

Sistemas de Vigilância em Saúde Animal

João Luis Revolta Callefe
José Soares Ferreira Neto



Sistemas de Vigilância em Saúde Animal

ISBN 978-65-87778-04-4
DOI 10.11606/9786587778044

João Luis Revolta Callefe
José Soares Ferreira Neto

São Paulo
2020

Universidade de São Paulo

Prof. Dr. Vahan Agopyan (Reitor)

Prof. Dr. Antonio Carlos Hernandez (Vice-Reitor)

Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia

Prof. Dr. José Soares Ferreira Neto (Diretor)

Profa. Dra. Denise Tabacchi Fantoni (Vice-Diretora)

Revisão: Biblioteca Virgínia Buff D'Ápice

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO-NA-PUBLICAÇÃO

(Biblioteca Virgínia Buff D'Ápice da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo)

Callefe, João Luis Revolta.

Sistemas de vigilância em saúde animal [recurso eletrônico] / João Luis Revolta Callefe, José Soares Ferreira Neto. -- São Paulo : Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, 2020.

103 p. : il. : col.

Livro desenvolvido a partir da dissertação de mestrado de João Luis Revolta Callefe, Sistemas de vigilância em saúde animal, orientado por José Soares Ferreira Neto.

ISBN 978-65-87778-04-4

DOI 10.11606/9786587778044

1. Epidemiologia veterinária. 2. Combate de doenças. 3. Sistemas de vigilância. 4. Saúde animal. 5. Avaliação. I. Título. II. Ferreira Neto, José Soares.

LCC SF 780.9

Ficha catalográfica elaborada por Maria Aparecida Laet, CRB 5673-8, da FMVZ.

Esta obra é de acesso aberto. É permitida a reprodução parcial ou total desta obra, desde que citada a fonte e a autoria e respeitando a Licença Creative Commons indicada.



*Para minha família e amigos, especialmente meus pais
Fábio e Valquíria,
razão de muitas das minhas conquistas.*

João Luis Revolta Callefe

Para Bruno, Maria, Guto, Gamé, Agair e Evelise.

José Soares Ferreira Neto

SUMÁRIO

| | |
|---|-----|
| Capítulo I | |
| Breve história do combate de doenças em populações animais | 6 |
| | |
| Capítulo II | |
| Sistemas de vigilância em saúde animal | 21 |
| 1. Conceitos fundamentais | 22 |
| 2. A tomada de decisões e o plano inicial | 26 |
| 3. Características dos sistemas de vigilância | 37 |
| 3.1. Área geográfica e população incluída | 38 |
| 3.2. Doença(s) de interesse | 39 |
| 3.3. Definição de caso e de foco | 41 |
| 3.4. Objetivos dos sistemas de vigilância | 43 |
| 4. Organização dos sistemas de vigilância | 47 |
| 4.1. Componentes | 47 |
| 4.2. Gestão de dados e informações | 52 |
| 5. Tipos de sistemas de vigilância | 55 |
| | |
| Capítulo III | |
| Avaliação dos sistemas de vigilância em saúde animal | 62 |
| 1. Definição da finalidade da avaliação | 69 |
| 2. Caracterização dos sistemas de vigilância | 71 |
| 3. Delineamento da avaliação | 75 |
| 4. Condução da avaliação e formulação das recomendações | 91 |
| 5. Comunicação dos resultados | 92 |
| | |
| Considerações finais | 93 |
| | |
| Referências bibliográficas | 94 |
| | |
| Autores | 103 |

Capítulo I

Breve história do combate de doenças em populações animais

O *Homo sapiens* emergiu como espécie há aproximadamente 200 mil anos, vivendo da caça e coleta até aprender a domesticar plantas e animais, passando então a se organizar em pequenos grupos que se fixavam em locais propícios para essas atividades, as primeiras aldeias. Essa transição, denominada Revolução Agrícola, ocorreu há cerca de 12 mil anos e se a trajetória do *H. sapiens* tivesse a duração de um ano, ele teria abandonado o nomadismo há apenas 22 dias (HARARI, 2015). Porém, milênios antes do homem começar a pastorear cabras ou inventar a agricultura, acredita-se que os restos de alimentos de seus acampamentos nômades começaram a atrair lobos que, em contrapartida, ofereciam aos humanos suas habilidades de caça e a capacidade de alertá-los contra potenciais perigos. Esta antiga interação foi retratada nas paredes de cavernas em várias partes do mundo (Figura 1) e comprovada a partir de testes genéticos, expostos na Tabela 1 (CLOTTEES, 2005).

