Brasileira de Proteína Animal. **Relatório Anual ABPA**. São Paulo, 2020. Disponível em: http://abpa-br.org/wp-content/uploads/2020/05/abpa_relatorio_anual_2020_portugues_web.pdf. Acesso em: 05 jul. 2020.

ALBINO, L.F.T. *et al.* **Produção e nutrição de frangos de corte**. 2.ed. Viçosa: UFV, 2017. 360p.

- ALCÂNTARA, A. C. M. **Realização de antibiograma e detecção de genes de resistência pela reação em cadeia da polimerase (PCR) em cepas de *Escherichia coli* isoladas de celulite aviária, coletadas de abatedouros frigoríficos do Distrito Federal.** 61f. Monografia (Graduação em Medicina Veterinária), Universidade de Brasília, 2011.
- ALMEIDA, A. P. **Avaliação higiênico-sanitária da carne de frango de corte de estabelecimentos que abatem e/ou comercializam no município de Patos-PB.** 66f. Monografia (Graduação em Medicina Veterinária), Universidade Federal de Campina Grande, Patos, 2011.
- BARROS, L. S. S. *et al.* A avicultura brasileira e sua afinidade com a celulite aviária. **Arquivos de Pesquisa Animal**, v. 1, n. 2, p. 78-97, 2012.
- BARTON, M. D. Antibiotic use in animal feed and its impact on human health. **Nutrition Research Reviews**, v. 13, n. 02, p. 279-299, 2000.
- BAUER, A. W. *et al.* Antibiotic susceptibility testing by standardized single disk method. **The American Journal of Clinical Pathology**, v. 45, n. 4, p. 493-96, 1966.
- CARDOSO, A. L. S. P. *et al.* Resistência antimicrobiana de *Escherichia coli* isolada de aves comerciais nos estados de São Paulo e de Goiás, Brasil. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 11, n. 3, p. 3465-3471, 2014. Disponível em: http://www.nutritime.com.br/arquivos_internos/artigos/ARTIGO251.pdf. Acessado em: 10 jul. 2015.
- CLSI. Clinical Laboratory Standard Institute. Performance standards for antimicrobial susceptibility testing; Twenty-Second. Informational Supplement. **Document M100-S22**, v. 23, n. 3, 2012.188p.
- DZIVA, F.; STEVENS, M. P. Colibacillosis in poultry: unravelling the molecular basis of virulence of avian pathogenic *Escherichia coli* in their natural hosts. **Avian Pathology**, v. 37, n. 4, p. 355-366, 2008.

GONÇALVES, G. A. M.; ANDREATTI FILHO, R. L. Susceptibilidade antimicrobiana de amostras de *Escherichia coli* isoladas de frango industrial (*Gallus gallus domesticus* - linnaeus, 1758) com colibacilose. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 77, n. 4, p. 715-718, 2010.

GUASTALLI, E. A. L. **Estudo dos fatores de virulência, sorogrupos, patogenicidade e susceptibilidade antimicrobiana das cepas de *Escherichia coli* isoladas de pintainhas de reposição de postura**. 84f. Dissertação (Mestrado em Microbiologia), Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2010.

HERNÁNDEZ-FILLOR et al. Susceptibilidad antimicrobiana y formación de biopelícula en aislados de *Escherichia coli* procedentes de gallinas ponedoras. *Revista de Salud Animal*, v. 39, n. 3, 2017. Disponível em: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0253-570X2017000300005&lng=es&nrm=iso. Acesso em: 05 jul 2020

HIRSH, C. H.; ZEE, Y. C. **Microbiologia veterinária**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003. 446p.

KALITA, A. *et al.* Recent advances in adherence and invasion of pathogenic *Escherichia coli*. **Curr Opin Infect Dis** v. 27, n. 5, p. 459–64, 2014.

KANG, H.Y. *et al.* Characterization of antimicrobial resistance and class 1 integrons found in *Escherichia coli* isolates from humans and animals in Korea. **Journal of Antimicrobial Chemotherapy**, v.55, n. 5, p.639-644, 2005.

LEÃO-VASCONCELOS, L. S. N. O. *et al.* Perfil dos trabalhadores de um hospital oncológico colonizados na cavidade bucal por Enterobacteriaceae. **Revista de Patologia Tropical**, v. 43, n. 3, p. 265-76. 2014.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E DO EMPREGO. Portaria nº 485, de 11 de novembro de 2005. **Aprova a Norma Regulamentadora NR 32 – Segurança e saúde no trabalho em serviços de saúde.** Brasília (Brasil): Ministério do Trabalho e Emprego: 2005.

OOSTERIK, L. H. *et al.* Disinfection by hydrogen peroxide nebulization increases susceptibility to avian pathogenic *Escherichia coli*. **BMC Research Notes**, v. 8, n. 1, p. 378, 2015.

PRADO-PALOS, M.A. *et al.* Prevalência de bastonetes Gram-negativos isolados da saliva de trabalhadores da saúde. *Revista Eletrônica de Enfermagem*, v. 13, n. 4. 2011. Disponível em: <http://www.fen.ufg.br/revista/v13/n4/v13n4a18.htm>. Acesso em: 02 ago. 2020.

SALEHI, T. Z. *et al.* A. Molecular genetic differentiation of avian *Escherichia coli* by RAPD-PCR. **Brazilian Journal of Microobiology**, v. 39, n. 3, p. 494-497.2008.

SANTOS, M. M. **Resistência antimicrobiana em cepas bacterianas isoladas de celulite aviária.** 66f. Dissertação (Mestrado em Saúde Animal), Universidade de Brasília, 2012.

SHAHBAZI, M; FEIZI, A. Clinical investigation and some biochemical indices in broiler chickens with colibacillosis following treatment with florfenicol. **International Journal of Biology, Pharmacy and Allied Sciences**, v. 04, n. 03, p. 1458-1465, 2015.

SILVA, I. M. M. *et al.* Presença de *Escherichia coli* em fígados de frangos provenientes de matadouros avícolas. **Revista Brasileira de Produção Animal**, v. 13, n. 3, p. 694-700, 2012.

STELLA, A. E. *et al.* *Escherichia coli* resistente a antimicrobianos isolada de bovinos e aves. **Ars Veterinaria**, v. 29, n. 4, p. 14, 2013.

TALEBIYAN, R. *et al.* Multiple antimicrobial resistance of *Escherichia coli* isolated from chickens in Iran. **Veterinary Medicine**

International, 2014. Disponível em: <http://www.hindawi.com/journals/vmi/2014/491418>. Acessado em: 17 set. 2015.

UBABEF. União Brasileira de Avicultura. **Relatório Anual 2014**. 55p. Disponível em: <http://www.ubabef.com.br/files/publicacoes/8ca705e70f0cb110ae3aed67d29c8842.pdf>. Acessado em: 15 mai. 2015.

ZHONG, X. *et al.* Polyphenol extracts from *Punica granatum* and *Terminalia chebula* are anti-inflammatory and increase the survival rate of chickens challenged with *Escherichia coli*. **Biological and Pharmaceutical Bulletin**. v. 37, n. 10, p. 1575-1582. 2014.

Educação sanitária reduzindo a subnotificação de doenças

*Christianne C. Bessa Bezerra
Ludmilla Santana Soares E Barros
Êlika Suzianny de Sousa*

Introdução

As Doenças de Notificação Compulsória (DNC) são doenças cuja gravidade, magnitude, transcendência, capacidade de disseminação do agente causador e potencial de causar surtos e epidemias exigem medidas eficazes para sua prevenção e controle (SILVA; OLIVEIRA, 2014).

De acordo com Meditsch (2019), as DNC possuem importante impacto à saúde animal ou saúde pública e/ou à atividade econômica do Estado, tornando-se alvo de programas oficiais de prevenção e controle implantados. Estas doenças são enquadradas nas Categorias 1, 2 e 3 da Instrução Normativa N° 50/2013 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), devendo a suspeita delas ser comunicada de forma imediata ao Serviço Veterinário Oficial (SVO). São exemplos das doenças da categoria 1: a Peste Bovina e a Síndrome Reprodutiva e Respiratória Suína (PRRS); da categoria 2: a Febre Aftosa e a Raiva; e da categoria 3: a Brucelose e a Tuberculose (BRASIL, 2013).

Contudo, a notificação é habitualmente realizada de modo precário, pelo desconhecimento de sua importância, descrédito nos serviços de saúde animal, falta de acompanhamento e supervisão da rede de serviços e, pela falta de retomo dos dados coletados e das ações que são geradas pela análise (SILVA, 2014).

Um sistema de informação fidedigno é imprescindível para a pronta detecção de uma doença, o que permite a agilidade nas

ações de controle. A Organização Mundial da Sanidade Animal (OIE) considera, como premissa de qualidade dos Serviços Veterinários, a pronta detecção de um evento sanitário e a rapidez na erradicação. No Brasil, a obrigatoriedade da notificação de doenças animais é regulamentada pelo Decreto nº 24.548, de 3 de julho de 1934, sendo abordada posteriormente por legislações dos Programas Sanitários (BRASIL, 2018).

A obrigatoriedade da notificação foi reforçada pelo Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária (SUASA), esclarecendo que todos os participantes da cadeia produtiva estão obrigados a informar à autoridade competente sobre a ocorrência de alterações das condições sanitárias e fitossanitárias registrada em seus estabelecimentos, unidades produtivas ou propriedades (BRASIL, 2006).

Neste sentido, é fundamental que trabalhos de sensibilização dos profissionais e das comunidades sejam sistematicamente realizados, visando à melhoria da obtenção dos dados, no que diz respeito à sua quantidade e qualidade, fortalecendo e ampliando a rede de notificação, pois, idealmente, o sistema deve cobrir toda a população. Assim, todas as unidades de saúde animal devem compor a rede de notificação (pública, privada e filantrópica), como também todos os profissionais de saúde e mesmo a população em geral (SILVA, 2014).

Diante do exposto, há necessidade do órgão de defesa estimular a vigilância passiva e para isto, a defesa agropecuária lança mão de uma importante ferramenta: a Educação Sanitária, que é compreendida como atividade estratégica e instrumento da defesa agropecuária com fins de garantir o comprometimento dos integrantes da cadeia produtiva e da sociedade em geral no cumprimento dos objetivos (BASTOS *et al.*, 2017). Ela é uma excelente forma de promoção da saúde, assim como a medida preventiva mais barata a ser utilizada por profissionais envolvidos na área e setores públicos

(MAUAD *et al.*, 2013). Desta forma, estas doenças precisam ser compreendidas por todas as camadas da sociedade, uma vez que a ocorrência de suspeita/foco delas tem repercussões importantes na saúde dos animais, na saúde pública e nas relações comerciais.

Portanto, o objetivo do presente trabalho é evidenciar a Educação Sanitária como uma importante estratégia para reduzir a subnotificação e melhorar a qualidade e quantidade da notificação das DNC pelo órgão de Defesa Sanitária do Estado do Rio Grande do Norte (RN).

Órgão de Defesa Agropecuária

O Instituto de Defesa e Inspeção Agropecuária do RN (IDIARN) constitui-se no órgão competente para promover e executar a Defesa Animal e Vegetal, o controle e a Inspeção de Produtos de Origem Agropecuária no Estado do RN. Dentre as ações realizadas com essa finalidade, o atendimento a suspeita de ocorrência de DNC figura entre as mais importantes ações de defesa sanitária, uma vez que, quando existe a suspeita, o risco de ocorrência dessas doenças também existe, sendo necessárias ações rápidas para conter a expansão de possíveis focos (TOLEDO *et al.*, 2014).

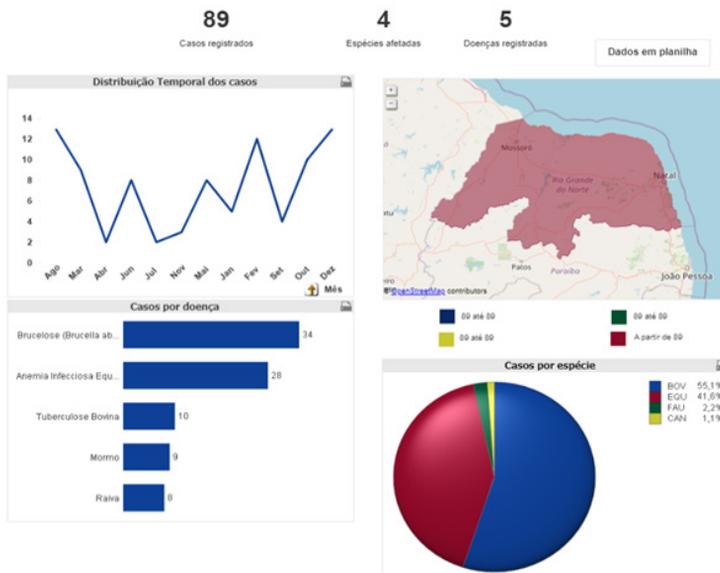
Compete ao IDIARN planejar, elaborar, coordenar e executar programas voltados para a promoção e proteção da saúde animal e vegetal, bem como a educação sanitária animal e vegetal, conforme estabelecido pela Lei Complementar nº 324, de 29 de março de 2006 (CONTRAG, 2006). O gerenciamento destes programas visa fortalecer a situação do país, mediante aplicação de diretrizes de prevenção, vigilância, controle e erradicação de doenças dos animais terrestres e aquáticos (BRASIL, 2019).

Estruturalmente, o IDIARN é dividido em doze Unidades Locais de Sanidade Animal e Vegetal (ULSAV) e a Sede, localizada na cidade de Natal-RN. Dentre as ULSAV, a de maior relevância para

este trabalho é a ULSAV de Mossoró que, por sua vez, abrange treze municípios, incluindo o município de Apodi (GOVERNO DO ESTADO DO RN, 2020), onde se localiza o Campus do Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do RN (IFRN) que pode contribuir, como colaborador, na realização de trabalhos que promovem educação sanitária dos discentes, estimulando-os a assumir responsabilidades de suas condições para que se torne sujeito autônomo, participativo e transformador da realidade.

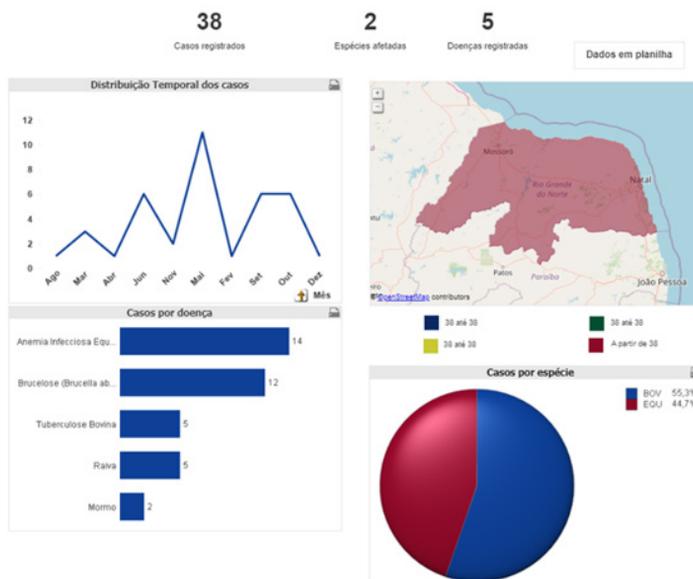
Uma das principais problemáticas enfrentadas pelo órgão é a subnotificação das doenças animais de notificação compulsória, que pode ser comprovada ao acessar os dados zoossanitários do RN, nos anos de 2016 e 2017, conforme as Figuras 1 e 2, respectivamente.

Figura 1 – Dados Zoossanitários do Rio Grande do Norte em 2016. Caso registrado: animal doente ou infectado, com diagnóstico confirmado de determinada doença. Espécies: BOV (bovinos), CAN (canídeos), EQU (equídeos), FAU (fauna silvestre). Doenças: Brucelose (*Brucella abortus*); Anemia Infecciosa Equina; Tuberculose Bovina; Mormo; Raiva.



No ano de 2016, o RN notificou 89 casos, destes apenas cinco doenças registradas, sendo quatro espécies afetadas. Já em 2017, houve uma redução de casos registrados, apenas 38, num total de cinco doenças relacionadas e duas espécies afetadas (BRASIL, 2018a). Tal atitude pode estar atribuída ao desconhecimento dos profissionais que trabalham na área agropecuária e da população em geral sobre o que é o IDIARN e suas atribuições, bem como dos programas de defesa sanitária animal desenvolvidos por este órgão, ou ainda, a causas variadas que vão desde a pouca sensibilidade e informação dos profissionais de saúde animal, até mesmo à falta de prioridade da notificação das doenças na rede de serviços privados, enquanto atividade básica e fundamental da saúde (TEIXEIRA *et al.*, 1998).

Figura 2 – Dados Zoonos sanitários do Rio Grande do Norte em 2017. Caso registrado: animal doente ou infectado, com diagnóstico confirmado de determinada doença. Espécies: BOV (bovinos), EQU (equídeos), Doenças: Anemia Infeciosa Equina; Brucelose (*Brucella abortus*); Tuberculose Bovina; Raiva; Mormo.



Fonte: BRASIL (2020).

Os dados quantitativos disponibilizados no painel interativo fazem parte da base de dados do Sistema Nacional de Informação Zoossanitária (SIZ), e se referem aos focos e casos confirmados das doenças listadas nas categorias 1, 2 e 3, da Instrução Normativa MAPA nº 50/2013, que requerem notificação imediata e investigação pelo SVO, registradas no país desde 1999. São obtidos a partir dos registros dos Formulários de Investigação oficial de doenças e dos dados consolidados nos Informes Epidemiológicos Mensais, dos Órgão Estaduais de Saúde Animal, que realizam as investigações de doenças notificadas e compartilham as informações com as Superintendências Federais de Agricultura (SFA) e Departamento de Saúde Animal (das), seguindo os procedimentos de vigilância e fluxos de informação do SIZ (BRASIL, 2017).

O SIZ é administrado pela Coordenação de Informação e Epidemiologia (CIEP), do Departamento de Saúde Animal, que gerencia os dados e informações sobre ocorrência das doenças, bem como outras informações de interesse para a saúde animal. O banco de dados do SIZ baseia-se em uma lista de DNC ao SVO. A notificação de doenças da Lista estabelecida pela Instrução Normativa do MAPA nº 50, de 23 de setembro de 2013, é obrigatória para todos aqueles que têm conhecimento da suspeita ou de casos confirmados, conforme os critérios e fluxos estabelecidos na norma (BRASIL, 2017).

Vigilância zoossanitária

A vigilância zoossanitária é composta por um conjunto de ações que visam detectar sinais diretos ou indiretos da presença de um, ou mais agentes patogênicos em uma população animal susceptível, de forma precoce, permitindo reação rápida. A vigilância zoossanitária pode ser caracterizada como passiva e ativa. A Passiva corresponde ao atendimento a notificações de suspeitas de ocorrência de DNC, comunicadas ao SVO por proprietários, médicos

veterinários ou qualquer pessoa que tenha conhecimento de animais que apresentem sinais clínicos compatíveis com DNC. Já a Vigilância Ativa corresponde a visitas realizadas de forma eletiva em busca destas enfermidades (GUARESCHI NETO *et al.*, 2016).

Diversas doenças dos animais, dentre as de notificação obrigatória, causam sérias repercussões para a saúde pública e para o trânsito e comércio de animais, seus produtos e subprodutos, por isso é necessário contar um sistema eficiente de notificação e de atuação do SVO, visando manter a melhor situação para a saúde animal e colaborar na promoção de saúde humana (BRASIL, 2020).

Os Projetos executados, no âmbito da junção da Educação Sanitária com a Saúde Única, perante a Sociedade Civil do RN, são primordiais para auxiliar a vigilância zoossanitária e devem alcançar as seguintes respostas: Aumento de comunicado de suspeita de ocorrência de DNC registradas no FORM-IN e no Livro de Ocorrência da ULSAV – Mossoró; Aumento das notificações de doenças ao SVO; Fortalecimento da vigilância zoossanitária passiva a partir da capacitação do público alvo; Formação de cidadãos conscientes na promoção e cuidado da segurança sanitária agropecuária e, conseqüentemente, na melhoria da sanidade animal do Estado do RN; Consolidação e expansão de parcerias com instituições que trabalham no setor da agropecuária.

Educação sanitária

Conforme Guareschi Neto *et al.* (2016), a educação sanitária é um instrumento da Medicina Veterinária preventiva que tem como objetivo a mudança de atitude dos atores sociais da cadeia produtiva frente à prevenção, controle e erradicação de problemas zoossanitários. A Unidade Veterinária Local (UVL) deve elaborar e desenvolver ações educativo-sanitárias, em apoio às ações de defesa sanitária, a partir da identificação dos graus de conhecimento, atitudes e comportamentos de uma população, frente a um problema

sanitário ou ambiental, diagnosticado, dimensionado e acompanhado pela Defesa Sanitária. Além de elaborar estratégias para sensibilizar lideranças municipais, moradores, produtores rurais, professores e estudantes de escolas rurais, comerciantes e autoridades, para que sejam multiplicadores junto às suas comunidades, das ações para prevenção das enfermidades animais.

Para Cidasc (2020), a Educação Sanitária em Defesa Agropecuária é atividade estratégica e instrumento da Defesa Agropecuária, que visa garantir o comprometimento dos integrantes da cadeia produtiva agropecuária e da sociedade em geral no cumprimento dos objetivos. Trata-se de um processo ativo e contínuo de utilização de meios, métodos e técnicas capazes de educar e desenvolver consciência crítica no público-alvo.

Há uma gama de possibilidades e métodos que podem ser trabalhadas com foco no processo educativo de sensibilização sanitária, através da realização de atividades, tais como: (1) palestras; (2) oficinas; (3) gincana Escolar versando sobre temas pré definidos; (4) visitas técnicas a propriedades; (5) mutirão de sensibilização e prevenção de doenças; e (7) blitz educativa com distribuição de material informativo (folder, cartazes, adesivos, etc.), devendo ser voltadas para o público alvo em uma linguagem clara e objetiva (ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL, 2010).

