

BIOSSEGURIDADE E SAÚDE ÚNICA: UMA VISÃO APLICADA À BOVINOCULTURA

BIOSECURITY AND ONE HEALTH: A PERSPECTIVE APPLIED TO CATTLE FARMING

[Beatriz dos Santos Nemoto¹](#), [Janaína Santos Ferreira¹](#), [Yasmin Vieira Franklin¹](#) e [Viviani Gomes^{1*}](#)

¹Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ), Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, SP, Brasil.

Autora correspondência: viviani.gomes@usp.br

RESUMO

A biosseguridade compreende um conjunto de ações voltadas à prevenção e controle da disseminação de doenças em sistemas de produção, com ênfase em protocolos específicos para o manejo de doenças emergentes e zoonóticas no contexto da abordagem One Health. Nesse sentido, é fundamental que o produtor e a equipe técnica elaborem e implementem um plano de biosseguridade sempre que os custos associados ao projeto forem inferiores às potenciais perdas econômicas causadas por doenças. Esta revisão de literatura aborda definições e protocolos relacionados à análise e ao gerenciamento de riscos biológicos em rebanhos, discute a legislação vigente no Brasil e apresenta um exemplo prático de aplicação das medidas de biosseguridade no contexto One Health, utilizando o vírus da Influenza Aviária tipo A (H5N1) como modelo.

Palavras-chave: controle de doenças, percepção de risco, risco biológico, saúde única.

ABSTRACT

Biosecurity refers to a set of measures aimed at preventing and controlling the spread of diseases within production systems, with a particular focus on protocols targeting emerging and zoonotic diseases in the One Health context. In this regard, it is essential for producers and technical teams to develop and implement a biosecurity plan whenever the associated project costs are lower than the potential economic losses caused by diseases. This literature review explores definitions and protocols for biological risk analysis and management in livestock, discusses current legislation in Brazil, and presents a practical example of biosecurity practices within the One Health framework, using the Influenza A virus subtype H5N1 as a model.

Keywords: disease control, risk perception, biological risk, one health.

INTRODUÇÃO

Biosseguridade é o conjunto de ações voltadas à prevenção ou minimização de riscos biológicos inerentes aos sistemas de produção animal e ao homem¹. Na pecuária de leite há diferentes tipos de abordagens para implementação da biosseguridade. Em 2009, Bickett-Weddle¹ desenvolveu

uma metodologia denominada “Gerenciamento de risco biológico”. Em seguida, outros pesquisadores trouxeram novas propostas com análise da biosseguridade interna e externa, ou ainda sob o conceito de bio-compartimentos.

A inserção da biosseguridade em programas de controle é economicamente viável quando os custos diretos e indiretos superam os investimentos. Na bovinocultura de leite, os benefícios da implementação de um programa de biosseguridade abrangem a redução da mortalidade de bezerros, menores perdas na produção de leite, menores contagens de células somáticas e o alcance de melhores índices reprodutivos²⁻⁴.

Geralmente associada em programas de controle, a biosseguridade permite a manutenção do nível sanitário obtido e ainda, quando diante de surtos epidêmicos, a implementação da biosseguridade garante sua contenção, ou seja, que não se dissemine para outros animais e rebanhos⁵. Ao considerarmos programas de controle dentro dos sistemas de produção de bovinos, destacam-se aqueles voltados ao controle da diarreia viral bovina (BVD), principalmente em países europeus.

A adesão dos pecuaristas é um dos fatores responsáveis para o sucesso do programa de biosseguridade na propriedade. A percepção de risco que o programa possui e dos benefícios oriundos das práticas adotadas, além da percepção do risco específico relacionado a determinada doença influenciam na sua aceitação¹.

A aproximação entre a saúde animal e humana no contexto do *One Health* é essencial para o enfrentamento de novas ou reemergentes doenças humanas que vêm de animais²⁴, como o vírus da Influenza Aviária tipo A (H5N1).

Independente da personificação do plano de biosseguridade, as práticas gerais são aplicáveis e corroboram com o controle cruzado entre os patógenos. No Brasil não existe uma legislação específica direcionada à biosseguridade na bovinocultura, porém algumas medidas estão implícitas no Plano Nacional de Controle e Erradicação da Brucelose e da Tuberculose (PNCEBT) e Programa Nacional de Qualidade do Leite (PNQL).

Este trabalho é dividido em quatro tópicos: importância da biosseguridade, sua relação com a saúde única, implementação da biosseguridade nas fazendas e legislação.

A BIOSSEGURIDADE E SUA IMPORTÂNCIA

A biosseguridade foi definida por Bickett-Weddle¹ como *a implementação de protocolos de prevenção de doenças em fazendas leiteiras, visando mantê-las fora da propriedade por meio do gerenciamento do risco biológico*. Para isso os riscos de cada local deveriam ser primeiramente identificados para depois serem gerenciados. Todavia, são inúmeras as recomendações de biosseguridade feitas às propriedades e estas, variam conforme a fase de vida dos animais dentro do

sistema produtivo. É levado em consideração ainda a individualidade de cada rebanho e os desafios que enfrentam para criação de um plano de biosseguridade.

Existe, no entanto, uma confusão entre o emprego dos termos “biossegurança” e “biosseguridade”, utilizando-os de forma intercambiável. O termo Biossegurança foi definido em 1975 pela Organização Mundial da Saúde (OMS) como “práticas voltadas à prevenção no trabalho em laboratório com agentes patogênicos classificando os riscos como biológicos, químicos, físicos, radioativos e ergonômicos”. Incluindo posteriormente temas como ética em pesquisa, meio ambiente, animais e tecnologias que abordavam a técnica e uso de DNA recombinante. No Brasil, essas medidas se estruturaram entre as décadas de 1970 e 1980 motivada pelos casos de infecções laboratoriais e pela preocupação das consequências da manipulação experimental de animais, plantas e microrganismos à saúde do homem e ao meio ambiente⁶.

A biosseguridade tem objetivo de prevenir infecções e sua disseminação nos animais de produção, humanos e meio ambiente e assim, proteger a saúde e bem-estar para reduzir o impacto econômico provocado pelas doenças na saúde, sociedade e ambiente de forma geral²⁵. Dito isso, a partir do momento em que existe a preocupação com doenças dentro de um rebanho ou fazenda, a implementação de protocolos de biosseguridade se fazem necessários, visando três componentes: o ambiente, o hospedeiro e o agente.

As práticas de biosseguridade foram desenvolvidas para proteger as populações animais e humanas da exposição a patógenos e pensadas em diminuir as perdas econômicas relacionadas à ocorrência de doenças em um rebanho. No entanto, as medidas de biosseguridade adotadas na produção de bovinos ainda são limitadas e mais esforços precisam ser requisitados para que haja melhora das práticas a serem adotadas¹⁴.