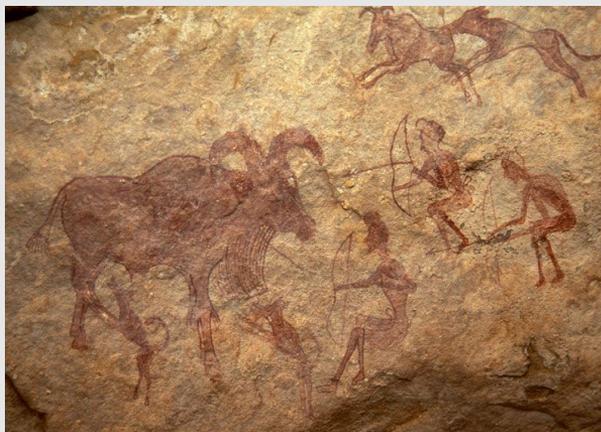


Figura 1 - Arte rupestre de homens caçando com cães. Tadrart Acacus, Líbia. Fonte: <https://africanrockart.org/rock-art-gallery/libya/>

Com a multiplicação das primeiras aldeias, cresce o sedentarismo e a domesticação de animais expande-se em escala mundial. As cabras e ovelhas foram inicialmente domesticadas no Oriente Médio e Oeste Asiático seguidas pelos bovinos, aves, suínos, equídeos e demais animais domésticos, como ilustra a Tabela 1, sendo que sua importância para essas sociedades primitivas foi moldada pelas necessidades e crenças de cada povo.

A partir do momento que o homem passa a sobreviver das plantas por ele cultivadas e dos animais criados ao seu redor, torna-se dependente dessas atividades e sujeito aos riscos a elas inerentes, com destaque para o clima, as pragas das plantas e as doenças dos animais. O historiador Geoffrey Blainey (2004), em sua obra *Uma breve história do mundo*, refere-se a este momento na frase “O trato diário com os novos rebanhos domesticados provavelmente expôs as pessoas a doenças que, até então, estavam confinadas a esses animais. [...]”.

Tabela 1 - Início da relação entre o homem e várias espécies de animais domésticos

| Animal | Anos de domesticação | Local | Fonte |
|---------------|-----------------------------|----------------|---|
| Cão | 20.000 - 40.000 | Europa | Botigué <i>et al.</i> , 2017 |
| Caprino | 11.500 | Oriente Médio | Gerbault <i>et al.</i> , 2012 |
| Ovino | 10.500 | Oeste Asiático | Dodson & Dong, 2016 |
| Bovino | 10.500 | Oriente Médio | Arbuckle <i>et al.</i> , 2016 |
| Aves | 10.000 | Ásia | Dodson & Dong, 2016 |
| Suíno | 9.000 | Ásia | Dodson & Dong, 2016 |
| Gato | 9.000 | Oriente Médio | Otoni <i>et al.</i> , 2017 |
| Equino | 6.000 | Leste Asiático | Dodson & Dong, 2016; Damgaard <i>et al.</i> , 2018 |
| Camelídeos | 6.000 | Ásia | Jirimutu <i>et al.</i> , 2012 |

Nesse contexto, surgem os curandeiros especializados no tratamento de animais enfermos. Além de significarem alimento, vestuário e trabalho, muitos povos também atribuíam importância religiosa e cultural aos animais que, além de adorados, inspiravam a arte e a mitologia.

Até o século I d.C., prevaleceu a crença de que as doenças que afetavam os humanos e os animais eram causadas por forças sobrenaturais, como a ação de entidades espirituais malignas ou a vontade dos deuses. Por séculos, as doenças foram denominadas genericamente de pragas (do grego: *plage*) e esse conceito de causalidade foi retratado em telas e afrescos por muitos artistas (Figura 2). Nesse período, as doenças eram combatidas com orações, amuletos,

oferendas, exorcismos, sacrifícios, encantamentos e várias outras intervenções de cunho sobrenatural (HARARI, 2015). A etiologia das doenças era também associada a uma forma de castigo de um deus. O Novo Testamento e a cultura persa apontam a ira divina como causa de muitos males.



Figura 2 - O triunfo da morte (1448), afresco de autor desconhecido. *Palazzo Abbatellis* em Palermo, Itália.

Fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/O_Triunfo_da_Morte

Inspirado por Hipócrates, Claudio Galeno, proeminente médico e filósofo romano do século II d.C., propôs a teoria dos quatro humores para explicar a origem das doenças, mais conhecida simplesmente como teoria humoral. Essa teoria teve grande influência na área médica até o século XVII. Segundo Galeno, a saúde seria consequência do equilíbrio entre os quatro humores: sangue, fleuma, bÍlis amarela e bÍlis negra, oriundos do coração, do sistema respiratório, do fÍgado e do baço. Esses quatro humores eram classificados segundo suas características de temperatura e umidade e também sofriam influências dos elementos naturais: terra, água, ar e fogo. Interpretando esse conjunto de informações, concluía-se pela existência ou não de desequilÍbrio entre esses quatro humores. O papel do médico era, portanto, restaurar esse equilÍbrio pela administração do humor faltante ou eliminação daquele em excesso, quando a natureza era incapaz de fazê-lo. A eliminação de humores poderia ocorrer pela boca, nariz, ânus, vias urinárias ou sangrias. Dietas e medicamentos para eliminar os humores eram os recursos mais utilizados, com destaque para os diuréticos, purgantes, eméticos, sudorÍferos e sonÍferos.