Neste contexto, estabeleceu-se parceria entre o IDIARN e o IFRN - Campus Apodi para o desenvolvimento de um projeto que possibilite a inserção dos discentes do 1º ano do curso Técnico em Agropecuária do IFRN, aos Programas de Saúde Animal, através da metodologia de Educação Sanitária, uma vez que o sucesso das ações de políticas públicas em sanidade, seja ela humana ou animal, não podem prescindir dos profissionais, bem como, do apoio popular para atingir seu êxito. Desta forma, espera-se que o trabalho conjunto entre os parceiros promova a atuação dos discentes, direta e indiretamente como agentes multiplicadores da informação, e conseqüentemente,

viabilize a melhoria e a ascensão das notificações das doenças junto ao órgão de defesa sanitária animal e vegetal.

Programas de saúde animal

O gerenciamento dos programas de saúde animal visa fortalecer a situação do país, mediante aplicação de diretrizes de prevenção, vigilância, controle e erradicação de doenças dos animais terrestres e aquáticos (BRASIL, 2020).

Dentre os vários programas de saúde animal desenvolvidos e gerenciados pelo MAPA, alguns são coordenados e executados pelo IDIARN, abaixo estão listados os de maior relevância dentro deste estudo.

Programa Nacional de Erradicação e Prevenção da Febre Aftosa – PNEFA (Instrução Normativa N° 48, de 14/07/2020) (DOU, 2020).

Programa Nacional de Controle e Erradicação da Brucelose e da Tuberculose Animal – PNCEBT instituído em 2001, recentemente foi revisto pela Instrução Normativa SDA n° 10, de 3/03/2017(DOU, 2001).

Programa Nacional de Controle da Raiva dos Herbívoros – PNCRH (Instrução Normativa N° 5, de 01/03/2002) (MAPA, 2002).

Programa Nacional de Sanidade Avícola – PNSA instituído no âmbito da Secretaria de Defesa Agropecuária (SDA), por meio da portaria N° 193, de 19/09/1994 (MAPA, 1994).

Programa Nacional de Sanidade dos Equídeos – PNSE (Instrução Normativa SDA n° 17, de maio de 2008) (PORTAL DE LEGISLAÇÃO, 2008).

Programa Nacional de Sanidade dos Suídeos (Instrução Normativa n° 47, de 18/6/2004) (SEAGR, 2020).

A proposta da ação síncrona entre o IDIARN e o IFRN Campus Apodi, como já foi anteriormente mencionada, pretende esclarecer

sobre a execução dos programas relacionados acima, bem como, acerca dos aspectos socioeconômicos, sinais clínicos, transmissão, prejuízos, prevenção e riscos, causados por estas enfermidades. Por conseguinte, as ações precisam ser bem planejadas e executadas, uma vez que, prevenir, controlar e/ou erradicar enfermidades implicam, necessariamente, em ações sanitárias que relevem da estrutura adequada dos serviços e de base técnica bem fundamentada.

Conclusão

A Educação em Saúde apresenta grande relevância para a defesa agropecuária visto que as DNC podem produzir graves consequências sanitárias, políticas, sociais e econômicas que afetam o trânsito e comércio de animais, seus produtos e subprodutos, comprometendo o comércio nacional e internacional, bem como, a segurança alimentar e a saúde pública. Diante disso, faz-se necessário contar com um sistema eficiente de notificação e autuação do SVO, visando manter a sanidade animal e contribuir na promoção da saúde humana. Desta maneira, a Educação Sanitária é uma das mais importantes ferramentas que o SVO lança mão para estimular a vigilância passiva, e conseqüentemente, o aumento das notificações destas doenças, contribuindo, também, para a formação de agentes multiplicadores do conhecimento.

Referências

BASTOS, P. A. D. S. *et al.* Port of Santos: sanitary education in agro-defense. **Atas de Saúde Ambiental**, v. 1, p. 1-12, 2017.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Coordenação de Informação e Epidemiologia - Saúde Animal. **Consulta de casos**. 2018a. Disponível em: <http://indicadores.agricultura.gov.br/saudeanimal/index.htm>. Acesso em: 01 out. 2018.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Decreto nº 5.741, de 30 de março de 2006**. Brasília, DF, 30 mar. 2006.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Defesa agropecuária: histórico, ações e perspectivas**. Brasília: MAPA, 2018, 298p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Manual do Sistema Nacional de Informação Zoossanitária - SIZ** / Ministério da Agricultura. – Brasília: MAPA/ACS, 2013, 40 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Programas de Saúde Animal**. 2020. Disponível em: <http://antigo.agricultura.gov.br/assuntos/sanidade-animal-e-vegetal/saude-animal/programas-de-saude-animal>. Acesso em: 20 ago. 2020.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária Departamento de Saúde Animal. **Programa Nacional de Erradicação e Prevenção da Febre Aftosa – PNEFA**. Plano Estratégico 2017 – 2026. Atualização 2019. Brasília, 2019. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sanidade-animal-e-vegetal/saude-animal/programas-de-saude-animal/febre-aftosa/pnefa-2017-2026/arquivos/PNEFA2019.pdf>. Acesso em: 21 ago. 2019.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Sistema de Informação em Saúde Animal**. 2017. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sanidade-animal-e-vegetal/saude-animal/sistema-informacao-saude-animal>. Acesso em: 01 out. 2019.

CIDASC - Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina. **Serviço - Educação Sanitária**. 2020. Disponível em: <http://www.cidasc.sc.gov.br/educacao-sanitaria/>. Acesso em: 20 ago. 2020.

CONTRAG-Coordenadoria de Controle dos Atos Governamentais/GA: Governo do Estado do Rio Grande do Norte. **Lei Complementar Nº 324, de 29 de março de 2006**. Rio Grande do Norte, 2006. Disponível em: http://www.al.rn.leg.br/portal/_ups/legislacao/2019/07/10/52f7511a00984376991293f7049c3a37.pdf. Acesso em: 20 fev. 2020.

DOU.Diário Oficial da União. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Instrução Normativa Nº 48, de 14/07/2020**. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-n-48-de-14-de-julho-de-2020-266804871>. Acesso em: 19 ago. 2020.

DOU.Diário Oficial da União. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Instrução Normativa SDA nº 10, de 3/03/2017**. Disponível em: https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/19124587/do1-2017%E2%80%9320-instrucao-normativa-n-10-de-3-de-marco-de-2017%E2%80%9319124353. Acesso em: 19 ago. 2020.

ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. Secretaria da Agricultura, Pecuária, Pesca e Agronegócio. **Departamento de Produção Animal**. 2010. Disponível em: <https://www.agricultura.rs.gov.br/upload/arquivos/201710/23103337-projeto-educacao-sanitaria-na-escola.doc>. Acesso em: 19 ago. 2020.

GOVERNO DO ESTADO DO RN. Instituto de Defesa e Inspeção Agropecuária do RN -IDIARN. **Estrutura**. Disponível em: <http://www.idiarn.rn.gov.br/o.p?TRAN=ITEM&TARG=80504&ACT=&PAGE=0&ARM=&LBL=A+Institui%E7%E3o>. Acesso em 19 ago. 2020.

GUARESCHI NETO, A. R *et al.* **Manual de Padronização Procedimentos operacionais para vigilância de doenças hemorrágicas dos suínos em Unidades Veterinárias Locais - DSS/CAT/CGSA/DSA/SDA/MAPA**. Governo do Maranhão: Agência Estadual de Defesa Agropecuária do Maranhão, 2016.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa Nº 5, de 01/03/2002**. Disponível

em: http://www.adepara.pa.gov.br/sites/default/files/Instru%C3%A7%C3%A3o%20Normativa_5_01_03_2002.htm. Acesso em: 19 ago. 2020.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Portaria Nº 193, de 19/09/1994**. Disponível em: http://www.adepara.pa.gov.br/sites/default/files/PORTARIA%20N%C2%BA%20193%2C%20DE%2019%20DE%20SETEMBRO%20DE%201994_0.pdf. Acesso em: 19 ago. 2020.

MAUAD, J. R. C. *et al.* A educação sanitária para a promoção da saúde humana e animal como medida preventiva contra doenças infecto-parasitárias. **Revista de Educação Continuada em Medicina Veterinária e Zootecnia do CRMV-SP**, v. 11, n. 3, p. 49-50, 2013. Disponível em: <https://www.revistamvez-crmvsp.com.br/index.php/recmvz/article/view/17402/18246>. Acesso em: 19 mai. 2019.

MEDITSCH, R. G. M. **O papel do médico veterinário de Santa Catarina**. Departamento Estadual de Defesa Sanitária Animal Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina – CIDASC. 2019. Disponível em: <http://www.cidasc.sc.gov.br/blog/2019/03/16/o-papel-do-medico-veterinario-de-santa-catarina/>. Acesso em: 20 ago. 2020.

PORTAL DE LEGISLAÇÃO. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Instrução Normativa SDA nº 17, de maio de 2008**. Disponível em: <https://www.diariodasleis.com.br/legislacao/federal/199852-programa-nacional-de-sanidade-dos-equudeos-pnse-institui-o-programa-nacional-de-sanidade-dos-equudeos-pnse-no-umbito-do-ministerio-da-agricultura-pecuaria-e-abastecimento.html>. Acesso em: 19 ago. 2020.

SEAGR. Secretaria de Estado da Agricultura, Abastecimento e Desenvolvimento Rural. Coordenação de Sanidade Suídea. 2020. **Instrução Normativa nº 47, de 18 de junho de 2004**. Disponível em: < <http://www.agricultura.df.gov.br/11540-2/> > Acesso em 20 Ago. 2020.

SILVA, G. A.; OLIVEIRA, C. M. G. O registro das doenças de notificação compulsória: a participação dos profissionais da saúde e da comunidade. **Revista Epidemiológica e Controle de Infecção**, v. 4, n. 3, p. 215-220, 2014.

SILVA, M. C. P. **Epidemiologia veterinária e sistema de informação em saúde animal**. 6 ed. Curitiba: ADAPAR, 2014, 35p.

TEIXEIRA, M. G. *et al.* Seleção das doenças de notificação compulsória: critérios e recomendações para as três esferas de governo. **Informe epidemiológico do SUS**, v. 7, n. 1, p. 7-28, 1998.

TOLEDO, D. C. *et al.* Atendimentos a suspeitas de doenças de notificação obrigatória realizados pela agência Goiana de defesa agropecuária em 2014. **Revista de Educação Continuada em Medicina Veterinária e Zootecnia do CRMV-SP**, v. 14, n. 2, p. 70-70, 2016. Disponível em: <https://www.revistamvez-crmvsp.com.br/index.php/recmvz/article/view/31977>. Acesso em: 19 mai. 2019.

Tuberculose bovina em frigoríficos e feiras baianas

*Evelin Santiago Vasconcelos dos Santos
Bruno Ribeiro dos Santos
Fernando Alzamora Filho
Felipe Francelino Ferreira
Joselito Nunes Costa*

Introdução

Doença infecciosa de evolução crônica e com diagnóstico oficial demorado (isolamento bacteriológico), a tuberculose bovina (TB) possui significativa importância no Brasil e no mundo. Apresenta-se como uma relevante zoonose integrante da lista da OIE (Organização Mundial da Saúde Animal), e nos bovinos é causada principalmente pelo *Mycobacterium bovis* (CONSTABLE *et al.*, 2016). Apesar da robustez e resistência dos bubalinos a inúmeras doenças eles também são suscetíveis ao referido bacilo (BARBOSA *et al.*, 2014).

Conforme relatado pela Organização Mundial da Saúde (OMS) (2018), a tuberculose continua sendo em humanos uma das dez principais causas de morte com mais de 10 milhões de pessoas infectadas. Produtos de origem animal contaminados e relações ocupacionais podem ser responsáveis pela disseminação da tuberculose zoonótica, especialmente nos casos em que não se procede com diagnóstico diferencial entre o agente etiológico (*M. bovis* ou *Mycobacterium tuberculosis*).

O rastreamento de focos de tuberculose a partir de abatedouros, como ferramenta adicional ao programa de controle da doença, é uma estratégia interessante, especialmente, porque a inspeção sanitária permite também identificar casos de TB sem manifestação clínica. O Estado da Bahia apresenta uma vasta rede de abatedouros com inspeção oficial e através dessa metodologia

pode-se estudar a dispersão da doença e ainda fornecer dados epidemiológicos para o controle dessa enfermidade nos rebanhos. Portanto, um sistema de vigilância desse modo é parte fundamental para o desenvolvimento da bovinocultura no estado, melhorando a competitividade no agronegócio brasileiro. Acrescenta-se ainda que controle da tuberculose nos bovinos tender a redução dos casos da enfermidade em seres humanos causada por *M. bovis*.

A qualidade da carne depende de inúmeros fatores além da saúde do animal (PEREIRA, 2009). Neste contexto condições inadequadas dos locais de abate e a ineficiente fiscalização da comercialização podem afetar ainda mais a qualidade deste alimento (LEITE *et al.*, 2009). A venda de carne *in natura* vem sendo apontada como fonte primária de infecção, trazendo importantes consequências à saúde, tanto dos manipuladores como dos consumidores (ALMEIDA *et al.*, 2010), incluindo neste aspecto as vísceras comestíveis que são amplamente comercializadas. As feiras livres são uma modalidade que abarca os riscos citados acima possuindo uma importante função econômica, social e cultural, especialmente em pequenos municípios onde grande parte das vezes é o principal modo de comercialização de carne varejistas (DINIZ *et al.*, 2013, SILVA FILHO *et al.*, 2018).

Apesar de muito já se ter pesquisado sobre a TB esse tema continua sendo desafiador. Considerando-se questões econômicas, sociais, epidemiológicas, ocupacionais e especialmente, o relevante impacto da infecção na saúde animal e humana objetivou-se com esse capítulo avaliar a ocorrência de lesões sugestivas de TB detectadas durante a inspeção de bovinos e bubalinos abatidos em abatedouros frigoríficos e em amostras comercializadas em feiras livres no estado da Bahia.

Material e métodos

O estudo foi desenvolvido em 11 abatedouros-frigoríficos sob inspeção oficial (estaduais e federais) na Bahia, durante o período de

janeiro de 2016 a fevereiro de 2019 e foram inspecionadas um total de 453.417 carcaças entre bovinos e bubalinos oriundos de diversas regiões do estado. Foram objetos deste estudo lesões indicadas pela inspeção como suspeitas de TB e vísceras provenientes de feiras livres.

Envolveu a área do estudo as feiras livres de 12 cidades do estado: Caldeirão Grande, Elísio Medrado, Laje, Santa Terezinha, Amargosa, Maetinga, Caraíbas, Serrinha, Feira de Santana, Santa Bárbara, Santo Antônio de Jesus e Itabuna. Os locais foram determinados pela facilidade de acesso e, quando possível, a escolha se deu em municípios onde já se tinha confirmação de bovinos positivos. Neste caso se materializou como objeto do estudo 29 fragmentos de pulmão e/ou fígado comercializados dando-se preferência a estes já que essas vísceras possuem maior probabilidade da ocorrência da tuberculose (Figura1). A coleta foi realizada através da compra das vísceras adquiridas como consumidor final nos balcões das feiras livres.

Figura 1 – Pulmão bovino comercializado em feira livre para consumo humano.



Fonte: Arquivo pessoal (2019).

O material resultante das coletas foi armazenado à -20 °C, sendo encaminhadas ao Laboratório de Micobacterioses da Universidade Estadual de Santa Cruz - Ilhéus (LAMVET-UESC) para análise bacteriológica. Foram descontaminadas pelo método de *Hexadecyl Pyridiniumchloride* 1,5% (HPC) com posterior semeadura em meio de *Lowenstein-Jensen* (LJ) e *Stonebrink-Leslie* (SL) em duplicata; os tubos foram examinados semanalmente, quando permaneceram incubados em estufa com demanda bioquímica de oxigênio (BOD) a 37 °C por 90 dias (BRASIL, 2008).

Nos tubos que apresentaram colônias com crescimento característico de micobactérias, as lâminas obtidas foram coradas por *Ziehl-Neelsen* (ZN) para pesquisa de bacilos álcool-ácido resistente (BAAR). Nas positivas, o DNA foi extraído por lise térmica (SHI *et al.*, 2018). Em seguida o material foi conduzido ao Laboratório de Biologia Molecular Aplicada a Micobactérias do Instituto Oswaldo Cruz (LABMAM) na Fundação Oswaldo Cruz – FioCruz, no Rio de Janeiro, para confirmação molecular por *Spoligotyping* (KAMERBEEK *et al.*, 1997).

Resultados e discussão

Neste estudo, a frequência de animais com lesões sugestivas de tuberculose foi de 31 bovinos (0,007%) que forneceram 49 lesões suspeitas e 45 amostras com bacteriologia concluída. A inspeção ocorreu em 452.619 carcaças de bovinos e 798 de bubalinos. A detecção de tuberculose em bubalinos foi evidenciada no Amapá (PEREIRA *et al.*, 2017), no estado do Amazonas (MOTA *et al.*, 2002) e no Pará (BARBOSA *et al.*, 2014), diferente do presente estudo onde não foi observado nenhum animal com lesão sugestiva. Deve-se considerar que o número de carcaças bubalinas inspecionadas foi inferior ao número de bovinos neste estudo.

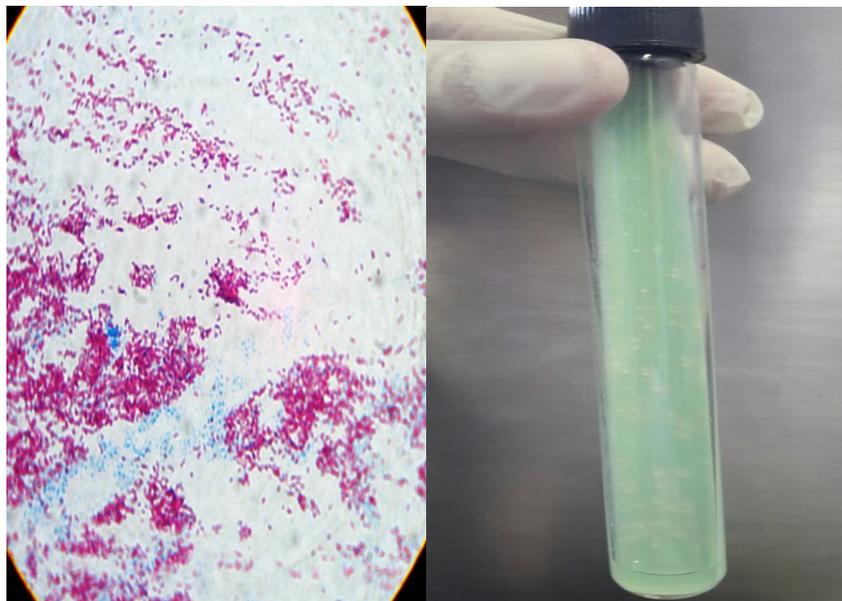
O baixo percentual de animais detectados pelo serviço de inspeção com lesões sugestivas de tuberculose obtidos neste

levantamento, certamente está relacionado com a baixa prevalência da doença em bovinos, detectada no Estado da Bahia pela ADAB, que segundo último levantamento oficial, quando foram tuberculinizados 19.813 bovinos, 24 (0,12%) animais apresentaram-se positivos (BAHIENSE et al., 2016). Devem-se considerar questões como o abate clandestino, especialmente de animais de descarte ou a eliminação de bovinos positivos na unidade de criação que subestimam a real prevalência da enfermidade. Deve-se ajuizar também que a maioria dos animais que foram avaliados neste capítulo era em especial de corte, nos quais a enfermidade é sabidamente menos prevalente.

A prevalência de lesões suspeitas em carcaças de bovinos abatidos observada nesta pesquisa foi inferior à descrita por Lopes (2008), que detectou 0,16% de lesões suspeitas em 28.675 bovinos abatidos em abatedouro, no município de Aracruz-ES. Salazar (2005), no Mato Grosso, examinou 57.641 bovinos, dos quais 27 (0,05%) foram condenados. Na Bahia, estudo realizado por França *et al.* (2013), apontaram frequência para o período analisado de 0,12%, dado superior ao observado por este levantamento. Ainda na Bahia, Batista (2016) avaliou 562.910 carcaças de bovinos quando detectou 30 animais com lesões, e Santos (2014) em 33.205, identificou 13 lesões sugestivas no estado. Estes dados demonstram a persistência da enfermidade no estado da Bahia ainda que em baixos percentuais.

No presente estudo os sítios, possíveis de identificação, com lesões sugestivas de TB em ordem de frequência foram: 40% (16/40) pulmão; 32,5% (13/40) linfonodos; 15% (06/40) fígado; 5% (2/40) musculatura e 2,5% (1/40) língua, abomaso e intestino, cada um. Na bacteriologia, 73,3% (33/45) apresentaram crescimento de colônias com superfície granular e coloração creme amarelada, pequenas, arredondadas variando entre 13 a 90 dias o tempo de crescimento (Figura 2). De fato, a localização da lesão macroscópica sugestiva de TB é bem variável sendo mais comum em bovinos no parênquima pulmonar, linfonodos e fígado (ALZAMORA-FILHO *et al.*, 2014) similar aos resultados observados no presente capítulo.

Figura 2 – Crescimento bacteriano em meio de cultura seletivo de micobactérias a partir de amostras de carcaças sugestivas de tuberculose bovina e coloração de *Ziehl Neelsen* (ZN). Notar bacilos álcool ácido resistentes (setas). A= Colônias de micobactérias em meio *Stonebrink – Leslie*; B= Coloração de ZN evidenciando BAAR obj.10x.