BIOSSEGURIDADE E SAÚDE ÚNICA

No último século, nutrição adequada, higiene, uso de vacinas e antimicrobianos reduziram o ônus das doenças infecciosas. Entretanto, nas décadas mais recentes, a expansão das populações humanas e de animais de produção, o aumento do comércio e viagens internacionais, e mudança no comportamento humano estão associadas ao risco de emergência de doenças e do potencial de pandemias²⁶.

As mudanças comportamentais de humanos impulsionadas pelo aumento populacional, desenvolvimento econômico e tecnológico e a expansão espacial da agricultura estão criando inéditas e mais intensas interações entre humanos, animais de produção e animais selvagens. Além disso, uma análise dos patógenos de humanos revelou que 58% das espécies eram zoonóticas e 13% emergentes²⁶.

A distribuição global de muitas zoonoses provenientes de animais de produção, como a Influenza Aviária de Alta Patogenicidade (IAAP), Febre Q e Anthrax, vem sendo facilitada pelo comércio de aves, bovinos, suínos e equinos²⁴ e a interação entre humanos ou animais de produção com animais selvagens (Figura 1), que os expõe a ciclos selváticos de doenças e o risco de alastrar potenciais patógenos²⁶.

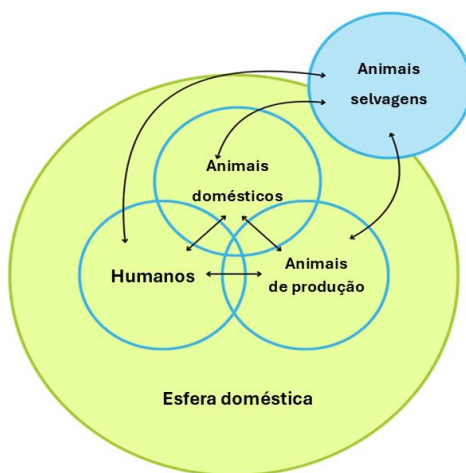


Figura 1 - Interações da biosfera, exemplificando as possíveis relações entre as esferas humana e animal dentro do meio ambiente. (Fonte: Adaptado de Jones et al.²⁶).

Acredita-se que a emergência do Vírus da Imunodeficiência Humana (HIV), por exemplo, se deva pela caça de primatas não humanos para alimentação nas florestas africanas e os surtos de Ebola associados à caça de primatas não humanos no Gabão e República do Congo. A transmissão de raiva pelos morcegos para bovinos e humanos está associada com atividades nas florestas da América do Sul²⁶.

É esperado que a urbanização de áreas rurais e o crescente aumento de grandes cidades provavelmente levem a um risco aumentado da incursão de doenças e pestes, assim como a emergência de novas zoonoses em função da interação de comunidades urbanas e espécies invasoras²⁴.

Ecossistemas dominados por humanos, como as áreas urbanas, abrigam uma grande diversidade de espécies hospedeiras de zoonoses. Como consequência, o desenvolvimento humano é um dos principais impulsionadores da dispersão de doenças da vida selvagem para humanos e animais domésticos e vice-versa²⁴. Mitigar esses riscos necessitam de estratégias acerca de melhorias no manejo de criação e da saúde para prevenir surtos de zoonoses em animais e humanos, garantir segurança alimentar e assegurar a saúde pública²⁵.

Por esse motivo, as fortes inter-relações entre saúde humana, animal, vegetal e ambiental associadas à produção de alimentos requerem pensamento integrado entre os setores da saúde,

agricultura e meio ambiente na construção de maior segurança alimentar em nível global²⁴ (Figura 2).

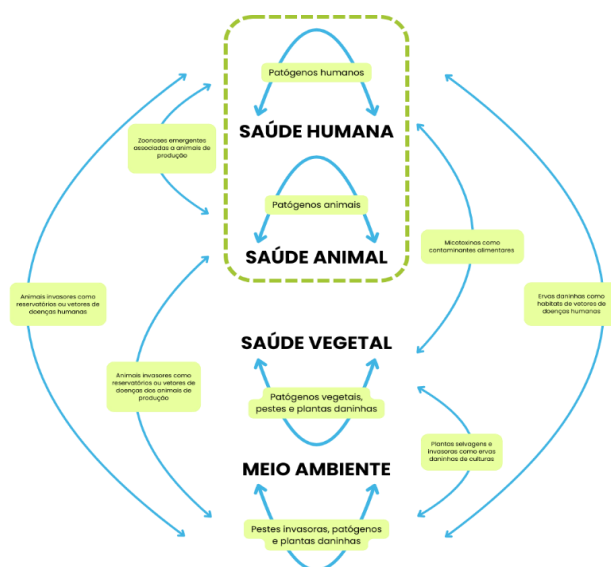


Figura 2 - Representação esquemática enfatizando as conexões entre saúde humana, animal e ambiental através do impacto de espécies invasoras de animais, plantas e patógenos (Fonte: Adaptado de Hulme²⁴).

É necessário entender que a segurança dos produtos de origem animal está diretamente ligada com as questões supracitadas. Desde a década de 1980, os sistemas de produção animal têm sido propensos a numerosas crises de saúde pública e escândalos alimentares, como a crise da “vaca louca”, contaminação de produtos de frango, porco, laticínios e salmão com dioxinas e a emergência da Influenza nos setores avícola e suinícola²⁷.

É esperado que alimentar onze bilhões de pessoas, e o associado aumento de terras convertidas para a agricultura e pastagens, cause um aumento nas taxas de contato homem-animal de produção, homem-animal selvagem e animal de produção-animal selvagem, aumentando a probabilidade de eventos “*spillover*”, ou seja, transmissão de um patógeno de uma população hospedeira para uma nova população hospedeira²⁸.

A intensificação da produção animal facilita a transmissão por aumentar a população e sua densidade²⁶. Além disso, a globalização da agricultura e o movimento de animais e seus produtos em larga escala também tornaram esses fatores em preocupações globais. Portanto, as mudanças na pecuária, como esperado, afetaram o equilíbrio natural que tende a existir entre o ambiente, animais e patógenos, levando à emergência de doenças e criando muito mais problemas sanitários aos animais²⁷.

No esforço de prevenir perdas catastróficas associadas a doenças e melhorar o crescimento animal, a indústria agropecuária utiliza uma proporção maior de antibióticos e anti-helmínticos que a medicina humana e a maioria desses antibióticos é utilizada em doses não-terapêuticas na ausência

de doenças conhecidas, o que, em contrapartida, promove a evolução da resistência antimicrobiana²⁶,
28.