Embora a teoria dos humores tivesse grande força e aceitação durante um período de aproximadamente 15 séculos (II ao XVII), o terreno era fértil para a criação de inúmeras teorias sobre a causalidade das doenças. A medicina metafísica da Idade Média pregava que fenômenos naturais poderiam estar associados à ocorrência de doenças. Por exemplo, acreditava-se que os surtos de peste bovina eram influenciados por terremotos, enchentes ou pela passagem de cometas.

Em função do alto grau de dependência que os estados e as cidades-estado desenvolveram em relação aos cavalos, peça fundamental e estruturante de suas capacidades militares, a partir do século I d.C. começaram a ser organizados os Serviços Veterinários Militares. Qualquer doença que ameaçasse o desempenho militar do Estado, traria sérios riscos para a integridade de suas fronteiras e a sobrevivência do próprio estado. À época, além da abordagem clínica, com o reconhecimento e tratamento dos sinais, praticava-se, também, a quarentena e o sacrifício de animais doentes.

A partir do século XI, o conceito de miasma começou a ser difundido através da obra *O Cânone da Medicina*, escrita pelo filósofo persa e conhecedor da medicina, Avicena (980-1037). A palavra miasma (do grego: miasma) pode ser entendida como "vapor nocivo" e dá nome à outra teoria de causalidade de doenças, a miasmática, que foi propagada pela Europa da Idade Média graças, em grande parte, aos massivos deslocamentos humanos produzidos pelas cruzadas. As doenças seriam transmitidas através da inalação de miasmas, definidos como ares fétidos oriundos de matérias orgânicas em putrefação, que conteriam elementos danosos à saúde (Figura 3). Os miasmas estariam presentes em aglomerações e excrementos humanos e animais, solos úmidos, pântanos, cadáveres, indivíduos doentes, água suja etc. As intervenções preconizadas eram aquelas que assegurassem o escoamento e a eliminação da imundície e a livre circulação do ar: limpeza, drenagem, caiação, desinfecção e desodorização dos ambientes para proteger o ar das emanações e fedores provenientes das coisas. Nas propriedades rurais e abatedouros, além do tratamento dos animais doentes, praticavam-se medidas gerais de higiene

acompanhadas pela fumigação e a queima de materiais orgânicos e carcaças. A palavra malária, utilizada hoje para denominar as infecções por *Plasmodium* sp transmitidas por mosquitos hematófagos, teve sua origem no termo *mal'aria* (do italiano: ar ruim), cunhado para designar uma febre mortal que ocorria em áreas pantanosas na Itália, local propício para a reprodução dos vetores da doença (CIPOLLA, 1992).



Figura 3 – Litografia de Robert Seymour (1831). Criatura esquelética emanando nuvem mortal negra. Fonte: https://en.wikipedia.org/wiki/Miasma_theory

Com o crescimento e expansão dos núcleos urbanos, a sociedade civil tornou-se muito sensível aos surtos de doenças nos animais de produção, sobretudo as causadoras de altas taxas de mortalidade como a peste bovina. Para esse novo problema, os já existentes Serviços Veterinários Militares não apresentavam respostas adequadas, pois eram muito orientados para a saúde dos equinos. Assim, surgem as primeiras escolas de Medicina Veterinária e inicia-se

a organização dos serviços veterinários civis. É emblemática a fundação, em 1762, da Escola Nacional de Veterinária de Lyon, França, reconhecida hoje como a primeira faculdade de Medicina Veterinária do mundo (Figura 4). A sociedade humana, enfim, constata que a sua sobrevivência depende da promoção da saúde dos animais de produção, fazendo com que as ações e o alcance dessa área do conhecimento se expandam consideravelmente, inaugurando um período conhecido como grande despertar sanitário.



Figura 4 –Escola Nacional de Veterinária de Lyon, França (fotografia do final do século XIX).

Fonte: <https://www.avma.org/javma-news/2011-01-01/pioneering-profession>

No século XVII, a teoria miasmática era a dominante e as intervenções limitavam-se à higiene das criações e do abate e ao confinamento dos animais doentes em centros de tratamento, com resultados bastante limitados, tanto na Europa, quanto nos Estados Unidos da América. No início do século seguinte, já com a teoria do

contágio ganhando força, são reconhecidas as zoonoses. Com isso, a urgência em se controlar as doenças nas populações de animais de produção cresce ainda mais, pois o problema a ser resolvido deixa de ser apenas a produção de alimentos, incorporando também a proteção da saúde humana.