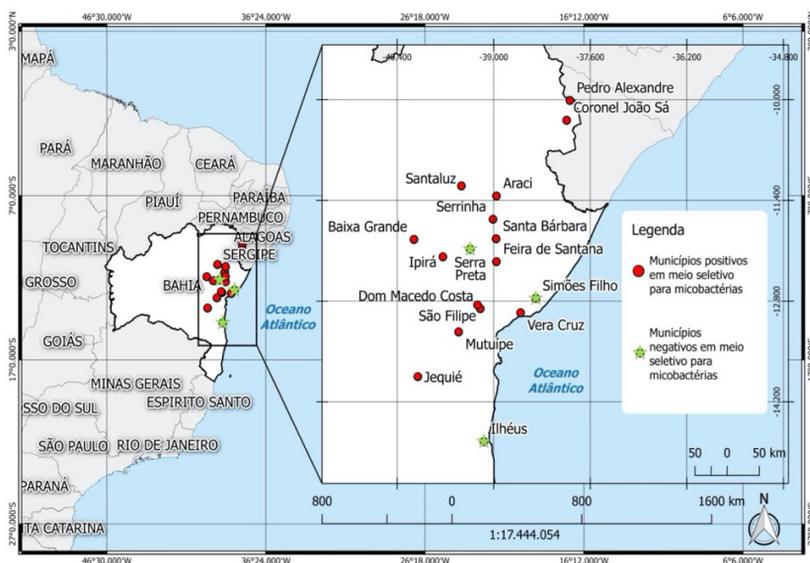
Fonte: Arquivo pessoal (2018).

A principal via de transmissão é a aerógena, o que pode explicar a maior ocorrência de lesões nos pulmões (PAES; FRANCO, 2016), não obstante, as lesões possam ser encontradas em outros órgãos como aqui verificado, nos casos em que a tuberculose encontra-se disseminada na forma miliar (OLIVEIRA *et al.*, 2012). Foi observado ainda, que um mesmo animal revelou amostra positiva ou negativa ao isolamento, em função do órgão analisado. Esta diferença pode ter ocorrido pelo processo de descontaminação ou pela presença/viabilidade do bacilo na lesão pesquisada.

Realizando a análise por animal e não mais por amostra, dos 31 indicados pela inspeção, 27 foram avaliados. Os bovinos suspeitos foram oriundos de 17 municípios de diversas mesorregiões do

estado: Serrinha, Vera Cruz, Mutuípe, Feira de Santana, Araci, Santa Bárbara, Jequié, Ilhéus, Simões Filho, Pedro Alexandre, Coronel João Sá (Figura 3).

Figura 3 – Mapa representando origem dos bovinos com isolamento positivo para micobactérias a partir de amostras de suspeitas de tuberculose apontadas pela inspeção oficial no estado da Bahia.



Fonte: Arquivo pessoal (2018).

Constatou-se no presente capítulo uma prevalência heterogênea de rebanhos infectados, indicando que a TB é distribuída pelo interior do estado, o que também foi revelado por Bahiense *et al.* (2016). É importante ressaltar que, a presente pesquisa ocorreu nas regiões da Bahia apontadas pelos autores acima como as de menores prevalências no estado. A positividade de isolamento para micobactérias foi de 74,1% (20/27) dados superiores aos relatados

na literatura em lesões sugestivas que variaram de 60,0% (NASSAR *et al.*, 2007) a 68,75% (SILVA *et al.*, 2018).

As colônias obtidas foram coradas pela técnica de ZN para confirmar a presença de bacilos álcool-ácido resistentes (Figura 2B), sugerindo que estes pertencem ao Complexo *Mycobacterium*, representando assim 95,0% (19/20) de bacilos. A sensibilidade da técnica é questionada por diversos autores (SULIEMAN; HAMID, 2002; PEREIRA *et al.*, 2017), no entanto, quando realizada diretamente da cultura como nesta pesquisa, a sensibilidade aumenta consideravelmente como pôde ser visualizado através dos resultados apresentados. Vale ressaltar a partir desse dado, que as equipes de inspeção envolvidas demonstraram boa precisão na indicação das carcaças sugestivas de tuberculose.

Dos animais avaliados, 25,9% foram negativos para técnica aplicada de isolamento. Esses resultados também denotam que possivelmente há casos de condenação de peças e carcaças em que não são devido ao *Mycobacterium* sp. apesar da lesão macroscópica ser sugestiva. Estas lesões podem ser causadas por agentes infecciosos como *Nocardia* sp., *Actinomyces* sp., *Corynebacterium* sp., *Actinobacillus* sp., entre outros (PARREIRAS, 2003). As amostras negativas podem também estar relacionadas a amostras paucibacilares (GORMLEY *et al.*, 2014), ao processo de descontaminação ou ainda morte do bacilo após causar infecção (FRÁGUAS *et al.*, 2008). Estes isolados na análise molecular por *Spoligotyping*, 95% (18/19) demonstraram perfis compatíveis com a espécie de *Mycobacterium bovis*. Os dados apresentados reforçam a necessidade da permanência da vigilância e da aplicação das medidas de controle da tuberculose no estado da Bahia.

No que se refere às feiras livres foram colhidas 29 amostras de vísceras comestíveis, sendo que, duas delas foram adquiridas em venda para consumo já em estágio inicial de autólise e não foram processadas. A contaminação ocorreu em 25,9% (7/27) das amostras

mesmo após repetição do processo de descontaminação. Assim, excluindo-se as autólices e as contaminações, houve crescimento em meio de cultura seletivo para micobactérias em 25% (5/20) das análises. O tempo de crescimento variou entre 18 e 52 dias. As colônias obtidas foram coradas pela técnica de *Ziehl-Neelsen* (ZN) para confirmar a presença de bacilos álcool-ácido resistentes, e nenhuma das amostras foi positiva no BAAR. Pode-se observar, por outro lado, condições de higiene claramente inadequadas no acondicionamento e comercialização do alimento incluindo vísceras ainda nos balcões em estágio inicial de autólice o que talvez possa explicar as amostras contaminadas do presente estudo. As condições sanitárias encontradas foram semelhantes às relatadas por outros autores nesses ambientes na Bahia (MARTINS; LUCENA, 2002; ALMEIDA; PENA, 2011), no entanto, nenhum estudo foi antes realizado para pesquisa de *Mycobacterium bovis* em vísceras no estado.

Possivelmente o aspecto mais significativo de se comercializar produtos alimentícios, que apresentam TB, seja o risco ocupacional (ALMEIDA *et al.*, 2017). Os manipuladores, neste caso os feirantes, não usam equipamentos de proteção individual e ficam vulneráveis ao contágio via oral ou aerógena. Estudos da transmissão de tuberculose via feira livre são diversos a partir de comercialização de leite ou queijos (KONUK *et al.*, 2007; FRANCO *et al.*, 2013; CÉZAR *et al.*, 2016; MORICONI *et al.*, 2018), no entanto, pouco se pesquisa sobre a transmissão através de carne ou vísceras comestíveis neste ambiente.

A ausência de amostras positivas para TB em amostras de vísceras comercializadas em feiras livres no presente estudo, pode ser parcialmente justificado, pelo fato de que no abate clandestino, especialmente em animais de descarte, supostamente se retira qualquer lesão visível que pudesse evidenciar lesões e comprometesse a venda do produto. Deve-se considerar

também que as extremas condições inadequadas de estocagem e armazenamento possa tornar o *Mycobacterium* inviável para crescer em meio de cultura, método utilizado pelo presente capítulo. Outro fator que influencia na identificação do bacilo nessas condições de venda é a ausência de um método de pesquisa validado para *M. bovis* em produtos alimentícios que permita a detecção de baixos números de micobactérias na presença e predominância de outros microrganismos (MORICONI *et al.*, 2018). Ainda assim os riscos persistem uma vez que parte da população ainda consome carne de bovinos abatidos clandestinamente.

Conclusão

O estudo revelou a persistência de tuberculose bovina no estado da Bahia reafirmando a importância do serviço de inspeção na detecção de casos da doença no estado. Apesar de não ter havido isolamento de *Mycobacterium* nas amostras de feiras livres deste estudo foi possível observar inadequadas condições higiênicas sanitárias destes locais, passíveis não só da transmissão tuberculose ou de outras enfermidades veiculadas por alimentos.

Referências

ALMEIDA, A. C. *et al.* Determinação de perigos microbiológicos em carnes bovinas resfriadas provenientes de abates clandestinos e comércio ilegal. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 4, n. 4, p. 278- 285, 2010.

ALMEIDA, D. M.; PENA, P. G. L. Feira Livre e risco de contaminação alimentar: Estudo de abordagem etnográfica em Santo Amaro, Bahia. **Revista Baiana de Saúde Pública**. v. 35, n. 1, p. 110-127, 2011.

ALMEIDA, I. B. *et al.* Tuberculose x zoonose: um risco eminente para saúde ocupacional das comunidades rurais. **Revista Científica Rural** v.19 n 2, 2017.

ALZAMORA FILHO F. *et al.* Identificação de *Mycobacterium bovis* em carcaças de bovinos abatidos no estado da Bahia, Brasil, por métodos bacteriológico e molecular. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 66, n. 5, p. 1585-1591, 2014.

BACIENSE, L. *et al.* Prevalence and risk factors for bovine tuberculosis in the State of Bahia, Brazil. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 37, n. 5, p. 3549-3560, 2016.

BARBOSA NETO, J. D. *et al.* Tuberculosis prevalence and risk factors for water buffalo in Para, Brazil. **Tropical Animal Health and Production**. Dordrecht: Springer, v. 46, n. 3, p. 513-517, 2014.

BATISTA, M. S. **Identificação de focos de tuberculose bovina a partir da vigilância em matadouros-frigoríficos sob serviço de inspeção estadual na Bahia / Cruz das Almas, BA.** 67f. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal Recôncavo da Bahia, 2016.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. **Manual nacional de vigilância laboratorial da tuberculose e outras micobactérias.** Brasília-DF, 436p, 2008.

CEZAR, R. D. *et al.* Detection of *Mycobacterium bovis* in artisanal cheese in the state of Pernambuco, Brazil. **International Journal of Mycobacteriology**, v. 5, n. 3, p. 269-272, 2016.

CONSTABLE, P. D. *et al.* Veterinary Medicine Edition A textbook of the diseases of cattle, horses, sheep, pigs and goats - two-volume set 11th, 2016.

DINIZ, W.J.S. *et al.* Aspectos higiênicos da comercialização de carnes em feiras livres: a percepção do comerciante. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 7, n. 4, p. 294-299, 2013.

FRÁGUAS, S. A. *et al.* Estudo comparativo de métodos complementares para o diagnóstico da tuberculose bovina em animais reagentes à tuberculinização. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, v. 15, n. 3, p. 117-121, set./dez. 2008.

FRANÇA, L. R. *et al.* Prevalência e histopatologia de lesões sugestivas de tuberculose em carcaça de bovinos abatidos no Sudoeste da Bahia. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 14, n. 4, 2013.

FRANCO, M. M. J. *et al.* Occurrence of mycobacteria in bovine milk samples from both individual and collective bulk tanks at farms and informal markets in the southeast region of São Paulo, Brazil. **BMC Veterinary Research**, v. 9, n. 85, 2013.

GORMLEY, E. *et al.* Bacteriological diagnosis and molecular typing de *Mycobacterium bovis* and *Mycobacterium caprae*. **Research in Veterinary Science**, 2014

KAMERBEEK J. *et al.* Simultaneous detection and strain differentiation of *Mycobacterium tuberculosis* for diagnosis and epidemiology. **Journal of Clinical Microbiology**, v. 35, n.4, p. 907-914, 1997.

KONUK, M. *et al.* Isolation and Identification of Mycobacteria from raw milk samples in Afyonkarahisar district of Turkey. **International Journal of Food Microbiology**, v. 115, n. 3, p. 343-347, 2007.

LEITE, A. I. *et al.* Condições físicas e higiênico-sanitárias dos abatedouros municipais da região Oeste do Rio Grande do Norte, Brasil. **Arquivos do Instituto de Biologia**, v. 76, n. 3, p. 335-340, 2009.

LOPES, C. A. R. **Prevalência de brucelose e tuberculose em bovinos abatidos sob inspeção estadual no município de Aracruz - Espírito Santo**. 34f. Monografia (Especialização em Higiene e Inspeção de Produtos de Origem Animal). Universidade Castelo Branco. Rio de Janeiro: Rio de Janeiro, 2008.

MARTINS, M. T. X.; LUCENA R. M. Para ler as feiras livres de Barreiras: uma percepção sociocultural dos alunos de comunicação social da FASB/ INTERCOM. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DA COMUNICAÇÃO, 25, Salvador, 2002. **Anais[...]** Salvador, BA, p. 1-13. 2002.

MORICONI, P. *et al.* Mycobacteria em queijos tipo Minas comercializados em feiras-livres de São Paulo, Brasil. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 55, n. 4, 2018.

MOTA, P. M. C. *et al.* Ocorrência de tuberculose em rebanhos bubalinos (*Bubalus bubalis* var. *bubalis* –Linneus, 1758) no município de Parintins, Amazonas. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 54, p. 441-443. 2002.

NASSAR, A. F. *et al.* Isolation and identification of bovine tuberculosis in a Brazilian herd (São Paulo). **Mem. Inst. Oswaldo Cruz**, v. 102, n. 5, p. 639-642, 2007.

OLIVEIRA, L. E. D. *et al.* Tuberculose bovina protraída: relato de caso. **Jornal Brasileiro de Ciência Animal**, v. 5, n. 10, p. 397-405, 2012.

PAES, A. C.; FRANCO, M. M. J. Tuberculose em animais de produção. p. 512-542. In: MEGID, J.; RIBEIRO, M. G.; PAES, A. C. **Doenças infecciosas em animais de produção e de companhia**. 1. ed. Roca: Rio de Janeiro. 2016.

PARREIRAS, P. M. **Tipificação de *Mycobacterium bovis* utilizando spoligotyping e MIRU-VNTR e avaliação da sensibilidade à**

quimioterápicos de estirpes isoladas em Minas Gerais e de outras regiões brasileiras. 39f. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte. Minas Gerais, 2003.

PEREIRA J.D.B. *et al.* Histopathological and molecular diagnosis of lesions suggestive of tuberculosis in buffaloes slaughtered in the municipalities of Macapá and Santana, Amapá state, Brazil. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 37, n. 11, p.1198-1204, 2017.

PEREIRA, J. B. **Avaliação das boas práticas em açougues no mercado municipal de Tailândia - PA.** 37f. Monografia (Especialização em Higiene e Inspeção em Produtos de Origem Animal) Universidade Castelo Branco, Belém, 2009.

SALAZAR, F. H. P. **Ocorrência da tuberculose causada por *Mycobacterium bovis* em bovinos abatidos em frigorífico no Estado do Mato Grosso, Brasil.** 73f. Dissertação (Mestrado) Campo Grande, Mato Grosso do Sul, 2005.

SANTOS, E. S. V. **Aplicação de uma mPCR para detecção e identificação de micobactérias diretamente de lesões bovinas suspeitas de tuberculose provenientes de abatedouro-frigorífico sob inspeção estadual no estado da Bahia.** 131p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal), Universidade do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Cruz das Almas, 2014.

SHI, J. *et al.* Role of MIRU-VNTR and *Spoligotyping* in assessing the genetic diversity of *Mycobacterium tuberculosis* in Henan Province, China. **BMC Infectious diseases**, v. 18, n. 1, p. 447. 2018.

SILVA FILHO, A. B. *et al.* Percepção do consumidor sobre a higiene na comercialização de carnes em feira livre da cidade de Garanhuns – PE. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v.12, n.4. p. 428-436 2018.

SILVA, S. C. G. *et al.* Isolation and identification of *Mycobacterium bovis* in cattle slaughtered from an abattoir in Garanhuns, Pernambuco. **Semina: Ciências Agrárias**. v. 39 n. 1, p. 157-166. 2018.

SULIEMAN, M. S.; HAMID, M. E. Identification of acid fast bacteria from caseous lesions in cattle in Sudan. **Journal of Veterinary Medicine, Series B**, v. 49, n. 9, p. 415-418, 2002.

WHO. World Health Organization. The challenges of preventing bovine tuberculosis. **Bulletin of the World Health Organization**, v. 96, n. 2, p. 82-84, 2018.

Brucelose em bovinos monitorados na Bahia: levantamento sorológico

Marcus Paulo de Matos Maturino

Bruno Passos Fernandes

Lourival Souza Silva Junior

Diana de Oliveira Silva Azevedo

Bianca Pimentel Silva

Carlos Eduardo Crispim de Oliveira Ramos

Robson Bahia Cerqueira

Introdução

A *Brucella abortus* é considerada uma α -Proteobacteria intracelular que causa infecções de longa duração. A cronicidade da infecção resulta da capacidade da bactéria sobreviver no interior de macrófagos, devido ao seu lipopolissacarídeo (LPS), com propriedades e estrutura distintas do LPS de outras enterobactérias, incluindo uma baixa endotoxicidade, alta resistência à degradação pelos macrófagos e evasão da resposta imune, o que constitui um dos principais mecanismos de virulência e replicação da *B. abortus* (KO; GARY, 2003; BARQUERO-CALVO *et al.*, 2013).

Sendo amplamente difundida em todo o mundo, mas especialmente, na bacia do Mediterrâneo, na península arábica, no subcontinente indiano e partes do México, da América Central e do Sul, sendo erradicada em alguns países como Finlândia, Noruega, Suécia, Dinamarca, Países Baixos, Bélgica, Suíça, Alemanha, Áustria, Hungria, Romênia e Bulgária. Outros países conseguiram liberar vários rebanhos e extensas áreas do seu território como Inglaterra, Irlanda, Polônia, Canadá, Cuba, Panamá, Austrália e Nova Zelândia, sendo o primeiro passo no processo de erradicação da doença (BARQUERO-CALVO *et al.*, 2003, 2013; LOBATO; ASSIS, 2006).

O diagnóstico da brucelose bovina pode ser realizado de forma direta, com o isolamento e identificação do microrganismo, ou indireta, com o acompanhamento da resposta imunológica do animal via sorologia. O Programa Nacional de Controle e Erradicação da Brucelose e Tuberculose Bovina (PNCEBT), instituído pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, preconiza a utilização de técnicas sorológicas para o diagnóstico desta enfermidade, sendo as provas de triagem o teste do anel do leite, antígeno acidificado tamponado, e, como prova confirmatória, a prova do 2-ME (Mercaptoetanol) (BRASIL, 2006). Os métodos imunológicos desenvolvidos para quantificar a concentração de antígenos e anticorpos, por apresentarem grande sensibilidade e especificidade, tornaram-se técnicas padronizadas para pesquisa e aplicações clínicas. Nesta perspectiva a prova que é recomendada pelo PNCETB, é a prova de ELISA (*Enzyme-linked immuno sorbent assay*), que pode ser indireta ou competitiva, considerada uma prova rápida, que tem um alto grau de sensibilidade e especificidade (BRASIL, 2006; PUTINI *et al.*, 2008). Nesse método, uma enzima, que reage com um substrato incolor para produzir um produto colorido, é covalentemente ligada a um anticorpo específico que reconhece um antígeno alvo.

Se o antígeno estiver presente, o complexo anticorpo-enzima irá ligar-se a ele e a enzima catalisará a reação, então, a presença de produto colorido indica a presença de antígeno. Trata-se de um método eficiente, pois permite detectar quantidades de proteína da ordem de nanogramas (GOLDSBY, 2012). O presente capítulo teve como objetivo investigar, através da sorologia para brucelose bovina, utilizando a técnica do ELISA indireto, amostras de animais reagentes abatidos em frigoríficos inspecionados no estado da Bahia.

Material e métodos

As amostras de soro foram colhidas no período compreendido entre agosto e dezembro de 2013, em dois abatedouros frigoríficos

localizados nos territórios de identidade, Vitória da Conquista e Portal do Sertão, no estado da Bahia. Para o cálculo do número de animais a serem utilizados, foram considerados os seguintes parâmetros: (a) prevalência esperada; (b) erro absoluto; e (c) nível de confiança. O cálculo foi feito com a fórmula para amostras simples aleatórias (THRUSFIELD, 2007):

$$n = \frac{Z^2 \times p(1-p)}{d^2}$$

Onde: Z = coeficiente de confiança 99%, p = prevalência esperada de 50% (maximização de amostra), d = erro absoluto de 5%. Totalizando uma amostra de 666 animais. Os animais utilizados foram da espécie bovina, machos e fêmeas, sendo estes, vacinados ou não, identificadas pela marcação a fogo do lado esquerdo da cara do animal para vacinação da brucelose, com idade superior a 24 meses. Foram escolhidos um dia do abate destes frigoríficos e as amostras foram escolhidas de todos os animais que entraram na linha de abate, todos esses frigoríficos abatiam animais oriundos de outras regiões do estado.

A coleta de sangue deu-se no ato da sangria dos animais, o sangue foi coletado em tubos de ensaio de 10 ml sem anticoagulante, estes tubos foram identificados e numerados, e permaneceram inclinados para facilitar o processo de retração do coágulo, visando a obtenção do soro para realização dos testes sorológicos. Posteriormente, as amostras foram remetidas ao Laboratório de Doenças Infecciosas (LDI), do Hospital de Medicina Veterinária (HMV), da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB). As amostras foram centrifugadas por 10 minutos a 1.500 rpm, posterior, os soros foram transferidos para microtubos estéreis, que foram mantidos congelados a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ até a realização dos testes

sorológicos. Todos os animais foram submetidos ao teste de triagem do antígeno acidificado tamponado (AAT) e ao ELISA indireto, os animais positivos nestas provas foram confirmados a sua situação sorológica com a utilização da Prova do 2-Mercaptoetanol (2-ME), Prova da Soroaglutinação Lenta (SAL).

Os testes realizados foram os preconizados pelo PNECBT, do Ministério da Agricultura, como as provas do Antígeno Acidificado Tamponado (AAT), Prova do 2-Mercaptoetanol (2-ME), Prova da Soroaglutinação Lenta (SAL) e o ELISA Indireto, utilizando-se antígeno liso, de acordo metodologia descrita por Puttini *et al.*, (2008).