Dada a significância e dimensão da resistência antimicrobiana em humanos, animais e meio ambiente, a importância das medidas de biossegurança na saúde única destaca-se pela redução na disseminação de patógenos e doenças, reduzindo o uso de antimicrobianos²⁵. O desenvolvimento de qualificações formais e internacionalmente reconhecidas que entregam altos parâmetros de excelência profissional em biossegurança é vista como um passo essencial para responder à crescente exposição da sociedade e do ambiente às ameaças biológicas²⁴.

Para serem efetivas, políticas de biossegurança precisam tirar proveito de uma abordagem mais coerente e universal, que busca sinergia entre saúde, agricultura e meio ambiente em nível nacional e internacional²⁴. Para fazendas, medidas de biossegurança podem focar em reduzir o risco de entrada de novos patógenos (biossegurança externa) ou reduzir a disseminação interna de patógenos (biossegurança interna)²⁵.

Uma medida de biossegurança é a implementação de um procedimento de segregação, higiene ou manejo (excluindo os aditivos medicamentosos na alimentação animal e tratamento preventivo/curativo de animais) que objetiva especificamente a redução da probabilidade de introdução, estabelecimento, sobrevivência ou disseminação de qualquer potencial agente patogênico para dentro de uma fazenda ou, de uma fazenda, operação de processamento associada ou área geográfica²⁵. Na Figura 3 podemos entender, de forma simplificada, os fatores determinantes e os que influenciam na criação e adoção de uma medida de biossegurança.

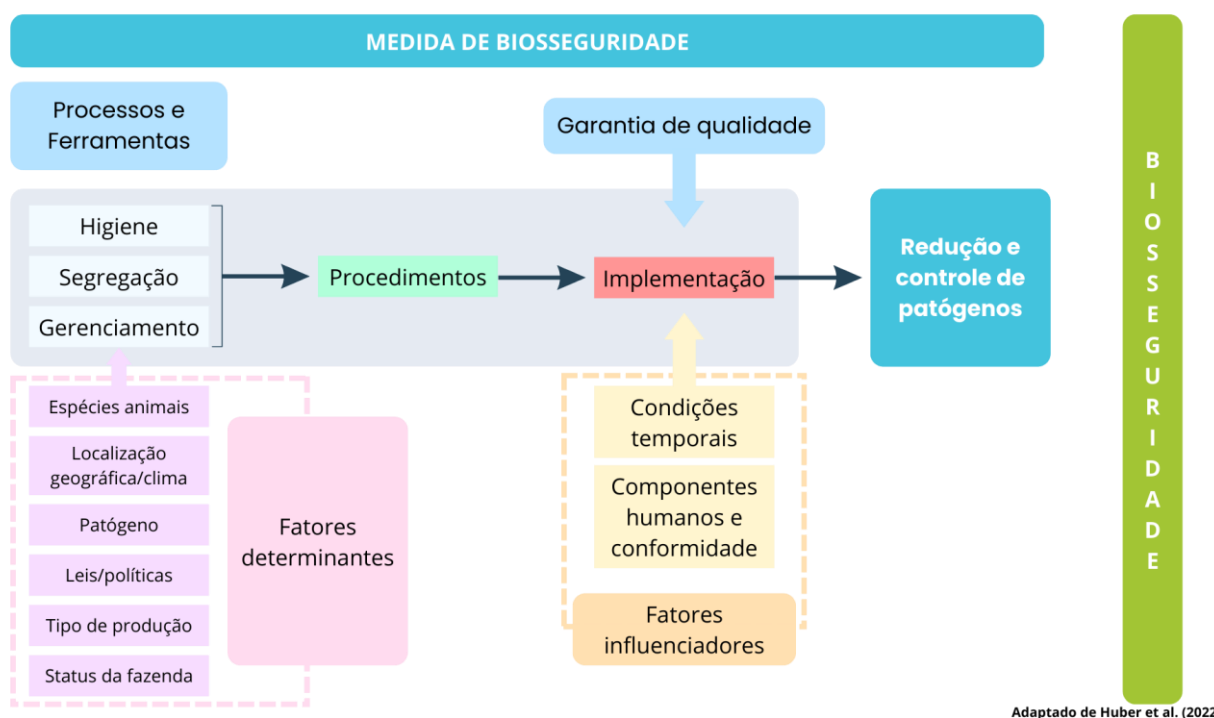


Figura 3 - Fatores determinantes e influenciadores da adoção de medidas de biosseguridade (Fonte: Adaptado de Huber et al.²⁵).

A ciência animal tem focado na exploração técnica da biologia das doenças dos animais através do desenvolvimento e uso de novas tecnologias, como testes diagnósticos, drogas, vacinas, robótica e melhor infraestrutura, sem considerar a complexidades dos determinantes sociais, políticos, culturais e econômicos da saúde animal²⁷. Se as medidas de biosseguridade forem implementadas de forma combinada e sustentável, medidas preventivas ou curativas como aditivos medicamentosos na alimentação animal, uso de antimicrobianos e outros componentes, assim como a vacinação podem ser minimizados²⁵

Doença emergente: Gripe Aviária (H5N1) em bovinos leiteiros

No final de março de 2024, o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA), a *Food and Drug Administration* (FDA) e o Centro de Controle e Prevenção de Doenças (CDC) anunciaram que, pela primeira vez, o vírus da Influenza Aviária tipo A (H5N1) foi identificado em rebanhos de leite nos Estados Unidos da América¹⁹. Os rebanhos confirmados foram: doze no Texas, seis no Novo México e Michigan, quatro no Kansas, dois em Idaho e um em Ohio, Carolina do Norte, Dakota do Sul e Colorado (Figura 4)^{19,20}.

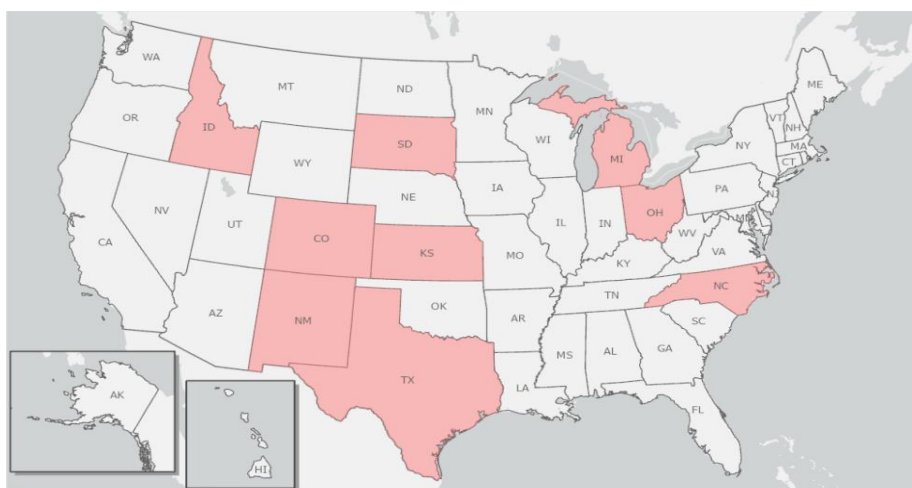


Figura 4 - Distribuição dos estados americanos com diagnóstico positivo para o vírus da Influenza Aviária tipo A (H5N1) em rebanhos leiteiros nos Estados Unidos da América, 2024 (Fonte: USDA, 2024)

É suposto que a transmissão do vírus tenha ocorrido através de aves migratórias, porém em alguns casos existe a possibilidade de o vírus ter se espalhado pela movimentação de bovinos entre rebanhos. Além disso, o USDA também tem evidências de que os animais possam ter se contaminado

pela proximidade com granjas de aves²¹. Ainda não há registros de casos positivos em rebanhos de corte.