Então, no final do século XIX, inicia-se uma grande revolução que lançou as bases verdadeiramente científicas para a compreensão e o estudo das doenças transmissíveis: a Revolução Bacteriológica. A subjetividade do invisível deu espaço ao isolamento dos microrganismos em laboratório, ao desenvolvimento de testes de diagnóstico e vacinas para utilização em massa, à descrição de vetores invertebrados e à descoberta dos antibióticos e dos inseticidas, determinando o nascimento de um novo modelo de intervenção caracterizado por testes, vacinações e tratamentos em massa, diagnóstico laboratorial e controle de vetores (SCHWABE, 1984).

Esse desvelamento dos patógenos microscópicos trouxe materialidade para a causa das doenças e tornou o agente etiológico o seu elemento central, inspirando Friedrich Henle e Robert Koch, por volta dos anos 1890, na formulação de uma teoria para a causalidade das doenças, conhecida como postulados de Koch. Em resumo, Henle e Koch propuseram que um microrganismo é o agente etiológico da doença se: 1) estiver presente em todos os casos de doença; 2) nunca estiver presente em outras doenças ou em tecidos saudáveis; 3) uma vez isolado em cultura pura e inoculado em hospedeiro saudável, provocará inevitavelmente a mesma doença. Em função da centralidade dos agentes etiológicos, essa teoria passou a ser conhecida como uniaxial.

A Revolução Bacteriológica resultou em desenvolvimento científico sem precedentes e trouxe enorme euforia e convicção de que todas as doenças seriam eliminadas por ações em larga escala, desencadeando um período caracterizado pelas intervenções em massa, abrangendo grandes populações animais. Essa estratégia produziu resultados extraordinários, porém, começaram a ser relatados problemas frente à doenças que apresentavam diversidade de hospedeiros, formas latentes de infecção e mecanismos originais de dispersão. Além disso, verificou-se que algumas doenças não obedeciam os postulados de Koch, havendo causas secundárias que também contribuíam para o seu curso e patógenos que se comportavam como oportunistas. Assim, o paradigma da intervenção em massa, resultante dos grandes avanços produzidos pela revolução bacteriológica, começou a experimentar insucessos diante de doenças complexas.

Pouco a pouco, a teoria unicausal foi perdendo prestígio e, nos anos 1970, definitivamente cedeu lugar à teoria multicausal, proposta por Alfred Evans (1976), aqui sintetizada em 7 enunciados:

- 1) A incidência e/ou prevalência da doença deve ser significativamente mais alta entre os indivíduos expostos à provável causa do que entre os não expostos;
- 2) A exposição à provável causa deve ser mais frequente entre os doentes do que entre os não doentes;
- 3) A exposição à provável causa deve preceder a doença;

- 4) Deve haver um espectro mensurável de resposta do hospedeiro contra o agente da doença (imunidade humoral e/ou celular);
- 5) A eliminação da causa provável deve reduzir a incidência da doença;
- 6) A prevenção ou modificação da resposta do hospedeiro em face da exposição à causa provável deve diminuir a incidência ou eliminar a doença;
- 7) A reprodução experimental da doença deve ocorrer mais frequentemente nos indivíduos adequadamente expostos à provável causa do que nos não expostos.

A teoria de Evans prevalece atualmente e postula que, além da presença do agente etiológico, existem outros fatores que são determinantes para a ocorrência das doenças transmissíveis. Basicamente, para que um determinado fator seja apontado como causador da doença, é necessário que a exposição a ele, logicamente, preceda a ocorrência da doença e que esteja estatisticamente associado a um grupo de indivíduos doentes quando comparado a um grupo de indivíduos sadios.

No período de crise das ações em massa, foi cunhado o termo "rebanho problema" para definir um grupo de animais que não respondia ao modelo de intervenção adotado para todos os rebanhos da população. Esse modelo de intervenção em massa também não era o mais indicado para doenças insidiosas, sobretudo aquelas com impacto na reprodução e difíceis de serem detectadas, a não ser por

rigorosa escrituração zootécnica. Adicionalmente, como o modelo de intervenção em larga escala tem custo elevado, cresceu a demanda por justificativa econômica.

Esse cenário desencadeou, por volta dos anos 1960, a criação dos primeiros serviços veterinários especializados em epidemiologia, caracterizados por estruturação de sistemas de vigilância e ações seletivas, com tomada de decisões fortemente embasadas por metodologias quantitativas, inclusive econômicas.