Para o estabelecimento das correlações entre as variáveis, que caracterizam a resposta imune da Brucelose nos rebanhos bovinos analisados, foi implementada uma Análise de Correspondências Múltiplas (LEBART *et al.* 2000), por serem as respostas qualitativas nominais com três ou mais classes (BARROSO e ARTES, 2003). Desta forma foram utilizadas as saídas para as variáveis transformadas. Foram testadas as prevalências referentes aos três diferentes métodos de diagnóstico (2ME/SAL; AAT e ELISA), via Modelos Lineares Generalizados (GLM) para a distribuição Gama com função de ligação log, pois não foi constatada a normalidade dos dados. O modelo utilizado é descrito a seguir;

$$\hat{Y} = \beta_0 + \beta_1 x_i + \varepsilon ; \text{ onde:}$$

\hat{Y} = estimativa da variável resposta (prevalência) que pode variar de 0 a 100%;

β_0 = constante geral do modelo;

β_1 = coeficiente estimado para "x", cujo variou de 1 até n, com n = 3 níveis representando o fator "método de diagnóstico" (2ME/SAL; AAT e ELISA);

ε = representação da estimativa para o erro aleatório do modelo.

Para avaliar as diferenças entre as médias foi feita uma comparação múltipla pelo método de Bonferroni ($p < 0,05$). Todas as análises estatísticas foram realizadas por meio do Software R, versão 2.15.0 (2012).

Resultados

Os animais foram agrupados de acordo com a mesorregião, contemplado, quatro mesorregiões: Mesorregião do Centro-Norte Baiano, Mesorregião do Centro-Sul Baiano, Mesorregião do Nordeste Baiano, Mesorregião Metropolitana de Salvador, e vinte e cinco municípios.

Tabela 1 – Prevalência para brucelose no teste do ELISA por Mesorregião.

REGIÃO	n Amostral	PREVALÊNCIA	MÉDIA		DESV. PADRÃO	IC 95%
NORDESTE	121	9%	0,14736	B	0,05374	0,00957
CENTRO NORTE	121	21%	0,17279	a	0,11987	0,02136
M SALVADOR	26	4%	0,16388	a	0,06074	0,02335
CENTRO SUL	398	13%	0,12609	c	0,09476	0,00931

Das amostras reagentes no teste do AAT, oito foram confirmadas ao 2-ME, sendo a prevalência estimada em 1,2%. A prevalência no teste do ELISA foi de 13,21% (n=86), sendo que essas amostras foram submetidas aos testes confirmatórios preconizados pelo Ministério da Agricultura SAL e 2-ME, em que foi observada a seguinte distribuição: dos animais que foram considerados positivos no teste de ELISA, três foram considerados inconclusivos, 14 foram considerados negativos e 69 positivos, quando submetidos às provas confirmados SAL e 2-ME.

A prevalência da brucelose bovina por região, quando analisada pelo teste do ELISA indireto, pode ser observada na Tabela 1, com uma prevalência máxima de 21% na Mesorregião Centro Norte, e uma mínima de 4% na região Metropolitana de Salvador. A média

dos valores de absorvância no ELISA obedece a uma distribuição em que, a Mesorregião Centro Norte e Metropolitana de Salvador têm médias mais próximas estatisticamente, e a Mesorregião Centro Sul e a Nordeste, ambas divergem das demais. No entanto, não se comprovou associação significativa entre as regiões e a ocorrência de brucelose no estado da Bahia (Tabela 1). Analisando a correlação das variáveis, sexo, vacinação, procedência do animal e das técnicas utilizadas, AAT, SAL, 2-ME, ELISA, em que a variável é representada pela interpretação da prova do 2-ME e SAL, como preconizado pelo manual do PNCEBT, pode ser observado pela Tabela 2 que a correlação das variáveis próximas de 1 foi relevante, entre as variáveis analisadas, sendo este o caso da correlação entre as variáveis sexo e origem, e as técnicas do SAL e 2-ME e a variável situação, sendo observada uma correlação relevante entre as técnicas da prova do 2-ME a situação sorológica do animal e a variável ELISA.

Tabela 2 – Correlação entre as variáveis sexo, origem, AAT, SAL, 2-ME e ELISA.

	Sexo	Origem	AAT	SAL	2-ME	ELISA
Sexo	67%					
Origem	4%	12%				
AAT	14%	19%	1%			
SAL	-1%	7%	39%	25%		
2-ME	-2%	5%	39%	18%	98%	
ELISA	-9%	-2%	41%	-5%	90%	92%

Nas Figuras 1 e 2, são representadas as análises de regressão das técnicas de ELISA e SAL, ELISA e 2-ME, na qual se observa uma distribuição similar nos dois gráficos da técnica do ELISA e uma estabilidade da técnica frente ao 2-ME e SAL, quando observado o comportamento do ELISA em titulações abaixo de 50, tanto no SAL, quanto no 2-ME, esse comportamento sugere uma maior estabilidade do ELISA indireto, frente as provas confirmatórias, preconizadas pelo

MAPA, e a ocorrência de falsos negativos na prova do 2-ME.

Figura 1. Análise de regressão SAL e ELISA.

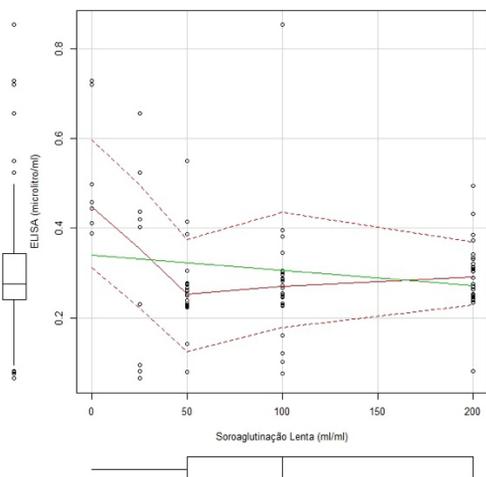
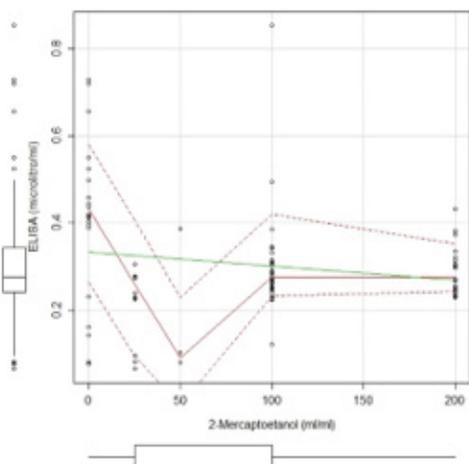


Figura 2. Análise de regressão 2-ME e ELISA.



Discussão

A diferença dos resultados pode ser observada quando avaliada a prevalência da soropositividade das técnicas utilizadas, a prova do antígeno acidificado tamponado teve uma baixa sensibilidade para ser considerada uma prova de triagem. Frente aos resultados obtidos, nas outras técnicas empregadas no presente capítulo, como o ELISA o e o 2-ME, divergiu de Meirelles-Bartoli e Mathias (2010) que em seu trabalho analisou 644 amostras com as provas do AAT e 2-ME e concluíram que, o teste do antígeno acidificado tamponado apresentou elevada sensibilidade relativa, como se espera de um teste de triagem, e que os dois testes confirmatórios apresentaram elevada especificidade.

Jardim *et al.* (2006), em estudo com a utilização de dose reduzida de vacina B19, observou que as provas de fixação de complemento detectou 46,77% de positivos, o antígeno acidificado tamponado 67,74%, o 2-mercaptoetanol com soroaglutinação lenta 87,09%, e do ELISA indireto 100%, confirmando a superioridade do ELISA frente aos outros testes, sendo este capaz de diagnosticar de forma mais sensível os animais doentes.

A análise de correlação das técnicas demonstra uma afinidade, qual seja a superioridade do ELISA na capacidade de diferenciar animais infectados reagentes no teste de animais não infectados, também observada por Putini *et al.* (2008).

A prevalência da brucelose bovina no estado da Bahia é considerada relativamente baixa, a investigação dos animais testados encontrou uma prevalência de 0,66% (ALVES, *et al.*, 2009). Em um paralelo com outros estados da federação, como no Distrito Federal, 0,16% (2.019 animais examinados) (GONÇALVES *et al.*, 2009); Espírito Santo, 3,5% (5.351 animais examinados) (AZEVEDO *et al.*, 2009); Goiás, 1,4% (10.744 animais examinados) (ROCHA

et al., 2009); Minas Gerais, 1,1% (20.643 animais examinados) (GONÇALVES *et al.*, 2009b), Mato Grosso do Sul, 7,6% (9.466 animais de corte examinados) (CHATE *et al.*, 2009); Mato Grosso, 10,2% (13.684 animais examinados) (NEGREIROS *et al.*, 2009); Paraná, 1,7% (14.857 animais examinados) (DIAS *et al.*, 2009b); Rio de Janeiro, 4,1% (8.239 animais examinados) (KLEIN-GUNNEWIEK *et al.*, 2009); Rondônia, 6,2% (9.717 animais examinados) (VILLAR *et al.*, 2009); Rio Grande do Sul, 1,0% (16.072 animais examinados) (MARVULO *et al.*, 2009); Santa Catarina, 0,06% (7.801 animais examinados) (SIKUSAWA *et al.*, 2009); Sergipe, 3,4% (4.757 animais examinados) (SILVA *et al.*, 2009a); Tocantins, 4,4% (20.908 animais examinados) (OGATA *et al.*, 2009), o que não entra em acordo com os dados obtidos no presente capítulo em nenhuma das técnicas avaliadas. SILVA JR. *et al.* (2007) obtiveram uma prevalência para brucelose em soro sanguíneo bovino de 8,2%, ficando acima dos resultados encontrados neste estudo utilizando a técnica do AAT.

Conclusão

O presente estudo sugere que após análise dos soros dos bovinos destinados ao abate no estado da Bahia, foram encontrados animais reagentes para brucelose através dos testes de triagem AAT, a prova confirmatória do 2-Mercaptoetanol e o ELISA indireto. O ELISA indireto demonstrou ser eficaz e superior às outras técnicas empregadas, pois a mesma diagnosticou com mais precisão animais com titulações mais baixas que não foram diagnosticados pelo AAT e 2-ME. Os resultados obtidos sugerem que a prova oficial de triagem, não diagnostica de forma precisa os animais reagentes para brucelose, podendo ocorrer falsos negativos quando se utiliza a prova do antígeno acidificado tamponado.

Referências

- ALVES, A. J. S.; GONÇALVES, V. S. P.; FIGUEIREDO, V. C. F.; LÔBO, J. R.; BAHIENSE, L.; AMAKU, M.; FERREIRA, F.; FERREIRA NETO, J. S.; DIAS, R. A. Situação epidemiológica da brucelose bovina no Estado da Bahia. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.61, p.6-13, 2009.
- AZEVEDO, S. S.; FERREIRA NETO, J. S.; DIAS, R. A.; FERREIRA, F., AMAKU, M.; FIGUEIREDO, V. C. F.; LÔBO, J. R.; GONÇALVES, V. S. P.; SOUZA, A. C.; VASCONCELLOS, S. A. Situação epidemiológica da brucelose bovina no Estado do Espírito Santo. **Arquivo Brasileiro De Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 61, p.19-26. 2009.
- BARQUERO-CALVO, E.; MARTIROSYAN, A.; ORDOÑEZ-RUEDA, D.; ARCE-GORVEL, V.; ALFARO-ALARCÓN, A.; LEPIDI H.; MALISSEN, B.; MALISSEN, M.; GORVEL, J. P.; MORENO, E. Neutrophils Exert a Suppressive Effect on Th1 Responses to Intracellular Pathogen *Brucella Abortus*. **PLOS Pathogens**, v. 9, n. 2, p.1-13, 2014.
- BARROSO, L. P.; ARTES, R. **Análise multivariada**. Lavras: UFLA, 2003. 151p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Abastecimento. **Programa Nacional de Controle e Erradicação da Brucelose e da Tuberculose Animal (PNCEBT): Manual Técnico**, Brasília: MAPA, 2006.
- CHATE, S. C.; DIAS, R. A.; AMAKU M.; FERREIRA, F.; MORAES, G. M.; COSTA NETO, A. A.; MONTEIRO, L. A. R. C.; LÔBO, J. R.; FIGUEIREDO, V. C. F.; GONÇALVES, V. S. P.; FERREIRA NETO, J. S. Situação epidemiológica da brucelose bovina no Estado do Mato Grosso do Sul. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 61, p.46-55, 2009.

DIAS, R. A.; GONÇALVES, V. S. P.; FIGUEIREDO, V. C. F.; LÔBO J. R.; LIMA, Z. M. B.; PAULIN, L. M. S.; GUNNEWIEK, M. F. K.; AMAKU, M.; FERREIRA NETO, J. S.; FERREIRA, F. Situação epidemiológica da brucelose bovina no Estado de São Paulo. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 61, p. 118-125, 2009.

GOLDSBY, R. A.; Kindt, T. J., OSBORNE, B. A. **Kuby Immunology**, 7. ed. New York: W.H. Freeman, 2012.

GONÇALVE, V. S. P.; RIBEIRO L. A., CALDAS R. A., FRANCISCO P. F. C., DIAS R. A., FERREIRA F., AMAKU M., FERREIRA NETO J. S., FIGUEIREDO V. C. F., LÔBO J. R. e BORGES J. R. J. Situação epidemiológica da brucelose bovina no Distrito Federal. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 61, p.14-18, 2009a.

GONÇALVE, V. S. P.; DELPHINO, M. K. V. C.; DIAS, R. A.; FERREIRA, F.; AMAKU, M.; FERREIRA NETO, J. S.; PORTO, T. B.; ALVES, C. M.; FIGUEIREDO, V. C. F.; LÔBO, J. R. Situação epidemiológica da brucelose bovina no Estado de Minas Gerais. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 61, p.35-45. 2009b.

JARDIM, G. C.; Pires, P. P.; MATHIAS, L. A.; RIBEIRO, O. C.; KUCHEMUCK, M. G. R. Diagnóstico sorológico da brucelose bovina em animais adultos vacinados com dose reduzida da cepa 19 de *Brucella Abortus*. **Pesquisa Veterinária Brasileira** v. 26, n. 3, p. 177-182, 2006.

KLEIN-GUNNEWIEK, M. F. C.; AMAKU, M.; DIAS, R. A.; FERREIRA, F.; GITTI, C. B.; PEREIRA, L. A.; FIGUEIREDO, V. C. F.; LOBO, J. R.; GONÇALVES, V. S. P.; FERREIRA NETO, J. S. Situação epidemiológica da brucelose bovina no Estado do Rio de Janeiro. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 61, p. 77-84, 2009.

KO J.; GARY A. S. Molecular Host-Pathogen Interaction in Brucellosis: Current Understanding and Future Approaches to Vaccine Development for Mice and Humans., **Clinical Microbiology Reviews**, v. 1, n. 1, p. 65-78, 2003.

LEBART, L.; MORINEAU, A.; PIRON, M. **Statistique Exploratoire Multidimensionnelle**, 3^a ed. Dunod: Pairs, 2000.

LOBATO, F.; ASSIS, R. A. **Brucelose Bovina**, beef point, Disponível em: <<http://www.beefpoint.com.br/radares-tecnicos/sanidade/brucelose-bovina-28520/>> Acesso em: 12/10/2013.

MARVULO, M. F. V.; FERREIRA, F.; DIAS, R. A.; AMAKU, M.; GROFF, A. C. M.; GONÇALVES, V. S. P.; FIGUEIREDO, V. C. F.; LÔBO, J. R.; FERREIRA NETO, J. S. Situação epidemiológica da brucelose bovina no Estado do Rio Grande do Sul. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v. 61, p.93-102, 2009.

MEIRELLES-BARTOLI, R. B.; MATHIAS, L. A. Estudo comparativo entre os testes adotados pelo PNCEBT para o diagnóstico sorológico da brucelose em bovinos. **Arq. Inst. Biol., São Paulo**, v. 77, n. 1, p. 11-17, 2010.

NEGREIROS, R. L.; DIAS, R. A.; FERREIRA, F.; FERREIRA NETO, J. S.; GONÇALVES, V. S. P.; SILVA, M. C. P.; FIGUEIREDO, V. C. F.; LÔBO, J. R.; FREITAS, J.; AMAKU, M. Situação epidemiológica da brucelose bovina no Estado de Mato Grosso. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v. 61, p. 56-65, 2009.

OGATA, R. A.; GONÇALVES, V. S. P.; FIGUEIREDO, V. C. F.; LÔBO, J. R.; RODRIGUES, A. L.; AMAKU, M.; FERREIRA, F.; FERREIRA NETO, J. S.; DIAS, R. A. Situação epidemiológica da brucelose bovina no Estado do Tocantins. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.** v. 61, p. 126-134, 2009.

PESSEGUEIRO, P.; BARATA, C.; CORREIA, J. Brucelose – uma revisão sistematizada, **Medicina Interna**, v. 10, n. 2, p. 91-100, 2003.

PSN, Listof Prokaryoticnameswith Standing in Nomenclature, Disponível em: <<http://www.bacterio.net/-allnamesac.html>>, Acesso em: 20/02/2014.

PUTINI, V. B.; CRUZ, R. B.; SANTANA, G. S.; JORGE, J. S.; SILVA, D. L.; MOURA, M.; CARMINATI, R.; CERQUEIRA, R. B. Padronização e avaliação da sensibilidade e especificidade de um teste Elisa indireto para o diagnóstico da brucelose bovina utilizando como antígeno a cepa de *B. abortus* inativada. **Revista Acadêmica de Ciências Agrárias e Ambientais**, v. 6, n. 3, p. 361-370, 2008.

R Development Core Team (2012): **A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0.** Disponível em: <<http://www.R-project.org>>.

ROCHA, W. V.; GONÇALVES, V. S. P.; COELHO, C. G. N. F. L.; BRITO, W. M. E. D.; DIAS, R. A.; DELPHINO, M. K. V. C.; FERREIRA, F.; AMAKU, M.; FERREIRA NETO, J. S.; FIGUEIREDO, V. C. F.; LÔBO, J. R.; BRITO, L. A. B. Situação epidemiológica da brucelose bovina no Estado de Goiás. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 61, p. 27-34, 2009.

SIKUSAWA, S.; AMAKU, M.; DIAS, R. A.; FERREIRA NETO, J. S.; MARTINS, C.; GONÇALVES, V. S. P.; FIGUEIREDO, V. C. F.; LÔBO, J. R.; FERREIRA, F. Situação epidemiológica da brucelose bovina no Estado de Santa Catarina. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 61, p. 103-108, 2009.

SILVA JÚNIOR, F.F.; MEGID, J.; NOZAKI, C.N.; PINTO, J.P.A.N. Avaliação do teste do anel em leite na vigilância epidemiológica da brucelose bovina em rebanhos e em laticínios. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 59, n. 2, p. 295-300, 2007.

SILVA, V. G. S. O.; DIAS, R. A.; FERREIRA, F.; AMAKU, M.; COSTA, E. L. S.; LÔBO, J. R.; FIGUEIREDO, V. C. F.; GONÇALVES, V. S.

P.; FERREIRA NETO, J. S. Situação epidemiológica da brucelose bovina no Estado de Sergipe. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v. 61, p. 109-117, 2009.

THRUSFIELD, M. **Veterinary epidemiology**. 3.ed. Oxford: Blackwell Science, 2007. 610p.

VILLAR, K. S.; AMAKU, M.; DIAS, R. A.; FERREIRA NETO, J. S.; BENITEZ, F.; GONÇALVES, V. S. P.; FIGUEIREDO, V. C. F.; LÔBO, J. R.; FERREIRA, F. Situação epidemiológica da brucelose bovina no Estado de Rondônia. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v. 61, p. 85-92, 2009.

Brucelose bovina: aspectos da patogênese e diagnóstico

Marcus Paulo de Matos Maturino
Bruno Passos Fernandes
Robson Bahia Cerqueira

Introdução

A brucelose bovina é uma doença infectocontagiosa provocada por bactérias do gênero *Brucella*, de evolução crônica, sendo caracterizada como uma zoonose que é responsável por perdas de divisas na produção animal. No homem, a sua manifestação clínica é responsável pela incapacidade parcial ou total para o trabalho (BRASIL, 2006). É uma enfermidade que faz parte da lista de doenças da Organização Internacional das Epizootias (OIE) (2014a), é uma doença transmissível, que possui importância socioeconômica e/ou de saúde pública em países cujo comércio internacional de animais e de produtos de origem animal é significativo (OIE, 2014b). A bactéria possui predileção pelo sistema reprodutivo de animais com maturidade sexual sem predileção pelo sexo (QUINN *et al.*, 2011).

A infecção por *Brucella abortus* causa inúmeras perdas na produção animal, estas perdas estão relacionadas à baixa eficiência reprodutiva dos animais, com conseqüente diminuição da produção do rebanho, aumento dos intervalos entre partos em decorrência de abortos, diminuição da produção leiteira, além de nascimento de bezerros fracos, o que prejudica o desenvolvimento e reduz o número de bezerros disponíveis para comercialização (LAGE *et al.*, 2008). Além de gerar barreiras para o comércio internacional de produtos de origem animal e perdas na indústria com condenação do leite e da carne, há a conseqüente queda de preços destes produtos e de seus

derivados, e altos custos com programas de controle, erradicação e pesquisas (JARDIM, 2006).