Os sinais clínicos da doença são inespecíficos, como diminuição de consumo, diminuição da produção de leite, animais severamente afetados podendo ter sinais respiratórios e alterações físicas no leite²². Por isso, o governo americano tem focado em subsidiar a testagem, que passou a ser mandatória, e recomendar medidas de biosseguridade como forma de tentar controlar a disseminação do vírus²³.

Supõe-se que a transmissão do vírus entre fazendas tenha ocorrido através do compartilhamento de caminhões, caminhão de coleta de leite, outros veículos, transporte de animais, aves e mamíferos silvestres e pessoas que transitam entre as propriedades⁴¹. Intervenções em saúde pública e programas de controle são necessários para impedir a disseminação do vírus, portanto protocolos de biosseguridade são cruciais⁴². Considerando que os trabalhadores do setor avícola eram a população de maior risco, aqueles que trabalham no setor leiteiro passam a ser uma nova população de interesse.

A habilidade de propagação do vírus entre humanos segue sendo a maior preocupação. Consequentemente, prever, detectar focos e preparar planos que envolvem o desenvolvimento de estratégias abrangentes para vigilância, análise de risco, prontidão do sistema de saúde e coordenação entre intervenientes deve ser fortalecido, abordando o conceito *One Health*⁴².

As recomendações de protocolos de biosseguridade estão presentes em diversos documentos governamentais, mas destaca-se o programa “*Secure Milk Supply Plan*” (<https://securemilksupply.org/>). O Programa consiste numa iniciativa que conta com a colaboração da indústria leiteira, USDA, oficiais do Estado e três universidades²². Em seu site oferecem *checklists* de biosseguridade, manuais, *templates* customizáveis, mapas, pôsteres, entre outras ferramentas.

A disponibilização de projetos como este, acessível a todos os produtores, mostram como a biosseguridade não é uma preocupação apenas em casos como o da emergência do H5N1, mas também de um trabalho conjunto (governo, iniciativa privada e universidade) pensado na criação e manutenção de rebanhos mais saudáveis.

IMPLEMENTANDO A BIOSSEGURIDADE NAS FAZENDAS

Para entender como implementar medidas de biosseguridade dentro de uma fazenda, primeiro é necessário entender como ocorre a entrada e disseminação de doenças dentro de um sistema produtivo. Sem estratégias de controle, é possível inserir agentes patogênicos através de quatro principais elementos:

- 1) *Animais*: especialmente aqueles adquiridos que não passam por quarentena, animais sinantrópicos e selvagens ou de propriedades vizinhas que mantêm contato.

2) *Veículos* (caminhões de leite, lixo, carregador): adentram as áreas em que os animais vivem e podem carrear patógenos.

3) *Produtos de origem animal*: leite, colostro, sêmen, embriões etc.

4) *Pessoas*: funcionários da fazenda, veterinários, visitantes etc.

Uma vez dentro do rebanho, as doenças podem se disseminar através do contato direto entre os animais, fômites, vetores, aerossóis e via oral.

É extremamente importante ressaltar que implementar protocolos de biossegurança em uma propriedade trazem benefícios não só em termos econômicos, mas também em termos de saúde única ao diminuir a possibilidade de transmissão de doenças entre animais e pessoas, menor utilização de antimicrobianos e anti-helmínticos e maior segurança alimentar.

Como foi dito anteriormente, cada propriedade precisa ser tratada de forma individualizada no momento de estabelecer os protocolos de biossegurança. Para tal, primeiramente é necessário avaliar o(s) risco(s) biológico(s) presente(s) na fazenda e de que forma abordá-los.

Análise de risco biológico e modelos aplicados à bovinocultura

O uso de questionários tem sido amplamente empregado em diferentes áreas, como em pesquisas comportamentais humanas, para realizar levantamentos na saúde animal e análise de riscos biológicos⁷⁻⁹. O questionário pode ainda ser uma ferramenta para criação de modelos estatísticos a fim de estimar determinado risco. Em uma breve revisão de literatura de trabalhos que aplicaram questionários para avaliar as medidas de biossegurança, foi possível perceber que os modelos de arguição possuem algumas diferenças nos tópicos a serem abordados conforme seu objetivo e presença ou não de agente patogênico envolvido.

Em um estudo realizado na Bélgica, as perguntas sobre as medidas de controle para o BVDV foram aplicadas em 33 fazendas leiteiras, dezesseis fazendas de corte e 25 fazendas mistas (leite e corte), e consistiam em quatro tópicos principais: (1) biossegurança, (2) detecção do vírus, (3) monitoramento do rebanho e (4) vacinação. Foi possível identificar baixa implementação de medidas de biossegurança, especialmente em regiões com alta densidade bovina, alta frequência de visitantes e proximidade entre os rebanhos vizinhos¹².

Enquanto em outro estudo, a fim de descrever as práticas de biossegurança e fatores demográficos associados à sua adoção, pesquisadores aplicaram um questionário de forma remota em dois momentos. No primeiro em 1.157 fazendas e no segundo em 368 fazendas, visitando-as e coletando amostras biológicas para detecção de *Staphylococcus aureus*. Esse questionário continha 189 questões divididas em subcategorias: (1) caracterização do produtor e do rebanho, (2) doenças infecciosas, (3) saúde do rebanho e (4) uso da internet e redes sociais¹³.

Na Espanha, determinou-se diferenças entre práticas de biossegurança existentes de duas regiões do país (Galícia e Catalunha) através da aplicação do questionário de risco biológico. Este era composto por 37 questões (binárias) seccionadas em quatro partes: (1) informações gerais da fazenda, (2) tráfego de animais (origem, frequência de novas introduções, teste, instalações de quarentena, recria externa, feiras ou competições) e rebanhos vizinhos (ou seja, outras fazendas com ruminantes no raio de 1 Km), (3) tráfego e tipos de veículos e/ou equipamentos e (4) tráfego de pessoas (visitantes e funcionários). Isso permitiu considerar suas diferenças possíveis na elaboração de um programa de biossegurança eficiente e com suas especificidades¹⁴.