Portanto, a epidemiologia é uma ciência relativamente jovem que, em grande medida, vem se desenvolvendo através da incorporação de métodos quantitativos desenvolvidos pelas ciências exatas, devidamente ajustados para descrever e mensurar os fenômenos biológicos e econômicos relacionados à propagação de doenças em populações. É uma atividade multidisciplinar por excelência e, portanto, um trabalho para se desenvolver idealmente em equipe.

O objetivo dos epidemiologistas, em síntese, é gerar informações de alta qualidade, sobretudo quantitativas, para agregar qualidade à tomada de decisões sanitárias que afetam populações animais. Neste sentido, a epidemiologia pode ser definida como uma disciplina pragmática, pois sua função é desenvolver intervenções racionais para problemas específicos de saúde animal. O Quadro 1, formulado originalmente por Schwabe (1984), traz uma síntese das diferenças entre a epidemiologia e as demais grandes áreas da Medicina Veterinária

Atualmente, os sistemas de vigilância ocupam um papel central no combate de doenças em populações animais. São estruturas que exigem o domínio de métodos epidemiológicos e profundo conhecimento, tanto da doença alvo, como do ambiente onde será implementado. Para as doenças que acometem os animais de produção, devem ser elaborados e geridos por um consórcio de parceiros constituído por todos os atores interessados no processo: produtores rurais, indústria transformadora (laticínios, abatedouros etc) e de insumos veterinários, serviços veterinários oficiais e consumidores.

O termo "vigilância" foi utilizado pela primeira vez durante a Revolução Francesa para designar o monitoramento de opositores ao regime (SALMAN, 2003). Porém, o conceito consolidou-se na área da saúde muito tempo depois, em grande parte pelo trabalho e contribuição do chefe do Serviço de Epidemiologia do *Centers for Disease Control and Prevention* (CDC), Alexander Langmuir que, após a Segunda Guerra Mundial, notabilizou-se por melhorar a performance da clássica notificação passiva pela incorporação de métodos de busca ativa de doenças com investigações a campo (SCHWABE, 1984). Os princípios e definições dos sistemas de vigilância evoluíram até que, em 1986, foram feitas recomendações para que fossem desenvolvidas metodologias para avaliá-los (THACKER; QUALTERS; LEE; 2012), aspecto de suma importância que será abordado ao longo deste livro.

Quadro 1 - Diferenças fundamentais entre grandes áreas da Medicina Veterinária

| Variável | Clínica | Patologia | Epidemiologia |
|---------------------------------|----------------------------|--|---|
| Unidade de interesse | Doente | Morto | População de sadios, doentes e mortos |
| Ambiente usual | Ambulatório | Laboratório | Campo |
| Objetivo primário | Cura | Cura no futuro | Prevenção ou controle |
| Procedimento diagnóstico | Baseado nos sinais | Baseado na resposta do indivíduo | Determinação da frequência e do andamento |
| Perguntas fundamentais | O que é? Como se trata? | O que é? Qual a patogenia? Qual a causa? | O que é (natureza e frequência)? Quem é a vítima? Onde e quando? Quais são os fatores causais? Por que ocorre? Como prevenir e controlar? |

Fonte: Schwabe (1984).

A palavra "sistema" vem do grego e significa um conjunto ordenado de elementos interligados que interagem entre si. Assim, o termo sistema de vigilância encerra o significado de estrutura complexa, composta por vários elementos interdependentes e, portanto, seu sucesso depende do bom andamento de cada um deles.

A evolução da epidemiologia e, conseqüentemente, dos sistemas de vigilância, vem sendo muito beneficiada pelos avanços tecnológicos que ampliaram enormemente a capacidade de captura, armazenamento, análise e disseminação de informações geradas em

escalas regionais, nacionais e global. Os sistemas de vigilância bem estruturados e adequadamente avaliados produzem informações sanitárias populacionais de alta qualidade, constituindo sólidas bases racionais para amparar a tomada de decisões sanitárias, inclusive de cunho econômico.

Capítulo II

Sistemas de vigilância em saúde animal

Nos últimos anos, tem crescido rapidamente o número de sistemas de vigilância implementados para variados propósitos, abrangendo diversas áreas. Surgiram sistemas de vigilância voltados não apenas para a saúde humana e para a saúde animal, mas também para a saúde ambiental e, mais recentemente, iniciativas que se enquadram no conceito de saúde única, combinando essas diversas áreas de forma integrada e interdependente. Este documento tratará exclusivamente dos sistemas de vigilância voltados à saúde animal.