A brucelose causa problemas relacionados à desvalorização de animais provenientes de fazendas nas quais existem casos positivos da doença e, nas regiões em que esta se encontra de forma endêmica, existindo desvantagem na disputa por novos mercados, esses relacionados com as barreiras sanitárias (CORDEIRO, 2014). Homem (2003) relatou impactos econômicos na ordem de R\$ 132.676,23, quando analisado o município de Pirassununga no estado de São Paulo, e Lucas (2006) encontrou valores na ordem de 5 a 14% de prejuízo, dependendo da prevalência da região. O Brasil é detentor do título de maior rebanho bovino comercial do mundo, surge a necessidade de um levantamento da situação soroepidemiológica da Brucelose do estado da Bahia, abordando animais abatidos em frigoríficos, com um serviço oficial de inspeção, já que os últimos levantamentos datam de 2009. Aliado a isso, a necessidade de um teste de triagem com capacidade de diagnosticar de forma precisa e confiável a brucelose bovina, já que essa enfermidade pode infectar o homem via produtos de origem animal. O presente capítulo teve como objetivo realizar uma revisão de literatura sobre aspectos gerais da brucelose bovina.

Agente etiológico e aspectos imunológicos

As classificações mais recentes indicadas na List of Prokaryotic names with Standing in Nomenclature apontam a existência de 10 espécies da *Brucella*, sendo elas: *Brucella abortus*, *Brucella canis*, *Brucella ceti*, *Brucella inopinata*, *Brucella melitensis*, *Brucella microti*, *Brucella neotomae*, *Brucella ovis*, *Brucella pinnipedialis*, *Brucella suis* (LPSN, 2014). As três espécies principais, também denominadas clássicas, são subdivididas em biovars: *B. abortus* – 7 biovars; *B. melitensis* – 3 biovars; *B. suis* – 5 biovars; *B. Ovis* – 1 biovar;

Brucella canis – 1 biovar (QUINN, 2011). Em bovinos, o agente etiológico é caracterizado como parasitos intracelulares facultativos, sem capacidade de locomoção e nem de formar esporos. A sua morfologia é de pequenos cocobacilos, com coloração negativa de Gram.

Possuem metabolismo oxidativo baseado na utilização de nitratos. Nos testes bioquímicos, são classificadas como catalase e oxidase-positivos e não fermentadores de lactose. A *B. abortus* é isolada em três a cinco dias no ágar-*Brucella* ou no meio convencional de ágar enriquecido com sangue ovino, bovino ou equino a 5% (desfibrinado), em condições de microaerofilia a 37 °C. A partir de três dias de incubação, as colônias apresentam 2 a 3 mm de diâmetro, são opacas, lisas, não hemolíticas bioquimicamente, *B. abortus* é uréase-positivo e indol-negativo. As bactérias do gênero *Brucella*, são bastante resistentes, quando satisfeitas às condições ideais, podem permanecer no ambiente, não se multiplicam nele, são medianamente sensíveis aos fatores ambientais, entretanto a resistência diminui quando aumentam a temperatura e a luz solar direta ou diminui a umidade (BRASIL, 2006; QUINN, 2011).

As bactérias do gênero *Brucella* não são hospedeiro-específicas e sob determinadas condições podem transmitir-se a outras espécies animais (MANUAL DE ZOONOSES, 2009). Apesar do principal hospedeiro reservatório da *B. abortus* ser o bovino, outros animais domésticos também podem ser infectados e eventualmente transmitir a doença novamente ao bovino. Entre as espécies que tem alguma importância na epidemiologia da brucelose bovina, podem ser citados: os equídeos, que podem apresentar lesões articulares abertas, principalmente de cernelha; os cães, que podem abortar pela infecção; e os saprófagos, pela possibilidade de levar restos de placenta ou feto de um lugar para outro (BRASIL, 2006).

A *B. Abortus* é uma α - Proteobacteria intracelular que causa infecções de longa duração, a cronicidade da infecção resulta da

capacidade da *Brucella* sobreviver no interior de macrófagos, devido ao seu lipopolissacarídeo (LPS) peculiar com propriedades e estrutura distintas do LPS de outras enterobactérias, incluindo uma baixa endotoxicidade, alta resistência à degradação pelos macrófagos e evasão da resposta imune, o que constitui um dos principais mecanismos de virulência e replicação da *Brucella* (BARQUERO-CALVO et al., 2014).

Um número substancial de componentes antigênicos de *Brucella* foram caracterizados, os componentes estruturais dos lipopolissacarídeos da parede celular da bactéria são responsáveis por desencadear uma resposta humoral no hospedeiro. As linhagens de *Brucella* spp. podem ser classificadas em lisas (*B. melitensis*, *B. abortus* e *B. suis*) ou rugosas (*B. canis* e *B. ovis*), dependendo da presença ou ausência da cadeia de polissacarídeo O na molécula de lipopolissacarídeo (LPS), de acordo com os estudos de ressonância magnética nuclear, a cadeia de polissacarídeo é um homopolímero de N-formil-perosamina, esta cadeia de polissacarídeo O, contém três tipos básicos de epítomos sobrepostos sendo eles: C (comum a todos os tipos de químicas de *Brucella*), M (presente naquelas cadeias de polissacarídeo O com ligações [1-3]) e A (presente naquelas cadeias de polissacarídeo O sem ligações [1-3]). Os estudos de ressonância magnética nuclear também mostram que o LPS de *Yersinia enterocolitica* O, 9 carrega um homopolímero de N-formil-perosamina em (1-2) e as ligações, em conformidade, deve ser idêntico ao polissacarídeo O, tais como aqueles de *B. abortus*, o núcleo de oligossacarídeos; e a porção glicolipídica interna, chamada de lipídio A, esse LPS peculiar do gênero *Brucella* confere a essas bactérias, proteção contra agentes antimicrobianos (SIADAT et al., 2013; ANTUNES; MEGID, 2013).

Como afirma Siadat (2013) as bactérias do gênero *Brucella* oriundas de colônias rugosas são naturalmente atenuadas, esta atenuação é atribuída ao aumento em ambos: o anticorpo de

ativação do complemento e a sensibilidade independente a peptídeos bactericidas policatiônicos. A ativação de uma resposta imunológica, frente a uma infecção por *B. Abortus*, pode ser classificada resumidamente na produção de IFN- γ , pelos linfócitos TCD4 $^{++}$, TCD8 $^{+}$ e T $\gamma\delta$, que ativa as funções efetoras dos macrófagos e promove a diferenciação da célula Th0 em células Th1, destruição de macrófagos infectados pela citotoxicidade mediada por células TCD8 $^{+}$ e pelo direcionamento da produção de isotipos de anticorpos do tipo Th2, que são preferencialmente produzidos na resposta humoral contra microrganismos intracelulares, e a subsequente opsonização do patógeno, facilitando a fagocitose (OLIVEIRA, 2011).

A maioria das imunoglobulinas presentes no soro de bovinos e bubalinos pertencem ao isotipo IgG (IgG1 e IgG2), seguidas das classes M (IgM) e A (IgA) (BRASIL, 2006). A resposta humoral de bovinos infectados por *B. abortus* ou vacinados com a cepa B19, caracteriza-se pela síntese dos quatro isotipos principais de imunoglobulinas. A resposta sorológica pós-infecção ou vacinação, se dá a partir da primeira semana, aparecendo, em primeiro lugar, o isotipo IgM e, logo após, o IgG1, superando entre 4 e 6 semanas os títulos do IgM, e permanecendo como anticorpos dominantes na infecção. Bovinos infectados possuem altos títulos de IgG.

Estes anticorpos aglutinantes não possuem atividade opsonizante e nenhum efeito sobre a eliminação do organismo (GOMES, 2013). A primeira resposta de anticorpos IgM sendo seguida anticorpos IgG1 e mais tardiamente, pelos isotipos IgG2 e IgA em menor proporção, sendo que os anticorpos da classe IgM são menos específicos. Em animais vacinados com a vacina B19, a observação no aspecto imunológico por longos períodos permitiu a observação de que o nível de anticorpos decresce rapidamente em animais vacinados até 8 meses, atingindo títulos inferiores a 25 UI depois de 12 meses. Por outro lado, se a vacinação for realizada acima de 8 meses de idade, os títulos vacinais tendem a permanecer

elevados por mais tempo, podendo gerar reações falso-positivas nos testes indiretos de diagnóstico (BRASIL, 2006). A

Brucella spp. possui genes de virulência que são importantes para a interação patógeno-hospedeiro e produção de fatores de virulência que modificam a fagocitose, a fusão do fagolisossoma, secreção de citocinas e apoptose (GORVEL e MORENO, 2002; MARIA-PILAR et al., 2005), por ser uma bactéria intracelular a *B. abortus* estimula a imunidade mediada por células (ANTUNES; MEGDI, 2013). A imunidade inata é a primeira defesa do organismo com atuação imediata contra o patógeno, reconhecendo-o por meio de receptores específicos, denominados receptores do tipo “TOLL”, localizados na superfície das células apresentadoras de antígeno (APCs). A ligação dos receptores a este patógeno induz a produção de reativos intermediários de oxigênio e nitrogênio, citocinas pró-inflamatórias com regulação de moléculas co-estimuladoras que desencadeiam a imunidade adaptativa (WERLING; JUNGI, 2003).

As bactérias penetram nas células do hospedeiro através da interação com domínios discretos na superfície celular, denominados os receptores lipid rafts, e acredita-se que os lipid rafts desempenham um papel importante não apenas para a internalização, mas também para a replicação intracelular da *Brucella* (CUTLER et al., 2005). Já Lapaque et al. (2005) sugerem que parte da interação entre as membranas da bactéria e do hospedeiro, seja mediada por ligações entre o lipídio A, componente do lipopolissacarídeo da membrana externa da bactéria, e receptores lipid rafts.

A partir dessa interação entre as membranas, quando bem-sucedida, é o que determina o destino intracelular da bactéria (KIM et al., 2002). Após a internalização, as bactérias são endocitadas por macrófagos regionais e transportadas para linfonodos regionais, próximos à porta de entrada da infecção. Caso as bactérias não sejam eliminadas neste estágio ocorrerá a sua disseminação pelo sistema mononuclear fagocitário no qual ocorre a sua multiplicação. Bactérias

opsonizadas são internalizadas via receptores para complemento e para fragmento cristalizável dos anticorpos presentes em células mononucleares, enquanto que, bactérias não opsonizadas penetram em macrófagos via receptores de lectina ou fibronectina (GORVEL; MORENO, 2002). Logo após ocorre um redirecionamento da bactéria para compartimentos membranosos, definido como via endocítica clássica, determinada em parte pela cadeia-O e pelo lipídeo A do LPS, sendo primeiramente localizada nos endossomos primários, em que a fusão com lisossomos é inibida pela rápida acidificação do fagossomo. Deste modo, a *Brucella* se multiplica no autofagossomo e no retículo endoplasmático (MARIA-PILAR et al., 2005).

Patogênese e sinais clínicos

Para os bovinos, as fontes mais comuns de contaminação são os fetos abortados, os envoltórios fetais, as descargas vaginais de fêmeas infectadas, a água, os alimentos e fômites contaminados. O útero gravídico concentra uma grande quantidade de microrganismos que são eliminados durante o parto, ou abortamento, e todo o puerpério com as secreções uterinas e membranas fetais, além do leite e do sêmen (ALMEIDA, 2009). A porta de entrada da infecção mais importante é o trato digestivo, sendo iniciada quando o animal ingere água e alimentos contaminados, ou pelo hábito de lamber as crias recém-nascidas.

AB. abortus penetra no organismo pela mucosa oral nasofaringe, conjuntival ou genital, e pele intacta (BRASIL, 2006; MONTEIRO et al., 2006). A *Brucella* tem predileção para útero gravídico, e esse se deve pela secreção do eritritol, que só é secretado em algumas espécies como em bovinos, caprinos, ovinos, suínos e cães. O eritritol atrai a *Brucella* e funciona como fator estimulante para o seu crescimento. Essa substância não é produzida pela mulher ou pela égua que, por conseguinte, não apresentam abortamento em consequência da

brucelose, no macho esse tropismo ocorre pelos testículos (SOUZA, 2013; GARCIA; MARTINS, 2013).

A infecção do útero gestante ocorre por via hematogênica. As *Brucella* spp. multiplicam-se inicialmente no trofoblasto do placentoma, infectando também as células adjacentes, levando a uma reação inflamatória da placenta. Além disso, há infecção do feto, de igual modo, por via hematogênica. As lesões placentárias raramente atingem todos os placentomas, em geral, apenas parte deles é afetada. Tais lesões inflamatório-necróticas de placentomas, que impedem a passagem de nutrientes e oxigênio da mãe para o feto, assim como provocam a infecção maciça do feto por *B. abortus*, são as responsáveis pelo aborto (BRASIL, 2006). Na gestação subsequente à infecção ocorre o aborto próximo do 5º ou 6º mês, na segunda gestação pode ocorrer ao redor do sétimo mês e um terceiro eventual aborto, sendo este mais raro por volta do oitavo mês porque a imunidade protetora se instala completamente por volta do período correspondente ao terceiro aborto. A partir de então, as gestações seguem normalmente e os bezerros nascem a termo (MOLINA, 2013). Além dos problemas causados à saúde pública, a brucelose também gera prejuízos econômicos ao tornar o produto animal vulnerável às barreiras sanitárias, comprometendo a sua competitividade no comércio internacional (PAULIN; FERREIRA NETO, 2003).

Os principais sinais clínicos relativos à brucelose nos animais são relacionados com a esfera reprodutiva. Nas fêmeas, podem ocorrer abortos, que se concentram no terço final da gestação, não sendo observada nenhuma lesão patognomônica da brucelose, mas é relatado o estado de autólise do feto, e comumente é observada uma broncopneumonia supurativa. Outras manifestações são o nascimento de prematuros com baixo peso, esterilidade e baixa produção de leite, já nos machos, existe uma fase inflamatória aguda, seguida de outra fase crônica, frequentemente assintomática. As bactérias podem instalar-se nos testículos, epidídimos e vesículas

seminais. Um dos possíveis sinais é a orquite uni ou bilateral, transitória ou permanente, com aumento ou diminuição do volume dos testículos. Em outros casos, o testículo pode apresentar um aspecto amolecido e cheio de pus, além de lesões articulares como artrite nos tarsos e metatarso, ou poliartrite, tenossinovite, bursites e abscessos cutâneos, podem ser observadas higromas e bursite de cernelha (BRASIL, 2006; ALMEIDA, 2000; MOLINA, 2013, FERREIA *et al.*, 2013). Outra sintomatologia relacionada é a retenção de placenta, que parece estar relacionada à inibição direta ou indireta da apoptose, causada pela inflamação e infecção brucélica, levando ao retardo da liberação e da maturação da placenta, acarretando na sua retenção (MEÇA *et al.*, 2006).

A infecção congênita pode ocorrer *in utero*, filhas de vacas brucélicas contaminadas desta forma podem apresentar sorologia negativa para *Brucella abortus*, até que ocorra o primeiro parto ou aborto (RADOSTITS *et al.*, 2007). Almeida *et al.* (2000) relatam que, no exame antemortem, as lesões sugestivas de brucelose, como as bursites da cernelha, são de difícil visualização, sendo de pouco valor a tentativa de separar os animais suspeitos, e que a sua associação com a sorologia não é satisfatória. O artigo 183, do RIISPOA (BRASIL, 1952), dispõe que “As glândulas mamárias devem ser removidas intactas”, no inciso 3º, traz a informação que “As glândulas mamárias portadoras de mastite, bem como as de animais reagentes à brucelose, são sempre condenadas”. Não há nenhuma lesão considerada patognomônica da doença, porém, no feto abortado, pode ocorrer com frequência pleurite fibrinosa, que pode estar associada à broncopneumonia supurativa e pericardite fibrinosa.

Outro tipo de lesão que pode esta associada à brucelose bovina é a necrose de cotilédones e edema na área intercotiledonária, lesões placentárias que podem estar distribuídas aleatoriamente entre os placentomas. Microscopicamente, a lesão mais frequente

é a placentite necrótica, caracterizada por necrose superficial ou profunda das carúnculas, associada à hemorragia, exsudato neutrofílico e colônias bacterianas intralesionais. Nos machos, as lesões são hemorragia e focos de necrose nas vesículas seminais, que evoluem com hipertrofia e endurecimento do cordão espermático em consequência à proliferação de tecido conjuntivo. Nos casos de evolução crônica os testículos e epidídimo podem estar aumentados de volume devido à proliferação de tecido conjuntivo (XAVIER, 2009).

Diagnóstico clínico e laboratorial

Os sinais clínicos da doença são inespecíficos, não caracterizando a doença. Episódios de aborto em novilhas de primeira cria ou em animais de reposição são sugestivos, porém, não sendo a brucelose a única causa de abortos infecciosos nas propriedades, por isso essa modalidade de diagnóstico para brucelose não é eficaz (QUINN *et al.*, 2011; RADOSTITIS *et al.*, 2007). O principal objetivo no diagnóstico laboratorial da brucelose é identificar os animais que estão infectados e os que abrigam o microrganismo e disseminam a enfermidade. Os testes laboratoriais usados no diagnóstico da brucelose incluem o isolamento e identificação do microrganismo, os diagnósticos imunológicos e sorológicos que detectam anticorpos anti *Brucella abortus*, no soro, leite, no muco vaginal e plasma seminal (BRASIL, 2006; RADOSTITIS *et al.*, 2007). O isolamento de *Brucella* é prova definitiva de que o animal é infectado, mas nem todos os animais infectados apresentam positivo para uma cultura, o diagnóstico laboratorial envolve alguns riscos, pois o agente pode estar presente em fluidos orgânicos do animal como sangue, leite, por isso recomenda-se classes de risco biológico 3, que prevê risco individual elevado e risco comunitário limitado. A exposição pode causar doenças graves ao homem podendo propagar-se de uma pessoa infectada para outra, entretanto existe profilaxia e/ou tratamento.

Diante disto, esses laboratórios devem ter barreiras de proteção individual e toda manipulação realizada em cabine de segurança biológica classe II ou III, com filtro HEPA, com treinamento específico aos funcionários no manejo de agentes patogênicos e potencialmente letais (WHO, 2013; BRASIL, 2013). O isolamento e a identificação da *B. abortus* a partir de material de aborto (feto, conteúdo estomacal de feto, placenta) ou de secreções apresentam resultados muito bons se a colheita e o transporte da amostra forem bem realizados e se a amostra for processada para o isolamento da *Brucella* spp. utilizam-se meios de cultura ágar cérebro coração (BHI) e ágar Brucella, suplementados com os antibióticos: vancomicina (20 mg/L), anfotericina B (1 mg/L) e o antimicrobiano violeta de genciana (1:100.000). Emprega-se também no isolamento, o meio bifásico composto por BHA e caldo cérebro coração (BHI), suplementado com os referidos antibióticos e antimicrobiano, incubadas a 37 °C em microaerofilia (5% a 10% de CO₂) e em aerobiose, por 3 a 5 dias e com observação diária dos meios inoculados e em laboratórios de referência para realização do procedimento de identificação (FREITAS; OLIVEIRA, 2005; BRASIL, 2006; OIE, 2014b).

As provas bioquímicas são as de catalase, oxidase, urease, citrato e redução de nitrato. A confirmação das espécies e das biovariedades de *Brucella* spp. podem ser determinadas pelas provas de crescimento em atmosfera de CO₂ e O₂, teste de aglutinação com acriflavina, produção de H₂S, crescimento na presença de tionina e fucsina básica e aglutinação frente a soros anti-A, anti-M e anti-R (ALTON *et al.*, 2013). Os métodos indiretos ou sorológicos empregados no diagnóstico da brucelose constituem-se em um importante recurso utilizado no programa de controle e erradicação da brucelose bovina. O PNCEBT (Programa Nacional de controle da Brucelose e Tuberculose) definiu como oficiais os testes do Antígeno Acidificado Tamponado (AAT) e o teste de Anel em Leite (TAL), como provas de triagem, e como testes confirmatórios estabeleceu o teste

do 2- Mercaptoetanol (2-ME), Teste de Soroaglutinação em Tubos (SAT), e a reação de Fixação do Complemento (FC) para detecção de antígenos pelo emprego de anticorpos específicos, com o objetivo de detectar uma exposição prévia do animal ao agente.

Alguns outros testes, como o Teste de ELISA Indireto (I-ELISA), Teste de ELISA Competitivo (C-ELISA) e Teste de Polarização de Fluorescência (FPA), são contemplados no PNCETB (BRASIL, 2006). Poester *et al.*, (2005) os testes sorológicos detectam os anticorpos contra *Brucella* spp. presentes em diversos fluidos corporais como soro sanguíneo, muco vaginal, sêmen e leite, a escolha de um método sorológico deve-se considerar o tamanho e as características da população a ser analisada, a situação epidemiológica da doença, a sensibilidade e a especificidade dos testes e principalmente se há utilização de vacinas. Esses testes sorológicos empregados para o diagnóstico da brucelose detectam os anticorpos específicos presentes no soro sanguíneo dos animais infectados, baseando-se em antígenos de superfície bacteriana, compostos por lipopolissacarídeos (LPS) e proteínas de membrana externa (ALTON *et al.*, 2013).

Para o PNCETB os animais só devem ser testados com 24 meses, pois alguns dos testes podem ocorrer reações inespecíficas ou falso-positivas provenientes de animais vacinados contra a brucelose, essa reação pode estar envolvendo imunoglobulinas da classe IgM, que devem ser avaliadas em seu contexto (ALTON *et al.*, 1988; WHO, 2013). Os testes de soro aglutinação para *B. abortus* são divididos em duas classes: as de soro aglutinação rápida, que compreende o teste do rosa bengala e a de soro aglutinação lenta: sendo representadas pelo teste de soro aglutinação lenta em tubos SAL, todas duas técnicas estão relacionadas com a observação de interação do antígeno com anticorpos aglutinantes. Esse diagnóstico é tido como simples, rápido, preciso e tem uma boa sensibilidade, é considerado, inicialmente, como teste de triagem em rebanhos no

caso da prova rápida e como confirmatório na prova do SAL (BRASIL, 2006; RADOSTITIS *et al.*, 2007; WHO, 2013).