No Brasil, Ferreira et al.³⁹ conduziram estudos acerca das práticas de biossegurança em rebanhos leiteiros, assim como estas associadas ao BVDV. Os estudos mostraram que quanto maior a propriedade, mais medidas de biossegurança são implementadas. Da mesma forma, rebanhos que são negativos para o BVDV são aqueles que possuem mais medidas protetivas^{39,40}.

Tendo em vista o gado jovem, estudiosos compararam possíveis práticas de biossegurança existentes em propriedades que realizavam recria externa dos animais desaleitados (rebanhos abertos) com aqueles que faziam a recria na própria fazenda (rebanhos fechados). Para isso, empregou-se um formulário composto por 110 perguntas distribuídas nos seguintes tópicos: (1) características do produtor e do rebanho, (2) práticas de bio-exclusão, (3) parto e manejo de bezerros recém-nascidos, (4) manejo de bezerras em aleitamento, (5) manejo de bezerras desaleitadas e (6) protocolos de vacinação do rebanho. Havia uma seção adicional contendo onze perguntas relacionadas a práticas de recria externa para aqueles que a realizavam. Ao todo, coletaram 120 respostas de setembro a novembro de 2018. Infelizmente, não houve diferença entre as principais medidas de biossegurança entre os dois grupos, porém a ausência de local para quarentena e testagem dos animais que retornavam às fazendas representavam uma ameaça à saúde dos animais do rebanho¹⁵.

Aplicações semelhantes para a espécie bovina foram desenvolvidas, na Nova Zelândia com objetivo de dar suporte aos técnicos nas tomadas de decisões, foi criado um sistema *web* digital baseado na priorização de organismos de alto risco (animais e plantas daninhas) biológico elencando os cinco mais importantes de cada grupo. A partir das respostas quantitativas inseridas na avaliação de risco (probabilidade de entrada, percentual de rebanhos e vacas afetadas, taxa de queda na produção anual de leite e na capacidade reprodutiva anual), alimentava-se um modelo de probabilidade estatística que estimativa o impacto econômico de dez anos para cada agente biológico avaliado¹⁶.

Em outro estudo, desenvolveram uma ferramenta composta pelo questionário de avaliação de risco, sistema de pontuação, plano de controle e gestão do rebanho para prevenção da Doença Respiratória Bovina (DRB) sendo possível ajustar os fatores relacionados ao manejo que afetam o risco de DRB e monitorar sua prevalência antes e depois das intervenções¹⁷.

Manejo do risco biológico e suas abordagens

Como dito anteriormente, devido às diferenças entre si em termos estruturais e operacionais das fazendas leiteiras, cada qual deve possuir o seu plano de biosseguridade individual. A comunicação entre veterinários e produtores é muito importante dentro da fazenda para o sucesso de um projeto de biosseguridade, porque contribui com a exposição de ideais, além da definição de estratégias e metas claras e objetivas³⁸. A biosseguridade pode ser dividida em cinco estágios ou biocompartimentos descritos no Quadro 1 e ilustrados na Figura 5.

Quadro 1: Estágios ou biocompartimentos da biosseguridade¹⁸.

1	Bio-exclusão	Medidas de biosseguridade que previnem a entrada de patógenos na fazenda.
2	Bio-compartimentalização	Medidas que previnem a disseminação de patógenos dentro da fazenda.
3	Bio-contenção	Práticas que previnem a disseminação para fora da propriedade.
4	Bio-prevenção	Medidas que previnem a disseminação de patógenos com potencial zoonótico.
5	Bio-preservação	Práticas que evitam a contaminação ambiental

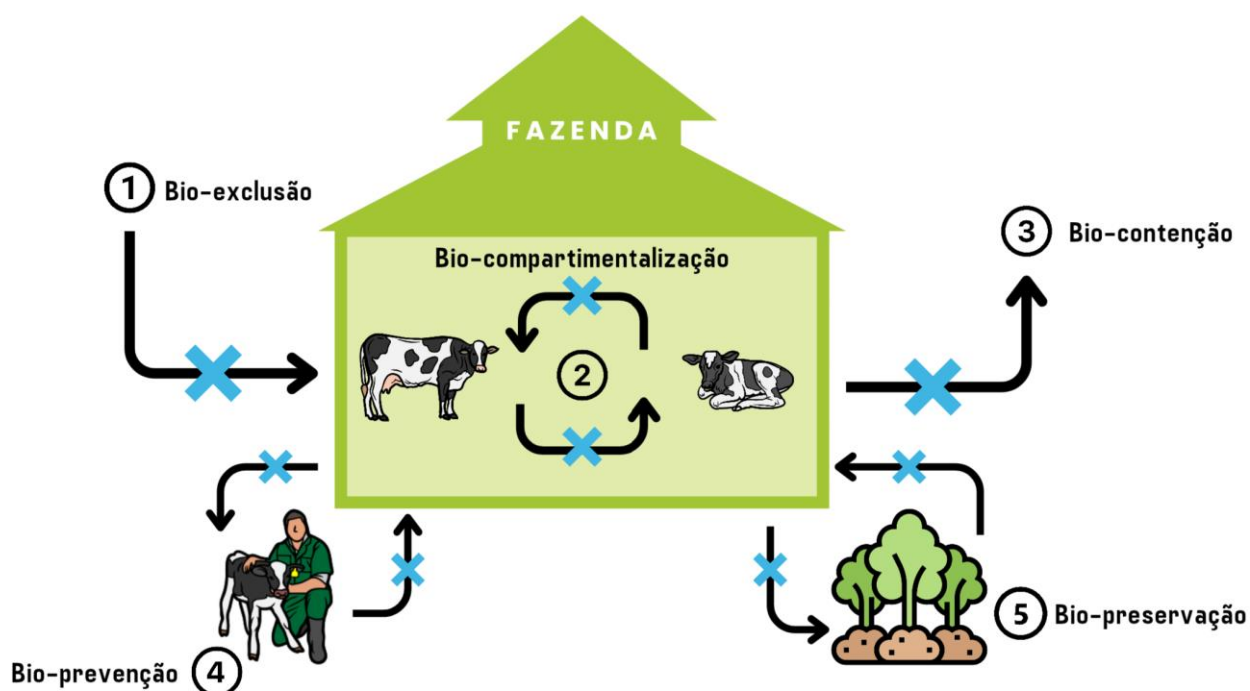


Figura 5 - Princípios e compartimentos de biossegurança em instalações para animais (Fonte: Adaptado: Renault et al.¹⁸).