1. Conceitos fundamentais

Na literatura existem várias conceituações e definições para epidemiologia e para sistemas de vigilância. A tarefa de escolher as melhores opções é um desafio que envolve desde considerações sobre o estilo - mais longas ou mais sintéticas - até uma análise mais profunda a respeito do que se entende por uma coisa e por outra. Logicamente, a experiência de cada indivíduo com a epidemiologia e com sistemas de vigilância pesam muito nessas escolhas e podem até mesmo levar à formulação de novas propostas. Assim, seguem abaixo duas propostas para as definições de epidemiologia e de sistemas de vigilância que são sintéticas e abrangentes.

"Epidemiologia é o estudo da ocorrência e distribuição de eventos, estados e processos relacionados à saúde em populações específicas e a aplicação desses conhecimentos para o controle de problemas de saúde relevantes" (PORTA *et al.*, 2014).

"Sistemas de vigilância são estruturas complexas cujo propósito é sistematicamente coletar, validar, analisar, interpretar e divulgar dados de saúde e bem-estar de populações animais definidas, com o objetivo de descrever a ocorrência de problemas e contribuir para o planejamento, implementação e avaliação de ações de mitigação de risco" (HOINVILLE *et al.*, 2013, GERMAN *et al.*, 2001; OIE, 2019).

Embora alguns autores utilizem os termos vigilância e monitoramento como sinônimos, a corrente majoritária os diferencia. Motivados pela necessidade de padronização da terminologia relacionada a sistemas de vigilância como forma de ajudar a trazer

transparência e segurança para a troca de informações sanitárias entre países, um grupo de especialistas realizou um primeiro *workshop* durante a *Internacional Conference on Animal Health Surveillance* (ICAHS, Lyon, 2011), que resultou na oportuna publicação intitulada “*Proposed terms and concepts for describing and evaluating animal-health surveillance systems*” (HOINVILLE *et al.*, 2013).

Segundo Hoinville e colaboradores (2013), os sistemas de vigilância têm por objetivo final a mitigação do risco. Portanto, quando a doença alvo (perigo) é detectada, deflagra-se uma reação planejada para atenuar seus efeitos deletérios. O monitoramento, por seu turno, não está associado a uma reação predefinida sempre que o perigo (doença) for detectado. A coleta de dados não associada a uma reação subsequente justifica-se para perigos que não representem uma ameaça imediata (*e. g.*, uso de antimicrobianos nos animais de produção). Porém, um aumento significativo na incidência de determinado perigo pode desencadear intervenções e converter o sistema de monitoramento em um sistema de mitigação de risco, ou seja, em um sistema de vigilância (Figura 5). Stärk e colaboradores (2018) argumentaram que alguns sistemas de monitoramento podem ser tardiamente convertidos em sistemas de vigilância. Na Europa, o monitoramento de resistência antimicrobiana, feito durante vários anos sem o desencadeamento de nenhuma intervenção/reação, tornou-se o ponto chave para a implementação de legislações regulatórias, abolindo o uso de alguns fármacos.

Também merece atenção especial a conceituação de prevenção, controle e erradicação, visto que são os possíveis objetivos dos sistemas de vigilância (DWODLE, 1998).

Prevenção significa impedir a entrada de doenças em uma população não afetada e excluí-las rapidamente se, por ventura, ingressarem nessa população. Os sistemas de vigilância para garantir áreas livres de febre aftosa, peste suína clássica e doença de Newcastle podem ser citados para ilustrar tais cenários.

Controle significa redução da frequência da doença existente a níveis biologicamente ou economicamente justificáveis. Para algumas doenças, a erradicação é uma meta difícil de ser atingida, mesmo com programas eficientes e, sendo agravos importantes, o que se busca são bons níveis de controle. Sistemas de vigilância para salmonelose em suínos e aves ou, ainda, para doença da mancha branca em crustáceos, caracterizam-se como bons exemplos.

Erradicação é a eliminação de patógenos selecionados de uma população definida, porém, para manter o status alcançado, geralmente são necessários esforços ulteriores permanentes. Sistemas de vigilância para erradicação da brucelose e tuberculose bovinas são exemplos dessa estratégia.