Na imunofluorescência direta é possível detectar o antígeno pesquisado propriamente dito, coloca-se a amostra a ser analisada numa placa específica para fluorescência, a seguir, adiciona-se o conjugado (anticorpo específico marcado com fluorocromo); já imunofluorescência indireta, a placa de fluorescência já vem com antígenos específicos, testa-se o soro do paciente e depois adiciona-se um anti-anticorpo marcado com fluorocromo (NAOUM, 2014). A imunofluorescência indireta (IFI) tem particular interesse no diagnóstico sorológico da brucelose e a vantagem de não se dirigir a uma determinada imunoglobulina, não dependendo o resultado do momento em que empregamos o método, bem como apresentar menos reações cruzadas e positivar mesmo na presença de anticorpos bloqueantes. A IFI é o meio de diagnóstico mais frequentemente positivo na brucelose crônica e foi desenvolvido para corrigir as deficiências do teste de aglutinação. (PESSEGUEIRO *et al.*, 2003).

Os métodos imunológicos desenvolvidos para quantificar a concentração de antígenos e anticorpos, por apresentarem grande sensibilidade e especificidade, tornaram-se técnicas padronizadas para pesquisa e aplicações clínicas, nesta perspectiva a prova que é preconizada pelo PNCETB, é a prova de ELISA (*Enzyme-linked immunosorbent assay*), que pode ser indireta ou competitiva, é considerada uma prova rápida, porém, assim como o AAT, este teste possui alta sensibilidade e especificidade menor, por isso muitas reações falso positivas podem ocorrer (BRASIL, 2006; PUTINI *et al.*, 2008).

O ELISA indireto (iELISA) não é encontrado facilmente no comércio brasileiro, por não ser recomendado como teste oficial. Nesse método, uma enzima, que reage com um substrato incolor para produzir um produto colorido, é covalentemente ligada a um anticorpo

específico que reconhece um antígeno alvo. Se o antígeno estiver presente, o complexo anticorpo-enzima irá ligar-se a ele e a enzima catalisará a reação. Então, a presença de produto colorido indica a presença de antígeno. Trata-se de um método eficiente, pois permite detectar quantidades de proteína da ordem de nanogramas (10-9 g). No ELISA, deve-se selecionar um par de anticorpos, que podem ser monoclonais ou policlonais. O uso de anticorpos monoclonais resulta em maior especificidade (GOLDSBY *et al.*, 2012).

No ELISA indireto, muitos protocolos têm sido empregados, com bons resultados. Emprega-se como antígeno o lipopolissacarídeo (LPS) de *B. abortus*, imobilizado em placas de 96 poços. Como conjugado, utiliza-se um anticorpo monoclonal anti-IgG1 bovina ou caprina conjugado com a peroxidase. Agentes quelantes (EDTA/EGTA) são utilizados para minimizar reações não específicas. O teste possui alta sensibilidade, entretanto, sua especificidade assemelha-se àquela do AAT (PUTINI *et al.*, 2008).

No teste do ELISA competitivo, utiliza-se também como antígeno imobilizado na fase sólida o LPS de *B. abortus*. No momento da prova, o soro a ser testado é misturado com um anticorpo monoclonal específico contra a cadeia “O” de *B. abortus*. Um conjugado peroxidase-anti-IgG é utilizado para detectar o anticorpo monoclonal ligado ao antígeno imobilizado na fase sólida do teste. Quanto maior a quantidade de anticorpos anticadeia “O” de *Brucella* spp. no soro testado, maior a competição com o anticorpo monoclonal específico e menor a quantidade de cor desenvolvida. É um teste muito sensível e específico, e é recomendado, pela Organização Mundial de Saúde Animal, como teste confirmatório para o diagnóstico de brucelose (BRASIL, 2006).

Embora seja considerada uma técnica simples, ela depende de mão de obra treinada ou a utilização de kits comerciais para sua eficácia. Em princípio, o ELISA possa ser usado para os testes de soro a partir de todas as espécies de animais, os resultados podem variar entre laboratórios dependendo da metodologia exata usada

(WHO, 2013). O problema da utilização deste teste surge com a pouca experiência clínica que existe em correlacionar os resultados com a clínica, alguns autores sugerem a realização do ELISA como prova única de diagnóstico, pela sua alta sensibilidade para busca de anticorpo (ANDRADE; MORERA, 2014).

A Reação em Cadeia da Polimerase (PCR) é uma técnica de Biologia Molecular que permite replicação *in vitro* deste DNA de forma extremamente rápida. Com a PCR, quantidades mínimas de material genético podem ser amplificadas milhões de vezes em poucas horas, permitindo a detecção rápida e fiável dos marcadores genéticos de doenças infecciosas. Este processo decorre em três passos, que em conjunto se designam como um ciclo e que se repete um número específico de vezes (KIRINUS *et al.*, 2014).

Conclusão

A Brucelose bovina é uma doença que causa impacto na saúde pública e nas criações de bovino no Brasil. Apesar da existência de um programa de controle da enfermidade, a doença necessita de mais pesquisas para conhecimento de seus mecanismos e aplicação de novos testes no controle da enfermidade.

Referências

ALMEIDA, L. P.; REIS, D. O.; GERMANO, P. M. L. Brucelose em bovinos com bursite cervical diagnosticada em abatedouro sob inspeção federal. **Ciência Rural**, v. 30, n. 2, p. 287- 291, 2000.

ALTON, G. G.; JONES, L. M.; ANGUS, R. D., VERGER, J. M. Techniques for the brucellosis laboratory. INRA, Paris. 1988, 189p. .

ANTUNES, J. M. A. P.; MEGID, J., *Brucella ovis*: invasão, tráfego, fatores de virulência e resposta imune, **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 3, p. 1301-1312, 2013.

BARQUERO-CALVO, E.; MARTIROSYAN, A.; ORDOÑEZ-RUEDA, D.; ARCE-GORVEL, V.; ALFARO-ALARCÓN, A.; LEPIDI, H.; MALISSEN B.; MALISSEN, M.; GORVEL, J. P.; MORENO, E. Neutrophils exert a suppressive effect on th1 responses to intracellular pathogen *Brucella abortus*. **PLOS Pathogens**, v. 9, n. 2, p.1-13, 2014.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária, **Manual de Microbiologia Clínica para o Controle de Infecção Relacionada à Assistência à Saúde**. Módulo 1: Biossegurança e Manutenção de Equipamentos em Laboratório de Microbiologia Clínica/Agência Nacional de Vigilância Sanitária. – Brasília: Anvisa, v. 9, 2013.

CUTLER, S. J.; WHATMORE, A. M.; COMMANDER, E. N. J. Brucellosis – new aspects of an old disease. **Journal Of Applied Microbiology**, v. 98, p. 1270-81, 2005.

FREITAS, J. A.; OLIVEIRA, J. P. Pesquisa de Infecção Brucélica em Bovídeos abatidos portadores de Bursite, **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 72, n. 4, p. 427-433, 2005.

GARCIA M.; MARTINS L. S. **Brucelose**, Disponível em: <http://www.mgar.com.br/zoonoses/aulas/aula_brucelose.htm> Acesso em: 30/11/2013.

GOLDSBY, R. A.; KINDT, T. J.; OSBORNE, B. A. **Kuby Immunology**, 7. ed. New York: W. H. Freeman, 2012.

HOMEM, V. S. F. **Brucelose e tuberculose bovinas no município de Pirassununga, SP: prevalências, fatores de risco e estudo econômico**. 112p. 2003. Tese de doutorado. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003

GORVEL, J. P.; MORENO, E. *Brucella* intracellular life: from invasion to intracellular replication. **Veterinary Microbiology**, v. 90, p. 281-97, 2002.

KIRINUS J. K.; FRUET A.P. B.; TEIXEIRA C.; DÖRR A. C.; NÖRNBERG J. L. Aplicação da genética molecular para a melhoria da qualidade da carne bovina, **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 18, p. 165-174, 2014.

KIM, S.; WATARAI, M.; MAKINO, S.; SHIRAHATA, T. Membrane sorting during swimming internalization of *Brucella* is required for phagosome trafficking decisions. **Microbial Pathogenesis**, v. 33, p. 225-37, 2002.

LAGE A.P.; GONÇALVES V.S.P.; LOBO JR. O programa nacional de controle e erradicação da brucelose e tuberculose animal. **Leite Integral**, v. 3, p. 40-46, 2008.

LAPAQUE, N.; MORIYON, I.; MORENO, E.; GORVEL, J. P. Brucella lipopolysaccharide acts as a virulence factor, **Current Opinion in Microbiology**, v. 8, p. 60-66, 2005.

LUCAS, A. **Simulação de impacto econômico da Brucelose bovina em rebanhos produtores de leite das regiões centro oeste, sudeste e sul do Brasil**. 124 f. 2006. Tese (Doutorado em Epidemiologia Experimental e Aplicada às Zoonoses) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

LPSN, List of Prokaryotic names with Standing in Nomenclature. Disponível em: <http://www.bacterio.net/-allnamesac.html>, Acesso em: 20/02/2014.

MANUAL DE ZOONOSES. **Programa de Zoonoses da Região Sul**, v. 1, ed. 1, p. 9-21, 2009.

MARIA-PILAR, J. B.; DUDAL, S.; DORNAND, J.; GROSS, A. Cellular bioterism: how *Brucella* corrupts macrophage physiology to promote invasion and proliferation. **Clinical Immunology**, Orlando, v. 114, n. 3, p. 227-238, 2005.

MEÇA K. K. O. L.; VASCONCELOS A. C.; MORO L. Inibição de apoptose e retardo da maturação placentária: um provável mecanismo da retenção placentária na brucelose bovina, **Bioscience Journal.**, v. 22, n.1, p. 163-174, 2006.

MONTEIRO, L. A. R.C.; PELLEGRIN, A. O; ISHIKAWA, M. M.; OSORIO, A. L. A.R. Investigação epidemiológica da brucelose bovina em um estrato do Estado de Mato Grosso do Sul. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 26, n. 4, p. 217-222, 2006.

OIE. ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE ANIMAL. **OIE-Listed diseases, infections and infestations in force in 2014**. Disponível em: <<http://www.oie.int/en/animal-health-in-the-world/oie-listed-diseases-2014/>> Acesso em: 30/01/2014a

PAULIN, L. M.; FERREIRA NETO, J. S. O combate à brucelose bovina: situação brasileira. Jaboticabal: Funep, 2003, 154 p.

PESSEGUEIRO P.; BARATA C.; CORREIA J. Brucelose – uma revisão sistematizada, **Medicina Interna**, Lisboa, v. 10, n. 2, p. 91-100, 2003

POESTER, F. P.; GONÇALVES, V. S. P.; LAGE, A. P. Brucellosis in Brazil. **Veterinary Microbiology**, Amsterdam, v. 90, p. 55-62, 2002.

PUTINI V. B.; CRUZ R. B.; SANTANA G. S.; JORGE J. S.; SILVA D. L.; MOURA M.; CARMINATI R.; CERQUEIRA R. B. Padronização e avaliação da sensibilidade e especificidade de um teste elisa indireto para o diagnóstico da brucelose bovina utilizando como antígeno a cepa de b. abortus inativada, 2008, **Revista Acadêmica, Ciências Agrária Ambiental**, Curitiba, v. 6, n. 3, p. 361-370.

QUINN, P. J.; MARKEY, B. K.; CARTER, M. E.; DONELLY, W. J.; LEONARD, F. C. **Veterinary Microbiology and Microbial Disease**, Wiley-Blackwell, 2011, 512p.

RADOSTITS, O.M.; GAY, C.C.; HINCHCLIFF, K.W.; CONSTABLE, P.D. **Veterinary medicine: a textbook of the diseases of cattle, horses, sheep, pigs, and goats**. 10.ed. Philadelphia: W.B. Saunders, 2007. 2156p

WERLING, D.; JUNGI, W. TOLL-like receptors linking innate and adaptative immune response. **Vet Immunol and Immunopathol**, v. 91, n. 1, p. 1-12, 2003.

Brucelose em suínos: aspectos epidemiológicos, patogênicos e diagnóstico

*Manoela Barbosa Batista
Bruno Passos Fernandes
Robson Bahia Cerqueira*

Introdução

A Brucelose é uma das zoonoses mais importantes e difundidas no mundo, causada por bactérias do gênero *Brucella*, com largo espectro infeccioso. Atinge várias espécies silvestres e domésticas, acarretando sérios prejuízos à pecuária e grave perigo à saúde pública. Os suínos estão suscetíveis à brucelose a partir do quarto ao quinto mês de idade. A enfermidade é transmitida de um suíno a outro através da ingestão de alimentos ou água contaminados por descargas vulvares, ou pela ingestão de fetos abortados e membranas fetais.

É uma doença de evolução crônica na qual as porcas infectadas apresentam abortamento em qualquer fase da gestação, influenciado mais pelo tempo de exposição ao agente do que ao período de gestação. Nos machos predomina a orquite, podendo afetar secundariamente outros órgãos genitais, e é comum o isolamento no sêmen, sem que o animal apresente sinal clínico, sendo considerada para a espécie a transmissão através da cópula. Em ambos os sexos podem afetar as articulações causando artrites e paralisia.

Contudo, o Programa Nacional de Controle e Erradicação da Brucelose e Tuberculose (PNCEBT) (BRASIL, 2006) não legisla sobre a enfermidade na espécie suína, somente em bovinos e bubalinos. Em contrapartida, a OIE (2009), preconiza os ensaios imunoenzimáticos (ELISA), o teste de Rosa Bengala (RBT) e a Fixação

de Complemento (FC) como testes prescritos para fins de comércio internacional, sendo o teste do Antígeno Acidificado Tamponado (AAT) muito útil na identificação de suínos infectados. Nacionalmente, a sorologia aplicada para diagnóstico da brucelose suína detecta positividade para amostras lisas de *Brucella*, não podendo afirmar se estes animais se encontram infectados por *B. abortus* ou *B. suis*. É observada, principalmente em propriedades pequenas, a criação concomitante de várias espécies, das quais comumente estão presentes os bovinos e suínos, representando um risco ao sucesso do PNCEBT, uma vez que pode haver contaminação cruzada (ROSA; GARCIA; MEGID, 2012). O objetivo deste capítulo foi de realizar uma revisão de literatura sobre a brucelose em suíno desde questões de mecanismos da doença, epidemiologia e diagnóstico.

Revisão de literatura

Agente etiológico

A brucelose é uma doença zoonótica causada por bactéria do gênero *Brucella*, pertencente à família Brucellaceae da classe Alphaproteobacteria (CARRINGTON *et al.*, 2012). Filogeneticamente é classificada na subdivisão $\alpha 2$ de proteobactérias, que inclui *Agrobacterium*, *Rickettsia*, *Rhodobactere*, *Rhizobium* (KO; SPLITTER, 2003). Esta classificação é baseada principalmente nas diferenças de características bioquímicas e fenotípicas, de patogenicidade, de hospedeiro preferencial e de ambiente (XAVIER *et al.*, 2009; CARRINGTON *et al.*, 2012).

Atualmente são reconhecidas 10 espécies que não são específicas quanto ao hospedeiro que infectam, embora possuam predileção por determinada espécie animal. As espécies clássicas são *Brucella abortus* (bovinos e bubalinos), *B. melitensis* (caprinos e ovinos), *B. suis* (suínos), *B. canis* (caninos), *B. ovis* (ovinos) e

B. neotomae (rato do deserto). Posteriormente, foram descritas as espécies marinhas *B. ceti* (cetáceos) e *B. Pinnipedialis* (pinípedes). Mais recentemente a *B. microti* (roedores e raposas) e *B. inopinata* (isolada de prótese mamária humana) (BARGEN; GORVEL; SALCEDO, 2012). Uma nova estirpe, ainda sem nome, *Brucella* spp. NVSL 07-0026, foi recentemente isolada em um babuíno, demonstrando que há mais informações a serem exploradas quanto ao gênero *Brucella* spp. e a sua gama de hospedeiros (KALTUNGO *et al.*, 2014).

A brucelose suína foi diagnosticada pela primeira vez por Hutyra, em 1904, sendo caracterizada como uma doença infecciosa associada a abortos, infertilidade e aumento da taxa de mortalidade de leitões desmamados. Por alguns anos, esta infecção foi atribuída à *B. abortus*, mas, em 1929, Huddleston a classificou como *Brucella suis* (MOTTA *et al.*, 2010; EFSA, 2009). EFSA (2009) afirma que *B. suis* consiste em cinco biovars (1; 2; 3; 4 e 5), no entanto, a infecção em suínos é causada principalmente pelos três primeiros, que normalmente ocorrem na natureza sob a forma lisa.

A infecção causada pelos biovars 1 e 3 é semelhante, mas difere da ocasionada pelo bv 2 na especificidade de hospedeiros, patogenicidade e distribuição geográfica. Pouco encontrado em suínos, de acordo com Xavier *et al.* (2009), o biovar 4 infecta principalmente renas e alces, além de bisontes, raposas árticas e lobos. O biovar 5 apresenta-se em roedores silvestres. No contexto da saúde pública, o bv 2 é raramente patogênico para os seres humanos, enquanto os bv 1 e 3 são altamente patogênicos, podendo causar doença grave. Esses biovars já foram relatados na Europa, China, nas Américas Central, do Norte e do Sul, Sul da Ásia e ilhas do Pacífico (Austrália) (XAVIER *et al.*, 2009; DI FEBO *et al.*, 2012). Em suínos, na América Latina e, conseqüentemente no Brasil, segundo Acha; Szyfres (2001), só foi isolado o biovar 1.

B. suis pode infectar bovinos, equinos e caninos, porém o biovar 2 é muito raramente notificado em bovinos e pequenos ruminantes, ao contrário na lebre europeia (*Lepus europaeus*), que é considerada seu reservatório. A membrana externa da *B. suis* é composta principalmente por fosfolipídios e lipopolissacarídeos de proteínas suaves (S-LPS), que é o antígeno imunodominante e induz anticorpos no hospedeiro. O S-LPS é formado por uma porção interior de glicolipídio, contendo o oligossacarídeo do núcleo mais o lipídio A, e de um polissacarídeo de cadeia exterior. Essa cadeia é a porção O antígeno relevante na *B. suis*, e é quimicamente composta por um homopolímero perosamina mostrando principalmente ligações α -1,2. De acordo com suas características morfológicas, *B. suis* é indistinguível das outras espécies de *Brucella* lisas, o que a leva a reagir em testes de aglutinação com antissoros produzidos contra culturas lisas (EFSA, 2009).

Epidemiologia e distribuição geográfica

A brucelose suína causada por *B. suis* biovar 1; 2 e 3 é difundida na maioria dos continentes (GODFROID, 2002; JESUS *et al.*, 2010). Na América do Sul e no Sudeste da Ásia as notificações são mais elevadas (OIE, 2009). Na Europa e América do Norte, ocorre em menor prevalência, predominando em suínos selvagens (VICENTE, 2013). Não há relatos de ocorrência na Suécia, Israel, Noruega e Reino Unido. Já na Alemanha, França, Dinamarca, Áustria, Portugal e Espanha, casos esporádicos foram descritos. A doença clínica foi comunicada recentemente na Argentina, Burundi, Equador, França, Macedônia e Sérvia e Montenegro (OIE, 2016). Godfroid (2002) relata que ao longo de décadas buscou-se a erradicação dessa enfermidade na população de suínos domésticos nos EUA e na Austrália, tornando-se limitada principalmente aos suínos selvagens (*B. suis* bv 1 e 3).

Na Europa o bv 2 é o mais comumente isolado, sendo restrito a este continente (ACHA; SZYFRES, 2001). A Brucelose não tem sido relatada em suínos domésticos na Bélgica desde 1969, mas em 1994, *B. suis* bv 2 foram isoladas de javali (*Sus scrofa*) morto por caçador, demonstrando a circulação da bactéria entre essa população. Desde então, este biovar foi isolado a partir de javalis em muitos países da Europa Central e Ocidental, como França, Suíça, Alemanha, Espanha e Croácia (GRÉGOIRE *et al.*, 2012).

Em alguns países da Europa tem-se investigado a elevada taxa de infecção de javalis por *B. suis* biovar 2, funcionando como reservatório e podendo representar um risco para a propagação da infecção em animais domésticos, principalmente suínos e bovinos e, em menor grau, uma fonte de infecção para o homem (GODFROID *et al.*, 2005). É considerada endêmica em suínos selvagens, na região central de Queensland, Austrália, com registros também em suínos domésticos e gado, além do isolamento de *B. suis* ter sido relatado em suínos e seres humanos em 21 províncias da China. Países africanos do sub-Saara notificaram oficialmente brucelose suína entre 1996 e 2000. Mali, Nigéria e República Democrática do Congo (então Zaire) relataram previamente a doença (EFSA, 2009).

No Egito a brucelose suína está presente e o agente mais comumente isolado é a *B. melitensis* biovar 3, porém muitas vezes a infecção não era reconhecida e nem declarada, de acordo com Refai (2002). Em levantamento realizado no Japão, Watarai *et al.* (2006) apresentaram resultado positivo de 7,8% das amostras de soro de javalis (*Sus scrofa leucomystax*,) para anticorpos para *B. suis*, usando o teste de Aglutinação em Tubo e o Ensaio Imunoenzimático (ELISA). Nenhum caso foi relatado em suínos domésticos. Segundo Acha e Szyfres (2001), a enfermidade é enzoótica na maior parte da América Latina, onde se suspeita haver a maior prevalência de *B. suis* no mundo, entretanto, apenas a infecção devido ao bv 1 foi confirmada.

Na América Central o agente etiológico tem sido isolado de suínos e humanos. O bv 1 foi identificado em vários países da América do Sul, a exemplo do México e também como uma causa de abortos em suínos no centro da Venezuela. Na Argentina é estudada desde os anos de 1940, com percentuais altos até a década de 1980 (14,2 a 25%), diminuindo com o avanço da tecnificação das explorações comerciais (SAMARTINO, 2002). No Brasil, *B. suis* é considerada a segunda infecção mais prevalente do gênero *Brucella* spp. (JESUS *et al.*, 2010), mesmo que alguns levantamentos específicos em suínos tenham sido realizados ao longo dos anos, demonstrando que após 1981 a prevalência de anticorpos diminuiu, provavelmente devido à intensificação e integração de produção de suínos em grandes agrupamentos industriais (POESTER; GONÇALVES; LAGE, 2002).