Já o estudo de Villaamil et al.¹⁴ considerou para a implementação da biosseguridade, sua divisão em dois componentes:

1. *Biosseguridade externa*: envolve medidas preventivas e estratégias para redução de risco evitando a introdução de doenças patogênicas.
2. *Biosseguridade interna*: envolve medidas para limitar a transmissão entre os animais dentro da propriedade.

Estudiosos da Universidade de Iowa¹ desenvolveram uma abordagem específica para bovinos de leite, de modo que a implementação da biosseguridade ocorreria através do gerenciamento do risco biológico. Essa metodologia envolve quatro pilares (Quadro 2).

Quadro 2: Pilares do gerenciamento de risco biológico em uma propriedade¹.

1º	Percepção de risco dos produtores	Baseada nas experiências individuais e por isso é variável. Além disso, nesse ponto identifica-se qual a tolerância do proprietário frente a um desafio sanitário e se este aceita ter perdas no rebanho, no qual os protocolos de medidas sanitárias serão diferentes de forma a atender essas preocupações.
2º	Avaliação de risco da fazenda	Com base nas principais vias de transmissão presentes (zoonótica, aerossol, contato direto, fômites, oral e vetores). Este perfil é traçado por meio de questionários que determinarão os riscos de cada propriedade leiteira e funcionam como um momento de aprendizado já que o produtor consegue identificar se possui a prática de prevenção investigada ou não referência.
3º	Gerenciamento e administração dos riscos	Elaborar um plano de medidas de acordo com as principais vias de transmissão dos agentes e no desafio sanitário existente.
4º	Comunicação do risco	A todos os colaboradores e responsáveis na fazenda por meio de reuniões, treinamentos, palestras curtas e folhetos educativos referência

Atualmente, há aplicativos para dispositivos móveis destinados a técnicos e pecuaristas para avaliarem medidas de biosseguridade empregadas em sua propriedade. Como exemplo de sistema *online* com pontuação baseado no risco biológico, destaca-se o *Biocheck Cattle* (<https://biocheckgent.com/en>), desenvolvido em conjunto pela Universidade de Liège e a Universidade de Ghent, Bélgica. O aplicativo *Biocheck Cattle* é gratuito, permite ao usuário identificar pontos de melhorias e oferece um *benchmarking*, ou seja, permite a comparação de sua situação atual com algumas outras propriedades. Além destes, Gomes et al.³⁸ elaboraram em 2022 o “Manual de biosseguridade em sistemas de produção de leite” (<https://www.livrosabertos.abcd.usp.br/portaldelivrosUSP/catalog/view/914/827/3013>), no qual são abordadas as etapas de elaboração do projeto, percepção, análise e gerenciamento de risco biológico entre outros temas acerca de biosseguridade na bovinocultura leiteira.

Desafios na implementação de protocolos de biossegurança

O gargalo para bons resultados nos programas de biossegurança é a adesão do proprietário a tais medidas influenciada pela sua percepção de risco e benefícios dessas práticas, bem como sua parcela na responsabilidade pela saúde do rebanho, saúde pública e ambiental^{1,2}. Enquanto a definição de “biossegurança” é clara, uma definição harmônica do que são as “medidas de biossegurança” é inexistente. A falta de uma definição padronizada para as medidas de biossegurança afetam o entendimento, aceitação e a ampla e efetiva implementação dessas medidas²⁵.

É necessário ainda estudos que avaliem o custo-benefício da implementação de cada medida de biossegurança a fim de priorizar aquelas que trazem melhor custo-benefício aos pecuaristas. Além disso, a biossegurança de um rebanho precisa ser realizada dia a dia, o que pode ser mais um fator desestimulante à adesão.

LEGISLAÇÃO

No Brasil a suinocultura e a avicultura possuem os mais solidificados protocolos de biossegurança, servindo muitas vezes de exemplo e modelo para demais categorias de produção animal. Isso se deve aos planos de criação e de certificação elaborados e concretizados por muitos anos e já estabelecido pelos produtores. No Quadro 3 sintetizamos as principais instruções e programas de sanidade que contemplam práticas de biossegurança, por espécie, e seus objetivos.

Quadro 3 - Legislação brasileira que contempla medidas de biossegurança em sistemas de produção animal²⁹⁻³⁷.

Espécie	Legislação	Objetivo
Aves 	Programa Nacional de Segurança Avícola (PNSA) criado em 19 de setembro de 1994	Regulamentar a produção de aves e definir estratégias de vigilância epidemiológica para as doenças avícolas de controle oficial.
	IN nº 56 de 4 de dezembro de 2007	Aborda os procedimentos de biossegurança.
Suínos 	IN nº 19 de 15 de fevereiro de 2002	Aprovou as normas a serem cumpridas para certificação de granjas reprodutoras de suínos. Consta as condições necessárias e os procedimentos de biossegurança.
	Plano Nacional de Sanidade Suína (PNSS) criado em 18 de junho de 2004	Controlar e erradicar as principais doenças infecciosas que afetam o rebanho suíno.
Bovinos 	Plano Nacional de Controle e Erradicação da Brucelose e da Tuberculose (PNCEBT) criado em 2001, e reformulado pela IN nº 10 de 03 de março de 2017	Institui sobre a classificação das Unidades da Federação pelo grau de risco e manejos de defesa sanitária para os animais contra a Brucelose e a Tuberculose.
	IN nº 76 de 26 de novembro de 2018	Regulamento que classifica características como identidade e qualidade dos diferentes tipos de leite.

	IN nº 77 de 26 de novembro de 2018	Regulamento que classifica critérios e procedimentos em todas as etapas do leite cru, desde o animal até a recepção.
	Decreto nº 9.013 de 29 de março de 2017	Regulamento sobre a inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal. Origina o Programa Nacional de Qualidade do Leite (PNQL).

Como observado pelo histórico, a preocupação com a biossegurança para aves e suínos vem há mais de vinte anos, acreditando-se que esse período foi o suficiente para a adaptação e incorporação das práticas pelos produtores. Por outro lado, não há um plano oficial para os bovinos, o que pode justificar em partes, a baixa adesão voluntária das práticas pelos produtores. Ao longo dos anos, os planos e as Instruções Normativas (IN) sofreram alguns aprimoramentos, mas sempre assegurando os principais objetivos do ponto de vista da produção, para que tenha a segurança de melhorar índices zootécnicos e econômicos e certificar a qualidade do produto, tanto para exportação quanto para o mercado interno. Práticas de biossegurança estão implícitas no PNCEBT e PNQL.

Legislação na cadeia produtiva bovina

Para atender a cadeia bovina, PNCEBT foi criado em 2001, sendo a última atualização feita por meio da IN nº 10 de 03 de março de 2017. O objetivo do programa é empregar no país medidas de controle contra brucelose e tuberculose. No programa são abordados os dados epidemiológicos de cada unidade federativa, objetivo da criação do PNCEBT, estratégias e as propostas técnicas que abrangem pontos como vacinação, certificação das propriedades tanto para aquelas consideradas livres quanto para aquelas consideradas monitoradas, controle de trânsito, animal, habilitação para médicos veterinários e diagnóstico de apoio laboratorial³⁷.