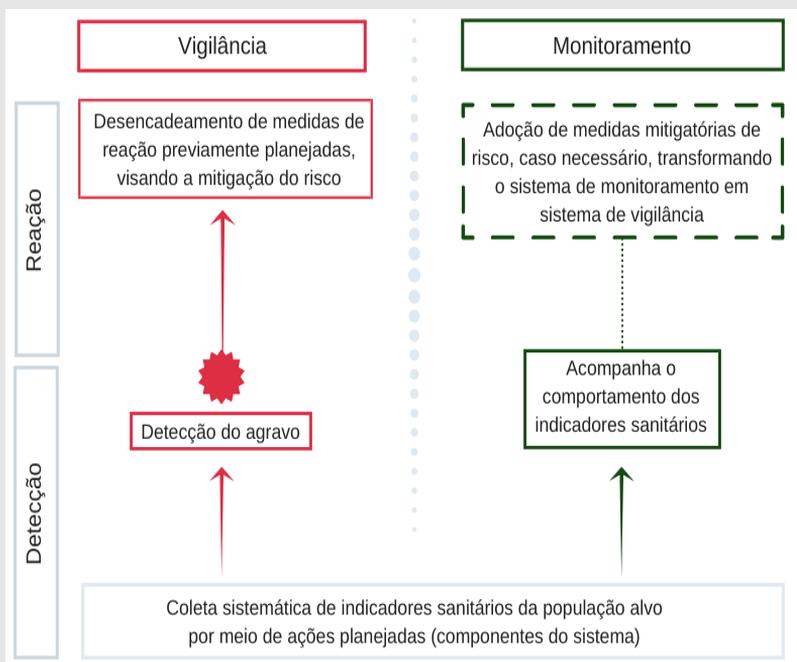


Figura 5 – Comparação entre vigilância e monitoramento.

2. A tomada de decisões e o plano inicial

A implementação de qualquer política pública, além dos aspectos técnicos, sofre influência de fatores econômicos, sociais, políticos e culturais. Nos programas de controle de doenças e nos sistemas de vigilância não é diferente, embora haja uma natural tendência em se supervalorizar os aspectos técnicos e científicos do processo. É um grande equívoco desconsiderar que qualquer sistema de vigilância será sempre constituído por pessoas que se encarregarão de operá-lo no dia a dia e que também poderão ser alvo das ações nele previstas.

Os sistemas de vigilância envolvem várias decisões por parte do gestor das políticas sanitárias. Devem ser elaborados a partir de sólidas bases científicas e econômicas, que são objetivas, porém a tomada de decisões referentes à sua implementação também tem que levar em consideração os aspectos sociais, culturais e políticos, cuja avaliação sempre envolve alguma subjetividade (HUESTON, 2003). Assim, o papel dos gestores responsáveis por tomar tais decisões nunca é trivial e tem que ser norteado no sentido de alcançar o melhor resultado possível.

Tudo começa com um plano básico produzido por especialistas e epidemiologistas experientes, cujos requisitos principais são o domínio dos métodos epidemiológicos, o profundo conhecimento dos aspectos biológicos e econômicos da doença alvo, bem como da cadeia produtiva ou o do ambiente onde as ações serão implementadas. A existência de dados de alta qualidade sobre a situação epidemiológica

da doença na área geográfica onde as ações serão implementadas traz racionalidade ao processo, porém a total falta dessas informações não inviabiliza a iniciativa.

As análises econômicas devem considerar o custo do sistema de vigilância de um lado e, de outro, os prejuízos associados à ocorrência da doença na população animal e também na humana, se a doença em questão for zoonótica. Além disso, deve ser avaliado o impacto da doença na comercialização de animais e seus produtos nos mercados nacional e internacional. Adicionalmente, é recomendável que se faça estudos sobre o efeito a ser produzido pelo sistema de vigilância na imagem que o país projeta para os seus parceiros internacionais. As avaliações econômicas são de extrema importância, pois a tomada de decisões sempre estará subordinada ao limitador financeiro e à máxima: quem paga o quê. Um exemplo clássico é a composição e a gestão dos fundos de indenização para a reposição de animais, elemento central em inúmeros sistemas de vigilância, que podem ser exclusivamente públicos, exclusivamente privados ou mistos.

Importante destacar que as ações de emergência para conter o espalhamento e eliminar focos de doenças exóticas epidêmicas, como febre aftosa, peste suína clássica e doença de Newcastle fazem uso massivo de procedimentos de desinfecção de carcaças, veículos, equipamentos e pessoal.

Segundo Salman (2003), em relação à doença em si, devem ser considerados:

- Mecanismos de transmissão: detalhando todas as possibilidades de transmissão;
- Cadeia de transmissão: destacando as modalidades de fontes de infecção, vias de transmissão e suscetíveis, além das vias de eliminação e portas de entrada;
- Patogênese: detalhando os sinais clínicos, o curso da doença (agudo ou crônico), os órgãos afetados e as lesões produzidas;
- Diagnóstico: descrevendo as possibilidades de diagnóstico clínico e os recursos para o diagnóstico direto e indireto, com testes complementares e procedimentos laboratoriais;
- Formas de tratamento, prevenção e controle: especificando quais as possibilidades existentes para se lidar com indivíduos infectados e com os focos da doença, as drogas recomendadas para o tratamento, se houver essa possibilidade, e a existência de vacinas e as suas características;
- Populações de risco: apontando as populações animais e humanas suscetíveis ao risco de infecção e, também, as práticas de manejo e as características das unidades de criação que podem ampliar o risco de infecção, ou seja, que foram individualizadas como fatores de risco para a doença;
- Impacto na saúde animal e humana: preferencialmente estimando as perdas econômicas associadas à ocorrência da doença nos animais e no homem, descrevendo os riscos

ocupacionais e, também, os riscos sanitários para a população consumidora de produtos de origem animal.