Relatos da ocorrência de suínos soropositivos para brucelose no Brasil são escassos. Roxo, Bersano e Portugal (1996), ao avaliarem 42 amostras de soro suíno, no estado de São Paulo, encontraram 37 (88,09%) amostras positivas na prova sorológica do AAT e observaram que alguns animais apresentavam sintomatologia clínica, além de demonstrar também a contaminação de cães, equino e um homem. Granjas que possuem menor tecnologia e pouco investimento em biosseguridade são mais vulneráveis à entrada de patógenos. Freitas *et al.* (2001) submeteram às provas de *cardtest* e SAR 139 amostras suínas com procedência de abatedouros clandestinos, encontrando 42,2% de positividade, demonstrando um elevado risco sanitário para as pessoas envolvidas nesse tipo de abate e população em geral. Foram realizadas as provas sorológicas de soroaglutinação lenta em tubos (SAL) e de 2-mercaptoetanol (2-ME) em 972 suínos de cinco granjas comerciais da Zona da Mata de Pernambuco, encontrando 309 (31,8%) animais positivos na SAL e oito (0,8%) positivos no 2-ME. Fatores como idade, manejo higiênico sanitário e inseminação artificial podem ter influenciado nos resultados positivos (RIBEIRO *et al.*, 2001).

Matos *et al.* (2004) examinaram 829 amostras de suínos, de 40 granjas pertencentes a 22 municípios do estado de Goiás, em que 37 granjas mantinham os animais em confinamento e em três os reprodutores e leitões eram mantidos ao ar livre, apenas um animal foi reagente ao *cardtest*. Propriedades rurais do município de Monte Negro (RO), que desenvolviam atividades de agricultura familiar, foram avaliadas por Aguiar *et al.* (2006), que testaram um total de 104 suínos por meio do AAT, com um animal positivo, mas que reagiu negativamente nas provas SAL e 2-ME. Já Silva *et al.* (2009) não encontraram resultados positivos para brucelose em 342 suínos no estado de Alagoas, salientando-se que a pesquisa foi realizada em granjas de animais em confinamento total e com prática de inseminação artificial.

No estado do Rio de Janeiro, Jesus *et al.* (2010) encontraram 12,8% de fêmeas suínas reagentes no AAT. No mesmo ano, em estudo contemplando 13 estados brasileiros, Motta *et al.* (2010) analisaram soros procedentes de explorações caracterizadas como granjas de suínos, de javalis e criatórios de suínos. Os animais reagentes ao AAT variaram entre 0,2% em javalis e 100% em granjas suínas, porém os respectivos soros foram negativos nas provas de SAL e 2-ME. Em outra pesquisa no estado de São Paulo, Borges *et al.* (2011) realizaram as provas de AAT, SAL, 2-ME e Fixação de Complemento (FC), em soros procedentes de dez granjas de reprodutores de suínos certificadas (GRSC) registradas no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), no período de 2001 a 2003. Do total de amostras (2.085), nove foram reagentes no AAT e negativas para exames confirmatórios, como o 2-ME e Fixação do Complemento.

Rosa, Garcia e Megid (2012) analisaram, no estado de São Paulo, 910 soros de suínos de 30 diferentes propriedades, encontrando 25 (3%) reagentes ao AAT, dos quais 21 também foram positivos na prova de SAL e 2 no teste do 2-ME. Durante surto de

B. suis, em Jaboticabal (SP), Meirelles-Bartoli, Mathias e Samartino (2012) estudaram amostras de soros de 271 matrizes e 62 animais em terminação, utilizando as provas de AAT, 2-ME e FC, encontrando reagentes em todas elas, além de reações em algumas pessoas testadas. *B. suis* biovar 1 foi cultivada, evidenciando a presença desse agente no Brasil. Em um matadouro público de Patos (PB) foram testados, por meio do AAT, 306 amostras de soros de suínos abatidos, dos quais três animais foram positivos, e na prova confirmatória do 2-ME apenas 2 reagiram positivamente (AZEVEDO *et al.*, 2012). Braga (2013) pesquisou a prevalência de anticorpos anti *Brucella* spp. em suínos no estado do Piauí, obtendo 0,52% de resultado positivo por método confirmatório do 2-ME em 384 animais pesquisados, provenientes de rebanhos de criação intensiva em que, mesmo com a baixa prevalência, foi sugerida a necessidade de realizar medidas de controle da doença e combate aos abates clandestinos para impedir a disseminação desta zoonose.

Patogênese e sinais clínicos

Mecanismos de virulência complexos, e não totalmente compreendidos, permitem que a *B. suis* seja capaz de sobreviver e multiplicar-se no interior das células fagocíticas, assim como invadir uma ampla variedade de tipos celulares com o progresso da infecção, levando a crer que a evolução da enfermidade dependa da capacidade bactericida destas células (BARGEN; GORVEL; SALCEDO, 2012). *Brucella* spp. ingressa no organismo do hospedeiro pelas mucosas do trato respiratório, digestivo, genital, ocular ou por soluções de continuidade na pele. As bactérias são então fagocitadas, principalmente por macrófagos (XAVIER *et al.*, 2010). Grande parte é eliminada pela fusão fagolisossomal, porém quando são envoltas por compartimentos acidificados, os fagossomos, podem desencadear a expressão de várias proteínas necessárias para a sobrevivência de

B. suis nos macrófagos (ARENAS *et al.*, 2000). Após a fagocitose, as bactérias são carregadas até os linfonodos regionais, onde se multiplicam e podem permanecer por semanas ou meses. Sua multiplicação pode ocorrer em células fagocíticas ou não, porém, possuem maior tropismo por macrófagos, células dendríticas e trofoblastos (GODFROID *et al.*, 2011).

Segundo Ko e Splitter (2003), os macrófagos são o substrato para a replicação de *Brucella*, bem como o veículo para espalhá-la aos diferentes tecidos e órgãos. Sua disseminação sistêmica é auxiliada pelas células dendríticas, excelentes carreadoras por possuírem propriedades migratórias (BARGEN; GORVEL; SALCEDO, 2012). Com o progresso da infecção nos animais prenhes, trofoblastos eritrofagocitários agem como células hospedeiras replicadoras e são o principal local a partir do qual as bactérias se espalham para as membranas fetais e feto (EFSA, 2009). Outros elementos também são citados como necessários para o metabolismo de *Brucella* spp. Destacam-se produtos da degradação dos hormônios esteroides, a Prostaglandina F₂α (PGF₂α), o Estradiol - 17β (E17β) entre outras prostestinas (GARCIA, 2008).

Meador e Deyoe (1989) pesquisaram a presença de *B. abortus* no útero grávido de vacas, onde possivelmente os produtos da degradação desses hormônios sejam utilizados no metabolismo dessas bactérias, que colonizam e se multiplicam principalmente dentro dos trofoblastos. Passada a multiplicação inicial, as bactérias liberadas pela ação de hemolisinas, atingem a corrente sanguínea permanecendo livres no plasma ou dentro dos macrófagos, atingindo os tecidos do hospedeiro e colonizando principalmente órgãos ricos em células do sistema mononuclear fagocitário, como baço, fígado e linfonodos, além dos rins, articulações e órgãos reprodutivos. Há uma predileção por locais com maior disponibilidade de eritról, elemento necessário ao seu metabolismo, presente principalmente no útero

gravídico, tecidos mamários e osteoarticulares e órgãos do sistema reprodutor masculino. Os gânglios mandibulares, gastro-hepáticos, ilíacos internos e retro-faringeanos são os principais alvos de *B. suis* (BARTHASSON, 2005; GARCIA, 2008).

A bacteremia ocorre de uma a sete semanas após a infecção e persiste de forma intermitente por aproximadamente cinco semanas. Em suínos tem-se observado que pode ocorrer de uma semana a trinta e quatro meses após a infecção e geralmente esse período cursa sem sinais clínicos (VICENTE, 2013). Durante os períodos de bacteremia, *B. suis* pode ser isolada de vários órgãos, entretanto, se a fêmea estiver gestante, a placenta é o local de eleição (BARTHASSON, 2005).

A sobrevivência e multiplicação nos macrófagos são fatores de virulência considerados responsáveis pelo estabelecimento, desenvolvimento e cronicidade da infecção (KO; SPLITTER, 2003; BARGEN; GORVEL; SALCEDO, 2012). O caráter crônico advém da capacidade da *B. suis* para sobreviver ao oxigênio intermediário reativo e ao óxido nítrico, ativando genes bacterianos em resposta ao ambiente ácido do fagossomo, impedindo a fusão fagolisossomal pela remodelação do compartimento (XAVIER *et al.*, 2010). *B. suis* pode colonizar o retículo endoplasmático, onde se multiplica ativamente, podendo prevenir a apoptose (EFSA, 2009).

Os sinais clínicos da infecção por *B. suis* variam de acordo com a idade do animal, o tempo de exposição e o órgão acometido, podendo ser transitivos e raramente evoluem para morte. A maioria dos animais não evidencia sinais da infecção, e alguns manifestam quadro febril persistente ou transitório (MEGID; MATHIAS; ROBLES, 2010). Leitões e animais jovens apresentam espondilite associada à rarefação óssea especialmente das regiões lombar e sacral, artrite, claudicação e ocasionalmente evoluem para paralisia dos membros posteriores, apesar de que esses sinais podem ser detectados em

ambos os sexos e qualquer faixa etária. Classicamente observam-se abortos, orquite e laminite (XAVIER *et al.*, 2009).

As porcas infectadas apresentam abortamento em qualquer fase da gestação, influenciado principalmente pelo tempo de exposição ao agente. Nesta fase os trofoblastos se tornam as células alvo, porém a capacidade da bactéria em se multiplicar rapidamente e em grandes quantidades dentro dessas células pode comprometer a integridade da placenta resultando na infecção do feto e consequente aborto, podendo ocorrer também distúrbios como natimortos e descargas vulvares (JESUS *et al.*, 2010; KALTUNGO *et al.*, 2014). O índice de aborto é maior em fêmeas infectadas via genital durante a cobertura e a eliminação do feto pode ser observada a partir do 17º dia de gestação. Abortos no início da gestação normalmente não são percebidos em condições de campo. Infecções entre 35 a 40 dias pós-cobertura, em geral, levam a aborto na metade ou na fase final da gestação. Apenas pequena porcentagem de porcas que abortam, elimina *B. suis* nas secreções genitais por longos períodos, sendo frequente a eliminação cessar em no máximo 30 dias. Após o aborto, a capacidade reprodutiva pode ser restabelecida depois de um período de descanso de dois a três ciclos estrais (BARTHASSON, 2005).

A infecção dos órgãos genitais dos machos é mais duradoura, podendo persistir durante toda a vida (ACHA; SZYFRES, 2001). Alterações nos testículos e glândulas acessórias geralmente são mais extensas e menos reversíveis que aquelas ocorridas no útero. Os sinais clínicos reprodutivos são a falta de libido e baixo índice de coberturas, frequentemente associados a comprometimento do tecido testicular, orquite, necrose, podendo chegar à esterilidade (BARTHASSON, 2005). Em alguns casos a infecção tende a ser contínua com isolamento do agente no sêmen, com ausência de sinais clínicos (JESUS *et al.*, 2010).

Resposta imune

A proteção contra a infecção por *Brucella* spp. e sua eliminação do hospedeiro depende primariamente da resposta imune mediada por células, ou seja, pela interação de células fagocitárias (macrófagos e neutrófilos) e de linfócitos T auxiliares e citotóxicos (BRASIL, 2006). Os macrófagos constituem a primeira linha de defesa da resposta imune inata, eliminando partículas estranhas por fagocitose. Bactérias intracelulares facultativas, como a *Brucella* spp., desenvolveram maneiras de contornar esse mecanismo de defesa evitando sua destruição, pois conseguem se multiplicar e sobreviver dentro destas células (XAVIER *et al.*, 2010). Bargen; Gorvel; Salcedo (2012) explicaram que esta bactéria se adaptou ao ambiente da célula hospedeira, controlando seu próprio tráfego para evitar a degradação lisossomal e multiplicando-se extensivamente sem restringir as funções celulares básicas ou induzir a morte dessa célula. Ainda assim, mais de 90% das *Brucella* spp. são mortas mais rapidamente após sua fagocitose.

A infecção de suínos com *B. suis* provoca uma forte resposta imune, cujos componentes principais incluem a indução de citocinas de células T, como interferon gama (IFN- γ), e a produção de anticorpos específicos, resultando na sobrevivência do hospedeiro e manutenção do estado infeccioso crônico, geralmente não letal (EFSA, 2009). Células-T CD4 Th1 produzem o IFN- γ , que é considerado a citocina efetora para ativação eficiente de macrófagos no combate e inibição da replicação intracelular. Memória imunológica por células adaptáveis e, talvez, sistemas imunitários em pontes (linfócitos T e linfócitos-B produtores de anticorpos) parecem ser a chave para respostas imunológicas eficazes (KO; SPLITTER, 2003).

Os anticorpos têm um efeito positivo na proteção contra *Brucella* spp. por meio das suas propriedades opsonicas e capacidade

de eliminação complemento-mediado, melhorando a absorção fagocítica e a liberação de aglutinação de bactérias, além de mediar a citotoxicidade celular anticorpo dependente e, por ligação a receptores bacterianos, evitar a aderência de bactérias aos tecidos do hospedeiro. As respostas imunológicas em suínos não foram devidamente estabelecidas, mas acredita-se que sejam semelhantes como em outras infecções por *Brucella* spp. (EFSA, 2009).

Transmissibilidade

A capacidade de sobrevivência de *Brucella* spp. em condições ambientais é um fator importante na transmissão da doença, sobretudo em ambientes úmidos contendo matéria orgânica, ao abrigo da luz solar direta e em pH neutro (PAULIN, 2003), sendo de até quatro meses em solo úmido, água, urina e leite. Em carcaças e órgãos pode sobreviver até 135 dias e no sangue a 4 °C, 180 dias. Instalações e pastagens podem permanecer contaminadas por períodos de até dois anos e congelada resiste acima desse tempo. Sobrevive em fetos abortados, esterco, palha, feno, equipamentos e roupas, a depender das condições ambientais e de secagem (BARTHASSON, 2005).

A luz solar direta reduz a sobrevivência dessa bactéria, que é inativada pela pasteurização ou cozimento. Geralmente, a remoção de animais infectados, limpeza e desinfecção de locais contaminados e o vazio sanitário, de no mínimo 60 dias, são suficientes para evitar sua disseminação (PAULIN, 2003). De acordo com EFSA (2009) não existe um relatório que mostre uma diferença específica da resistência da *B. suis* fora do hospedeiro em comparação a outras espécies do mesmo gênero ou entre seus biovars. No entanto, o biovar 2 aparece particularmente sensível em comparação com *B. abortus* e *B. melitensis*.

Em laboratório, é comum isolar poucas colônias desse biovar em suínos, javalis ou lebres infectados, não sobrevivendo em amostras congeladas de tecido. Supõe-se que, pelo menos, o bv 2 de *B. suis* não sobreviva fora do seu hospedeiro. Animais silvestres podem funcionar como reservatórios para *B. suis* biovar 2 na Europa, a exemplo da lebre europeia (*Lepus europaeus*) e do suíno selvagem (*Sus scrofa*), transmitindo a infecção para os suínos domésticos por contato direto ou indireto, pondo em risco áreas livres (PIKULA *et al.*, 2005). Também pode haver transmissão envolvendo vetores, tais como cães, gatos, aves migratórias, forragens e palha.

Suínos de qualquer faixa etária estão predispostos a contrair a enfermidade, porém a maior susceptibilidade ocorre a partir dos quatro meses de idade, ou seja, durante a maturidade sexual (JESUS *et al.*, 2010). *B. suis* é excretada em grande número e por longos períodos pela urina, descargas uterinas e leite (XAVIER *et al.*, 2009). A bactéria é transmitida de animal para animal por secreções de forma direta e indireta por meio da ingestão de água e alimentos contaminados. Porcas infectadas podem contaminar seus leitões por via transplacentária, durante a amamentação e via ambiente contaminado. No entanto, a infecção é geralmente temporária em leitões e poucos irão permanecer infectados tornando-se portadores (EFSA, 2009; OIE, 2012).

Em áreas endêmicas com sinais clínicos leves e sem ser diagnosticada sorologicamente, a doença tende a passar despercebida no rebanho por um longo tempo. Machos aparentemente sadios e adquiridos sem exames prévios podem introduzir a doença numa criação livre de brucelose, uma vez que há a possibilidade de não apresentar alterações na atividade reprodutiva ou nos órgãos sexuais (SILVA *et al.*, 2009). As fêmeas também se infectam por meio da inseminação artificial quando utilizado sêmen contaminado com *B. suis* (BIANCHI *et al.*, 2006).

Diagnóstico

Parte essencial de um programa sanitário, o diagnóstico da brucelose em suínos é feito por diferentes métodos que se complementam. Segundo Meirelles-Bartoli (2010), depende da investigação epidemiológica com histórico do rebanho da propriedade e vizinhos, sinais clínicos dos animais suspeitos e diagnóstico laboratorial com exames diretos e indiretos. A interpretação em conjunto de todos os achados é fundamental, pois a doença não se apresenta de forma patognomônica como em ruminantes (EFSA, 2009; PRAUD *et al.*, 2012).

Para a espécie suína, a OIE (2009) recomenda como diagnóstico da brucelose os testes sorológicos do Antígeno Acidificado Tamponado (AAT), Ensaio Imunoenzimático indireto (iELISA) e competitivo (cELISA), Teste de Polarização de Fluorescência (FPA ou TPF) e Fixação de Complemento (FC). O AAT é indicado como um dos melhores para triagem de rebanhos, inclusive recomendado para exportação dos animais. Devido às reações sorológicas para *Brucella* spp. em suínos serem de natureza incerta, os testes do AAT e 2-ME eram os mais indicados para detecção de *B. suis* em rebanhos.

Desenvolvidos para o diagnóstico da brucelose bovina, o iELISA, o cELISA, e o TPF foram também validados para brucelose suína (SILVA PAULO *et al.*, 2000). Para Praud *et al.* (2012), levando-se em conta as poucas publicações sobre a sensibilidade e a especificidade dos ensaios de triagem para a brucelose em suínos, os testes sorológicos disponíveis podem não ser confiáveis o suficiente para serem usados como padrão-ouro em rotina de diagnóstico individual nesta espécie. Muitos desses métodos e testes foram desenvolvidos para o diagnóstico da brucelose bovina. Depois foram adaptados para testes em soros de suínos, sendo as cepas de *B. abortus* utilizadas como antígenos para detecção de anticorpos nesta

espécie por possuírem os mesmos complexos lipopolissacarídeos da *B. suis*.

Diferentes ensaios imunoenzimáticos (ELISA) e de fluorescência têm sido desenvolvidos para o diagnóstico da brucelose suína (SILVA PAULO *et al.*, 2000). D'Ornellas (2014), faz a ressalva de que a bacteriologia da *Brucella* spp. é complexa devido às exigências nutricionais e de atmosfera enriquecida com CO₂, lento crescimento, baixa sensibilidade e necessidade de trabalho em laboratório de biossegurança de nível 3, o que está levando a mais estudos a respeito dos métodos moleculares, a exemplo do PCR. Nos últimos anos, os métodos de diagnóstico direto baseados em Reação de Cadeia de Polimerase (PCR) tornaram-se cada vez mais importantes como métodos rápidos e confiáveis para detectar fragmentos de DNA específicos de *Brucella* a partir de material de colônias ou diretamente de amostras de campo (HÄNSEL *et al.*, 2015), permitindo a identificação adequada das espécies desse gênero.

Conclusão

Testes no Brasil não são específicos para *B. suis*, pois utilizam antígenos para *B. abortus*, identificando apenas animais infectados por *Brucella* spp. lisas, sujeitos a resultados falso-positivos ou falso-negativos. Torna-se de relevância as informações epidemiológicas e o histórico clínico do rebanho para se formular um diagnóstico definitivo. Seria necessário rever o diagnóstico da brucelose em suínos, com padronização de técnicas e títulos específicos para leitura dos testes nessa espécie.

Referências

ACHA, P.N.; SZYFRES, B. Brucellosis. **Zoonoses and communicable diseases common to man and animals: Bacterioses and Mycoses**. 3. ed. Washington: PAHO, p. 28-55, 2001.

AGUIAR, D. M.; CAVALCANTE, G. T.; DIB, C. C.; VILLALOBOS, E. M. C.; CUNHA, E. M. S.; LARA, M. C. C. S. H.; RODRIGUEZ, C. A. R.; VASCONCLOS, S. A.; MORAES, Z. M.; LABRUNA, M. B.; CAMARGO, L. M. A.; GENNARI, S. M. Anticorpos contra agentes bacterianos e virais em suínos de agricultura familiar do município de Monte Negro, RO. **Arquivo do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 73, p. 415-419, 2006.

ARENAS, G. N.; STASKEVICH, A. S.; ABALLAY, A.; MAYORGA, L. S. Intracellular trafficking of *Brucella abortus* in J774 macrophages. **Infection and Immunity**, v. 68, n. 7, p. 4255-4263, 2000.

AZEVEDO, S.S. **Caracterização epidemiológica da brucelose bovina no Estado do Espírito Santo**. 2006. 103f. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária). Universidade de São Paulo, São Paulo. 2006.

AZEVEDO, S. S.; OLIVEIRA, R. M.; SILVA, M. L. C. R.; MACEDO, M. M. S.; SANTOS, C. S. A. B.; ALVES, C. J.; HIGINO, S. S. S. Anticorpos contra brucelas lisas em suínos abatidos no semiárido da Paraíba. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 79, n. 1, p. 97-99, jan-mar, 2012.