Legislação na bovinocultura de leite

No Brasil, existe o PNQL, que tem como fundamento promover a melhor qualidade do leite, agregar valor aos produtos finais e garantir a segurança alimentar do consumidor final. O plano tem como base decretos e IN, como o Decreto 9.013, de 29 de março de 2017 - Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA)³⁰, onde estabelece que a inspeção de leite e derivados deve atuar desde a sanidade do rebanho, obtenção da matéria-prima, análise e seleção até o produto; e nas IN nº 76 e nº 77, de 26 de novembro de 2018^{31,32}, as quais tornam obrigatória a análise do leite cru para todos os produtores rurais que comercializam leite e estabelecimentos registrados na inspeção oficial.

Essas legislações dizem respeito ao estado sanitário do rebanho, boas práticas agropecuárias, instalações e equipamentos, coleta e transporte do leite e programa de autocontrole, ou seja, para os

produtores de leite, mesmo que não tenha legislações específicas sobre biossegurança, eles devem cumprir e atingir índices mínimos em relação a toda cadeia de produção, para atender as normas e decretos e permanecer no mercado do leite.

A IN nº 77 de 26 de novembro de 2018, no âmbito do produtor de leite, menciona a importância de boas práticas na produção de leite (BPF), no artigo sobre “Instalações e equipamentos” e “Estado sanitário do rebanho”³². Ou seja, cabe ao produtor ter conhecimento sobre as boas práticas de fabricação e implementá-las para a correta produção e desse modo estará em associação com boas medidas de biossegurança na fazenda.

Atualmente existe uma movimentação de pesquisadores, bem como de empresas do ramo farmacêutico, gestores e veterinários de grandes propriedades produtoras de leite do Brasil para a criação de protocolos de certificação de garantia de biossegurança nas fazendas leiteiras.

Para a criação de um protocolo de certificação nacional, é necessário superar algumas barreiras, como a grande diversidade de propriedades do Brasil, devido suas particularidades de tamanho, tipos de produção e até mesmo a questão cultural. O grande objetivo desse protocolo é conseguir abranger todas as propriedades leiteiras sem perder a qualidade do produto e que atinja o objetivo de erradicar, controlar ou impedir o surto de doenças na pecuária de leite, garantindo a melhor saúde para os animais e consequentemente humana e ambiental.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A biossegurança nos sistemas de produção bovina é uma ferramenta que pode ou não ser direcionada a determinado agente e quando adotada promove melhorias nos índices produtivos e na saúde do rebanho, já que auxilia na prevenção de doenças pela diminuição da sua ocorrência. A sua abordagem pode variar conforme a fonte de informação utilizada, mas independentemente da abordagem, para sua implementação é imprescindível uma análise individual da propriedade, determinar objetivos e desafios existentes através da avaliação de riscos e emprego de questionários.

O objetivo de identificar potenciais mudanças para o risco das doenças infecciosas associada a alimentação da população crescente não somente chama atenção para essa corrente e futuro problema, mas também encoraja a preparação para essas mudanças ao estimular pesquisas relacionadas à agricultura e doenças, gerenciamento e políticas que podem maximizar os benefícios do desenvolvimento agrícola à saúde humana²⁸.

A análise das respostas dos questionários e o plano de execução devem considerar as rotas de transmissão (contato direto, contato indireto, oral, aerossol, vetores) do(s) principal(is) agente(s) alvo(s) na propriedade. Além do seu uso individual, em um único rebanho, a biossegurança é empregada nos programas de controle como vimos para o BVDV, DRB e dermatite digital bovina podendo ainda ser utilizada em muitas outras. Assim, a biossegurança ainda possui espaço para

preencher nos rebanhos bovinos e pode ser empregada independente do desafio sanitário, sendo válido se aprofundar sobre o tema e suas implicações para melhorar recomendações aos produtores rurais e contribuir para melhorar a sanidade dos rebanhos brasileiros.

REFERÊNCIAS

1. BICKETT-WEDDLE, D.A. Development and initial validation of a dairy biological risk management assessment tool. *Iowa State University Animal Industry Report*, n.6, v.1, p.2429, 2009.
2. RENAULT, V. et al. Cattle farmers' perception of biosecurity measures and the main predictors of behaviour change: the first European-wide pilot study. *Transboundary and Emerging Diseases*, n.68, p.3305-3319, 2021.
3. SAYERS, R. G. Associations between exposure to bovine herpesvirus 1 (BoHV-1) and milk production, reproductive performance, and mortality in Irish dairy herds. *Journal of Dairy Science*, v.100, n.2, p.1340-1352, 2017.
4. STATHAM, J. M. E. et al. Reduction in daily milk yield associated with subclinical bovine herpesvirus 1 infection. *Veterinary Record*, v.177, n.13, p.339, 2015.
5. BICKETT-WEDDLE, D.A. et al. Foreign animal disease outbreaks. *Veterinary Clinics of North America Food Animal Practice*, v.34, n.2, p.341-354, 2018.
6. PENNA, P.M.M. et al. Biossegurança: uma revisão. *Arquivos do Instituto Biológico*, v.77, n.3, p.555-565, 2010.
7. BEGDACHE, L. et al. Validity and reliability of Food-Mood Questionnaire (FMQ). *Nutrition and Health*, v.25, n.4, p.253-264, 2019.
8. CHOPRA, S. et al. Development and validation of a questionnaire to evaluate the impact of COVID-19 on lifestyle-related behaviours: eating habits, activity and sleep behaviour. *Public Health Nutrition*, v.24, n.6, p.1275-1290, 2021.
9. DUTRA, M.C. et al. Antimicrobial use in Brazilian swine herds: assessment of use and reduction examples. *Microorganisms*, v.9, n.4, 881, 2021.
10. RAUFF, Y. et al. Evaluation of the results of a survey of dairy producers on dairy herd biosecurity and vaccination against bovine viral diarrhoea. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, v.209, n.9, p.1618-1622, 1996.
11. GATES, M.C. et al. Relative associations of cattle movements, local spread, and biosecurity with bovine viral diarrhoea virus (BVDV) seropositivity in beef and dairy herds. *Preventive Veterinary Medicine*, v.112, n. 3-4, p.285-295, 2013.
12. SARRAZIN, S. et al. A survey on biosecurity and management practices in selected Belgian cattle farms. *Preventive Veterinary Medicine*, v.117, n.1, p.129-139, 2014.
13. DENIS-ROBICHAUD, J. et al. Biosecurity and herd health management practices on Canadian

dairy farms. *Journal of Dairy Science*, v.102, n.10, p.9536-9547, 2019.