BARGEN, K.; GORVEL, J. P.; SALCEDO, S. P. Internal affairs: investigating the *Brucella* intracellular lifestyle. **FEMS Microbiology Reviews**, v. 36, p. 533-562, 2012.

BIANCHI, I.; SCHAAF, S.; CORRÊA, E. K.; PERONDI, A.; LUCIA JR, T.; DECHAMPS, J. C.; CORRÊA, M. N. Importância do uso da inseminação artificial na prevenção da veiculação de patógenos através do sêmen suíno. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 30, n. 1-2, p. 72-77, 2006.

BRAGA, J. F. V.; TEIXEIRA, M. P. F.; FRANKLIN, F. L. A. A.; SOUZA, J. A. T.; SILVA, S. M. M. S.; GUEDES, R. M. C. Soroprevalência de pseudorraiva, peste suína clássica e brucelose em suínos do estado do Piauí. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 65, n. 5, p. 1321-1328, 2013.

BRASIL. MAPA. Brasília: Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Suínos**. 2016. Disponível em: <<http://www>>

agricultura.gov.br/animal/especies/suinos>. Acessado em: 15 Fev. 2016.

CARRINGTON, M.; CHOE, U.; UBILLOS, S.; STANEK, D.; CAMPBELL, M.; WANSBROUGH, L.; LEE, P.; CHURCHWELL, G.; ROSAS, K.; ZAKI, S.R.; DREW, C.; PADDOCK, C.D.; DELEON-CARNES, M.; GUERRA, M.; HOFFMASTER, A. R.; TILLER, R. V.; DE, B. K. Fatal case of Brucellosis misdiagnosed in early stages of *Brucellusuis* infection in a 46-year-old patient with marfan syndrome. **Journal of Clinical Microbiology**, v. 50, n. 6, p. 2173-2175, 2012.

EFSA. Scientific Opinion of the Panel on Animal Health and Welfare (AHAW) on a request from the Commission on porcine brucellosis (*Brucella suis*). **The EFSA Journal**, v. 1144, p. 1-112, 2009.

FREITAS, J. A.; GALINDO, G. A. R.; SANTOS, E. J. C.; SARRAF, K. A.; OLIVEIRA, J. P. Risco de brucelose zoonótica associado à suínos de abate clandestino. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 35, n. 1, p. 101-102, 2001.

GODFROID, J.; CLOECKAERT, A.; LIAUTARD, J. P.; KOHLER, S.; FRETIN, D.; WALRAVEN, K. S.; GARIN-BASTUJI, B.; LETESSON, J. J. From the discovery of the Malta fever's agent to the discovery of a marine mammal reservoir, brucellosis has continuously been a re-emerging zoonosis. **Veterinary Research**, v. 36, p. 313-326, 2005.

GODFROID, J.; SCHOLZ, H. C.; BARBIER, T.; NICOLAS, C.; FRETIN, D.; WHATMORE, A. M.; CLOCKAERT, A.; BLASCO, J. M.; MORIYON, I.; SAEGERMAN, C.; MUMA, J. B.; AL DAHOUK, S.; NEUBAUER, H.; LETESSON, J. J. Brucellosis at the animal/ ecosystem/ human interface at the beginning of the 21 st century. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 102, p. 118-131, 2011.

GRÉGOIRE, F.; MOUSSET, B.; HANREZ, D.; MICHAUX, C.; WALRAVENS, K.; LINDEN, A. A serological and bacteriological survey of brucellosis in wild boar (*Susscrofa*) in Belgium. **BMC VeterinaryResearch**, v. 8, n. 80, p. 1-8, 2012.

JESUS, V. L. T.; PEREIRA, R. C. G.; FLAUSINO, W.; MEIRELES, G. S.; RODRIGUES, J. S.; JORGE, J. L. B. P. Brucelose suína

no estado do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Medicina Veterinária**, v. 32, n. 2, p. 101-104, abr-jun., 2010.

KALTUNGO, B. Y.; SAIDU, S. N. A.; MUSA, I. W.; BABA, A. Y. Brucellosis: A Neglected Zoonosis. **British Microbiology Research Journal**, v. 4, n. 12, p. 1551-1574, 2014.

KO, J.; SPLITTER, G. A. Molecular host-pathogen interaction in brucellosis: current understanding and future approaches to vaccine development for mice and humans. **Clinical Microbiology Reviews**, v. 16, n. 1, p. 65-78, 2003.

MATHIAS, L. A. Brucelose animal e suas implicações em saúde pública. **Biológico**. São Paulo, v. 70, n. 2, p. 47-48, 2008.

MEGID, J.; MATHIAS, L. A.; ROBLES, C. A. Clinical manifestations of brucellosis in domestic animals and humans. **The Open Veterinary Science Journal**, v. 4, p. 119-126, 2010.

MEIRELLES-BARTOLI, R. B. **Avaliação de testes sorológicos no diagnóstico da brucelose suína em amostras provenientes de um frigorífico e de um rebanho naturalmente infectado do estado de São Paulo**. 2010. 141f. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária Preventiva). Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, São Paulo, 2010.

MOTTA, P. M. C.; FONSECA JR, A. A.; OLIVEIRA, A. M; NASCIMENTO, K. F.; SOARES FILHO, P. M.; SERRA, C. V.; JESUS, A. L.; RIVETTI JR, A.V.; RAMALHO, A. K.; MOTA, P. M. P. C.; ASSIS, R. A.; CAMARGOS, M. F. Inquérito soropidemiológico para brucelose em suídeos do Brasil. **Veterinária em Foco**, v. 7, n. 2, p. 141-147, 2010.

OIE, 2016. **World Organisation for Animal Health**. Disponível em: <<http://www.oie.int/>>. Acesso em: 15 mar. 2016.

PAULIN, L.M. Artigo de revisão - Brucelose. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 70, n. 2, p. 239-249, 2003.

POESTER, F. P.; GONÇALVES, V. S. P.; LAGE, A. P. Brucellosis in Brazil. **Veterinary Microbiology**, v. 90, n. 1-4, p. 55-62, 2002.

PRAUD, A.; GIMENEZ, O.; ZANELLA, G.; DUFOUR, B.; POZZI, N.; ANTRAS, V.; MEYER, L.; GARIN-BASTUJI, B. Estimation of sensitivity and specificity of five serological tests for the diagnosis of porcine brucellosis. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 104, p. 94-100, 2012.

RIBEIRO, T. C. F. S.; MOTA, R. A.; COSTA, A. N.; LIMA, E. T.; CASTRO JÚNIOR I. F. Inquérito soroepidemiológico da brucelose suína em granjas comerciais da Zona de Mata de Pernambuco. **Ciência Animal**, v. 11, n. 2, p. 65-71, 2001.

ROSA, D. C., GARCIA, K. C. O. D., MEGID, J. Soropositividade para brucelose em suínos em abatedouros. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 32, n. 7, p. 623-626, 2012.

SAMARTINO, L.E. Brucellosis in Argentina. **Veterinary Microbiology**, v. 90, p. 71-80, 2002.

SILVA, P. P.; VIGLIOCCO, A. M.; RAMONDINO, R. F.; MARTICORENA, D.; BISSI, E.; BRIONES, G.; GORCHS, C.; GALL, D.; NIELSEN, K. Evaluation of primary binding assays for presumptive serodiagnosis of swine brucellosis in Argentina. **Clinical and Diagnostic Laboratory Immunology**, v. 7, n. 5, p. 828-831, 2000.

VICENTE, A. F. **Pesquisa de *Brucella* spp. em linfonodos de suínos e javalis com linfadenite**. 2013. 39f. Dissertação (Mestrado em Saúde Animal, Saúde Pública e Segurança Alimentar). Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Botucatu, São Paulo. 2013.

XAVIER, M. N.; PAIXÃO, T. A.; POESTER, F. P.; LAGE, A. P.; SANTOS, R. L. Pathological, Immunohistochemical and Bacteriological Study of Tissues and Milk of Cows and Fetuses Experimentally Infected with *Brucella abortus*. **Journal of Comparative Pathology**, v. 140, p. 149-157, 2009.

XAVIER, M. N.; PAIXÃO, T. A.; HARTIGH A. B.; TSOLIS, R. M.; SANTOS, R. L. Pathogenesis of *Brucella* spp. **The Open Veterinary Science Journal**, v. 4, p. 109-118, 2010.

Sobre os autores

Ana Karina da Silva Cavalcante

Graduação na Escola de Medicina Veterinária da Universidade Federal da Bahia (1998), Especialização em Marketing e Agronegócio (2000), Mestrado (2002) e Doutorado (2006) em Reprodução Animal pela Universidade de São Paulo. Professora de Histologia e Embriologia da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. E-mail: karina@ufrb.edu.br

Antonio Souza do Nascimento

Graduado em Agronomia pela Universidade Federal da Bahia, Mestrado em Entomologia pela Universidade de São Paulo e Doutorado em Ciências pela Universidade de São Paulo. Atualmente é pesquisador III da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em Defesa Fitossanitária, atuando em: fitossanidade, moscas-das-frutas, manejo integrado de pragas, controle biológico e pragas.

Bianca Pimentel Silva

Possui graduação em Medicina Veterinária (2016) e Mestrado Profissional em Defesa Agropecuária (2018) pela Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Fez parte do Grupo de Pesquisa em Infectologia e Saúde Veterinária (GPISV). Realizou estágio na Agência Estadual de Defesa Agropecuária da Bahia (ADAB), atuando na área defesa agropecuária. Possui experiência nas áreas de Imunologia, Doenças Infecciosas e Defesa agropecuária.

Bruno Passos Fernandes

Graduando em Medicina Veterinária pela UFRB. Membro do Grupo de Pesquisa Infectologia e Saúde Veterinária (GPISV)-UFRB. Membro do Núcleo de Estudo de Doenças Infecciosas (NEDI). Membro fundador do Grupo de estudo em Clínica e Manejo dos Animais Selvagens (CLIMAAS). Participa do Grupo de Estudo de Animais Silvestres (GEAS). Participa de projetos de pesquisa com imunodiagnóstico.

Bruno Ribeiro dos Santos

Possui graduação em Medicina Veterinária pela Universidade Estadual de Santa Cruz- UESC. Mestrando pelo Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal – PPGCA/UESC, a frente do projeto intitulado “Aplicação da técnica de PCR em tempo real no diagnóstico da tuberculose bovina no estado da Bahia”.

Carlos Eduardo Crispim de Oliveira Ramos

Possui graduação em Zootecnia pela Universidade Estadual de Maringá (2004), Mestrado em Zootecnia pelo Programa de Pós-Graduação na mesma instituição (2008), na qual obteve em 2011 o título de Doutor em Zootecnia. Tem experiência na área de Zootecnia/ Produção Animal, com ênfase em Sistemas de produção de bovinos leiteiros. Atualmente é professor Adjunto da UFRB na área de Manejo Agroecológico da Produção Animal.

Christianne Catherine Bessa Bezerra

Médica Veterinária, formada pela Universidade Federal Rural do Semiárido – UFERSA, em 2001. Atualmente, é fiscal estadual agropecuária do Instituto de Defesa e Inspeção Agropecuária do Rio Grande do Norte - IDIARN, e é aluna do curso de Mestrado Profissional em Defesa Agropecuária da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – UFRB. Tem experiência em Defesa Sanitária Animal.

Davi Ferreira de Amorim

Possui Graduação em Engenharia Agrônômica pela UFRPE. Especialização em Ciências Ambientais pela FUNESO-UNESF, área de concentração Educação Ambiental e Mestrado Profissional em Defesa Agropecuária – em andamento. Experiência em Acarologia, Meio Ambiente no IBAMA, Nutrição de Planta em Grãos e Atualmente auxiliar de Fiscalização nos Projeto HLB BioMath Fase 3, Cancro cítrico, Monilíase do Cacaueiro.

Diana de Oliveira Silva Azevedo

Graduou-se em Medicina Veterinária pela Universidade Federal do Recôncavo da Bahia em 2016. Possui pós-graduação em Clínica

Médica e Cirúrgica em andamento pela instituição Equalis. Atualmente trabalha na empresa Hospital Veterinário Guavet atuando na área de Clínica Médica de Pequenos Animais.

Eduardo Chumbinho de Andrade

Graduação em Agronomia e pós-graduação em Fitopatologia pela Universidade Federal de Viçosa. Doutor em Fitopatologia, experiência em Biotecnologia e Biologia Molecular, com ênfase em Virologia Vegetal. Pesquisador do programa Embrapa-Labex_USA, atuando no desenvolvimento de estratégia genéticas de controle de insetos, especialmente RNA interferente. Suas pesquisas nesta área estão focadas em insetos vetores de doenças.

Êlika Suzianny de Sousa

Médica Veterinária, formada pela Universidade Federal Rural do Semiárido – UFERSA, em 2002, e Doutora em Ciência Animal (UFERSA, em 2015). Atualmente é professora efetiva do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN) Campus Apodi. Tem experiência em Microbiologia e Inspeção de Produtos de Origem Animal, Saúde Pública e Extensão Rural.

Evelin Santiago Vasconcelos dos Santos

Professora DE do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Baiano. Graduada em Medicina Veterinária, Doutora em Ciência Animal nos Trópicos pela UFBA, mestre pela UFRB em Ciência Animal e especialista em Gestão de Saúde e Gestão Hospitalar. Atualmente coordenadora do curso Agropecuária Subsequente do IF Baiano.

Flávia Silva Barbosa

Possui graduação em Engenharia Agrônoma pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (2004). É mestre em Ciências Agrárias com área de concentração em Agroecologia pela Universidade Federal de Minas Gerais (2007) e Doutora em Fitotecnia com área de concentração em Agroecologia pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (2011), com experiência na área de controle biológico e alternativo de pragas.

Felipe Francelino Ferreira

Possui graduação em Medicina Veterinária pela Universidade Estadual do Ceará (2009); Especialista em Pecuária Leiteira (2012); Mestrado em Defesa Agropecuária pela UFRB (2019). Atualmente é fiscal estadual agropecuário da Agência de Defesa Agropecuária do estado do Ceará.

Fernando Alzamora Filho

Professor Titular da Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC) na área de Clínica Médica de Ruminantes, com ênfase em Clínica e Cirurgia. Atua principalmente nos temas de Patologia Veterinária, Toxicologia Veterinária, Tuberculose Bovina e Fotobiomodulação a Laser.

Francisco Ferraz Laranjeira Barbosa

Engenheiro Agrônomo, Especialista em Proteção de Plantas pela Universidade Federal de Viçosa e Doutor em Fitopatologia pela Universidade de São Paulo. Com Pós-doutoramento em Biomatemática pela University of Cambridge, foi pesquisador visitante em Rothamsted Research e é da Embrapa Mandioca e Fruticultura, atua em Epidemiologia, Ecologia de Fitopatógenos e Métodos Biomatemáticos.

Isabel Maier

Graduada em Medicina Veterinária pela Universidade Federal da Bahia, Especialização em Toxicologia Animal por Tutoria à Distância pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Atualmente é Médica Veterinária (Fiscal Estadual Agropecuário) da Agência Estadual de Defesa Agropecuária da Bahia, membro da equipe do Grupo Especial de Atenção a Suspeita de Enfermidades Especiais. Atua na defesa sanitária animal.

Joselito Nunes Costa

Professor Titular da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia; Professor orientador do Mestrado Profissional em Defesa Agropecuária da UFRB. Tem experiência em Clínica de Ruminantes, atuando principalmente nos seguintes temas: clínica das doenças infecciosas

dos ruminantes; neonatologia de ruminantes, enfermidades de caprinos e ovinos.

Lourival Souza Silva Júnior

Graduado em Medicina Veterinária pela Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (2016) e mestrado pelo programa Mestrado Profissional em Defesa Agropecuária da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (2018). Fez parte do Grupo de Pesquisa em Infectologia e Saúde Veterinária (GPISV). Realizou estágio na Agência Estadual de Defesa Agropecuária da Bahia (ADAB). Responsável técnico da empresa Frigorífico D'Matta (2016-2018).

Ludmilla Santana Soares e Barros

Profa. Associada III na Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, no Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas. Bacharel em Medicina Veterinária pela UFG (1996). Especialista em Saúde Ambiental pela FSP-USP (1998). Mestra (2002) e Doutora (2005) em Medicina Veterinária Preventiva pela FCAV-UNESP (2002). Pós-Doutora em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca pela CAUNESP (2007). Atua na área de saúde única.

Manoela Barbosa Batista

Graduada em Medicina Veterinária pela Universidade Federal da Bahia (1999). Especialização em Epidemiologia Veterinária com Ênfase em Defesa Sanitária Animal pela Sociedade de Medicina Veterinária da Bahia e Faculdade de Ciências Agrárias e da Saúde – FAZ - UNIME (2007). Atualmente é Fiscal Estadual Agropecuário da Agência Estadual de Defesa Agropecuária da Bahia - ADAB, atuando principalmente na área de defesa sanitária animal.

Maria de Fátima Ferreira da Costa Pinto

Possui graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia e mestrado em Genética, Conservação e Biologia Evolutiva pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. É analista A da Embrapa Mandioca e Fruticultura, atuando como supervisora do Laboratório de Entomologia. Tem experiência em

Controle Biológico, Genética de populações, marcadores moleculares, gestão e melhoria de processos e Normas.

Marcus Paulo de Matos Maturino

Possui graduação em Medicina Veterinária pela Universidade Federal da Bahia (2008) e Mestrado em Defesa Agropecuária pela Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (2014). Foi professor substituto da UFRB, responsável técnico - Orlando Sampaio Passos Filho MARAVILHA LATICÍNIOS - MARALAT, professor Reda - Secretaria de Educação do Estado da Bahia e Médico Veterinário - Granja Maturino.

Meiby Carneiro de Paula Leite

Meiby Carneiro de Paula Leite: é Zootecnista, com Doutorado em Zootecnia pela Universidade Estadual de Maringá e Pós-doutorado na área de Melhoramento Genético Animal. Desde agosto de 2009 é professora da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Tem experiência na área de Zootecnia, com ênfase em Genética e Melhoramento dos Animais Domésticos.

Olga Beatriz Alves de Sousa Ferreira

Graduanda em Medicina Veterinária na Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Atualmente realiza estágio no Laboratório de Parasitologia e Doenças Parasitárias e no Setor de Clínica de Pequenos Animais do Hospital Universitário de Medicina Veterinária, além disso, participa do Grupo de Pesquisa em Parasitologia e Doenças Parasitárias da UFRB e Grupo de Estudo em Pesquisa e Extensão em Pequenos Animais.

Rafael Mendes Pereira

Possui graduação em Medicina Veterinária pela União Metropolitana de Educação e Cultura (2007). Tem especialização na área de Medicina Veterinária, com ênfase em Inspeção de Produtos de Origem Animal. Coordenador da Agência de defesa Agropecuária da Bahia ADAB responsável pelas indústrias avícolas da Bahia sob inspeção estadual.

Robson Bahia Cerqueira

Especialização, Mestrado e Doutorado em Imunologia pelo Programa de Pós-graduação em Imunologia - UFBA. Pós-doutorado pela Universidade de Dublin (UCD) /Irlanda/2016. Professor de Doenças Infecciosas na UFRB, Coordenador do Grupo de Pesquisa Infectologia e saúde veterinária. Coordenador da CEUA. Pesquisador nas áreas de doenças infecciosas, saúde única e biossegurança, com ênfase em Imunologia aplicada e Microbiologia. E-mail: robsonba@ufrb.edu.br

Rodrigo Braz Tanajura

Graduado em Medicina Veterinária, Especialização em Especialização em Inspeção Industrial e Sanitária) pela Sociedade de Medicina Veterinária da Bahia, Especialização em Processamento e Controle de Qualidade de Carne Lei) - Universidade Federal de Lavras e Mestrado em Defesa Agropecuária pela UFRB. Atua como Fiscal Estadual Agropecuário.

Stenilson Araújo Nascimento

Técnico em Agropecuária; Graduação em Engenharia Agrônômica, Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho, em Gestão Ambiental, em Proteção de Plantas; Gestão do Agronegócio pela Faculdade Unyleya; Mestrado profissional em andamento em Defesa Agropecuária. Tem experiência na área de Engenharia de Segurança do Trabalho, com ênfase em Higiene e Segurança do Trabalho.

Suely Xavier de Brito Silva

Agrônoma (UFBA-1988), Mestre e Doutora em Ciências Agrárias (UFRB – 2011), Fiscal Estadual Agropecuário da ADAB (1997), atua em Sistemas de Vigilância, Inspeções Fitossanitárias, Fiscalização de Trânsito de Vegetais e Comércio/Uso de Agrotóxicos. Integrou Equipe da Emergência Fitossanitária da *H. armigera* (2013). Membro da Diretoria da Sociedade Brasileira de Defesa Agropecuária (SBDA – 2015).

Tais Lorena Almeida Figueredo

Graduanda do curso de Medicina Veterinária pela Universidade

Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), Gerente de produção da empresa Ovos do Vale, onde atua no setor de cria, recria, produção e classificação de ovos. Integrante do Grupo de Estudos em Morfofunção Animal (GEMA).

As defesas na realidade humana são tão antigas quanto recorrentes. A vida humana fez das suas defesas territoriais a entrada à estabilidade e à civilidade. Internamente, a vida se expande graças às defesas imunológicas. E, alicerçadas em defesas ambientais e agropecuárias, a vida humana consegue se qualificar e sair da primitividade de seus dias iniciais.

A Agricultura e Pecuária, cruciais à vida humana e a sua expansão planetária, encontrou na Defesa Agropecuária e Ambiental as ferramentas necessárias para sua evolução.

Viver, produzir e alimentar-se são ações primitivas e primordiais do ser humano. Todavia, essa tríade da sobrevivência, aliada a processos de controle de Sanidade Animal, Vegetal e Ambiental, fizeram, e fazem, do ser humano seres que não apenas sobrevivem primitivamente mas sim, existem, e coexistem, em condições excelsas de saúde física, mental, ambiental e, quiçá, espiritual.

Ludmilla Santana Soares e Barros

ISBN: 978-65-87743-33-2



Editora UFRB