14. VILLAAMIL, F.J. et al. A survey of biosecurity measures and serological status for bovine viral diarrhoea virus and bovine herpesvirus 1 on dairy cattle farms in north-west and north-east Spain. *Veterinary Record Open*, v.7, n.1, p.1-10, 2020.

15. MCCARTHY, M.C. et al. A survey of biosecurity and health management practices on Irish dairy farms engaged in contract-rearing. *Journal of Dairy Science*, v.104, n.12, p.12859-12870, 2021.

16. MUELLNER, D. et al. Creating a framework for the prioritization of biosecurity risks to the New Zealand dairy industry. *Transboundary and Emerging Diseases*, n.65, n.4, p.1067-1077, 2018.

17. MAIER, G.U. et al. A novel risk assessment tool for bovine respiratory disease in preweaned dairy calves. *Journal of Dairy Science*, v.103, n.10, p.9301-9317, 2020.

18. RENAULT, V. et al. Biosecurity at cattle farms: Strengths, weaknesses, opportunities and threats. *Pathogens*, v.10, n.10, a.1315, p.1-21, 2021.

19. Avian influenza virus type A (H5N1) in U.S. dairy cattle. Disponível em: <<https://www.avma.org/resources-tools/animal-health-and-welfare/animal-health/avian-influenza/avian-influenza-virus-type-h5n1-us-dairy-cattle>>.

20. Highly Pathogenic Avian Influenza (HPAI) Detections in Livestock | Animal and Plant Health Inspection Service. Disponível em: <<https://www.aphis.usda.gov/livestock-poultry-disease/avian/avian-influenza/hpai-detections/livestock>>.

21. Detection of Highly Pathogenic Avian Influenza in Dairy Herds: Frequently Asked Questions. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<https://www.aphis.usda.gov/sites/default/files/hpai-dairy-faqs.pdf>>.

22. APHIS Requirements and Recommendations for Highly Pathogenic Avian Influenza (HPAI) H5N1 Virus in Livestock for State Animal Health Officials, Accredited Veterinarians and Producers. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<https://www.aphis.usda.gov/sites/default/files/aphis-requirements-recommendations-hpai-livestock.pdf>>. Acesso em: 29 abr. 2024.

23. Federal Order to Assist with Developing a Baseline of Critical Information and Limiting the Spread of H5N1 in Dairy Cattle: Frequently Asked Questions. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<https://www.aphis.usda.gov/sites/default/files/federal-order-faq.pdf>>. Acesso em: 29 abr. 2024.

24. HULME, P.E. One biosecurity: a unified concept to integrate human, animal, plant, and environmental health. *Emerging Topics in Life Sciences*, v.4, n.5, p.539-549, 2020.

25. HUBER, N. et al. What is a biosecurity measure? A definition proposal for animal production and linked processing operations. *One Health* (Amsterdam, Netherlands), v. 15, n. 100433, p. 100433, 2022.

26. JONES, B.A. et al. Zoonosis emergence linked to agricultural intensification and environmental change. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, v.110, n.21, p.8399-8404, 2013.

27. BELLET, C.; RUSHTON, J. World food security, globalization and animal farming: unlocking dominant paradigms of animal health science. *Revue Scientifique et Technique*, v.38, n.2, p.383-393, 2019.
28. ROHR, J.R. et al. Emerging human infectious diseases and the links to global food production. *Nature Sustainability*, v.2, n.6, p.445-456, 2019.
29. BRASIL. Portaria Ministerial nº 193 de 19 de setembro de 1994. Institui o Programa Nacional de Sanidade Avícola. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Brasília, 1994.
30. BRASIL. Decreto nº 9.013 de 29 de março de 2017. Dispõe sobre regulamento da inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal, que disciplina a fiscalização e a inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Diário Oficial da União. Edição 82, Seção 1, página 3, 30 novembro de 2017.
31. BRASIL. Instrução Normativa nº 76, de 26 de novembro de 2018. Dispõe sobre os Regulamentos Técnicos que fixam a identidade e as características de qualidade que devem apresentar o leite cru refrigerado, o leite pasteurizado e o leite pasteurizado tipo A, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Diário Oficial da União. Edição 230, seção 1, página 9, 30 novembro de 30 novembro de 2018.
32. BRASIL. Instrução Normativa nº 77, de 26 de novembro de 2018. Dispõe sobre critérios e procedimentos para a produção, acondicionamento, conservação, transporte, seleção e recepção do leite cru em estabelecimentos registrados no serviço de inspeção oficial. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Diário oficial da União. Edição 230, seção 1, página 10, 30 novembro de 2018.
33. BRASIL. Instrução normativa nº 47, de 18 de junho de 2004. Dispõe sobre aprovação do regulamento técnico do Programa Nacional de Sanidade Suídeo (PNSS). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Brasília, 2004.
34. BRASIL. Portaria nº 193, de 19 de setembro de 1994. Dispõe sobre a instituição do programa nacional de sanidade avícola. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Divisão de Sanidade das Aves (DSA). Brasília, 1994.
35. BRASIL. Instrução Normativa nº 56 de 4 de dezembro de 2007. Dispõe sobre procedimentos para registros, fiscalização e controle de estabelecimentos avícolas de reprodução e comerciais. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Brasília, 2007.
36. BRASIL. Instrução normativa nº 19 de 15 de fevereiro de 2002. Dispõe sobre aprovação das normas a serem cumpridas para a Certificação de Granjas de Reprodutores Suídeos. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Brasília, 2002.
37. BRASIL. Programa Nacional de controle e Erradicação da Brucelose e da Tuberculose Animal (PNCEBT). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Brasília, 2006, 188p.

38. GOMES, V. et al. Manual de Biosseguridade em Sistemas de Produção Leiteiros. 1ªed. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, 2022. 57p.
39. FERREIRA, et al. Biosecurity practices associated with bovine viral diarrhea virus infection in dairy herds in Brazil. *Ciência Rural*, v.54, n.12, p.11, 2024.
40. FERREIRA, J. S. et al. Biosecurity practices in the dairy farms of southern Brazil. *Frontiers in Veterinary Science*, v.11, p.1-10, 2024.
41. CASERTA, L. C. et al. Spillover of highly pathogenic avian influenza H5N1 virus to dairy cattle. *Nature*, p. 1–3, 25 jul. 2024.
42. MUSA, E. et al. Avian Influenza: Lessons from Past Outbreaks and an Inventory of Data Sources, Mathematical and AI Models, and Early Warning Systems for Forecasting and Hotspot Detection to Tackle Ongoing Outbreaks. *Healthcare*, v. 12, n. 19, p. 1959, 2024.