Todas essas variáveis servirão para modular o sistema de vigilância. Por exemplo: para as doenças com sinais clínicos exuberantes, de fácil constatação, faz todo o sentido dar grande ênfase para os processos de notificação de suspeita dentro das estratégias de detecção de focos. Em contrapartida, as doenças com manifestações subclínicas ou com sinais inespecíficos tendem a ser silenciosas dentro de um rebanho, dificultando a identificação de casos e, portanto, a detecção de focos dependerá da aplicação de testes diagnósticos acurados, rápidos, a preços acessíveis e aplicáveis em larga escala. No caso das zoonoses ou das doenças transmitidas por alimentos, a participação da população humana é muito facilitada, pois a mitigação de riscos à saúde humana é bastante motivadora e estimula a inclusão de autoridades da área da saúde pública. Para determinadas doenças, é desejável a integração ou a cooperação entre os sistemas de vigilância voltados para a saúde animal e aqueles voltados para a saúde humana (KAHN, 2006; HALLIDAY *et al.*, 2014).

Geralmente, a primeira fase do processo é a elaboração de uma proposta básica de sistema de vigilância, tão simples quanto possível, produzida pelos Serviços Veterinários Oficiais com o apoio de especialistas e epidemiologistas experientes.

A segunda fase, muitas vezes negligenciada, mas de suma importância para o sucesso da iniciativa, é a apresentação dessa proposta básica para um grupo composto por representantes de todos

os segmentos da sociedade com interesse no sistema de vigilância, com o propósito de discuti-la e aperfeiçoá-la, incorporando elementos sociais, culturais e políticos, criando uma atmosfera de cooperação para que o sistema de vigilância nasça de forma pactuada, conforme preconiza a Organização Mundial de Saúde Animal (OIE, 2014).

Em se tratando da área de saúde animal e, eventualmente, também da pública, os segmentos da sociedade interessados no processo geralmente são: produtores rurais, indústria de transformação (laticínios, abatedouros, curtumes, lanifícios etc.), indústria de insumos (vacinas, medicamentos, rações etc.), Serviços Veterinários Oficiais, serviços de saúde pública, comerciantes e consumidores de produtos de origem animal.

Idealmente, um Comitê Gestor deve ser estruturado, garantindo a representatividade de todos esses segmentos da sociedade, cuja função será dar legitimidade à tomada de decisões, acompanhar, passo a passo, o andamento da performance do sistema de vigilância e corrigir rumos sempre que necessário.

Por razões óbvias, os produtores rurais têm que estar inteiramente convencidos de que sistema de vigilância é benéfico para eles. Sem a sua colaboração, a iniciativa naufraga. As causas mais frequentes do desinteresse dos produtores rurais pelos sistemas de vigilância e, portanto, do seu insucesso, são o desconhecimento em relação à importância da doença, a falta de confiança no Serviço Veterinário Oficial, o desacordo ou a falta de entendimento sobre as estratégias adotadas e as incertezas associadas ao processo de notificação de foco, notadamente as consequências econômicas para as

unidades de criação (HOPP; VATN; JARP, 2007; PALMER; FOZDAR; SULLY, 2009; ELBERS *et al.*, 2010; BRONNER *et al.*, 2014). É muito importante ressaltar que a maior preocupação dos produtores sempre será o impacto que o sistema terá nos seus interesses econômicos individuais, sendo irrelevantes os aspectos de saúde pública envolvidos. Assim, verifica-se que, para ter a plena colaboração dos produtores, há necessidade de realizar junto a eles uma forte ação de educação sanitária, objetivando sanar dúvidas em relação aos quesitos acima elencados, principalmente sobre as estratégias que evitam/mitigam a penalização financeira das propriedades declaradas focos. Vale ressaltar que a confiança nos Serviços Veterinários Oficiais é sempre uma barreira de difícil superação, pois trata-se de um processo, visto que as relações de confiança são sempre construídas com o tempo. A transparência deve ser a principal ferramenta para isso, pois uma vez justificados os motivos e os procedimentos empregados, a tendência é que haja maior cooperação.

A abordagem das questões sociais e culturais é sempre sensível. Um exemplo clássico de tensões culturais ocorre na Índia, onde as medidas de abate sanitário de bovinos podem enfrentar resistências devido à importância das vacas para os praticantes do hinduísmo. A inclusão de temas de saúde animal no ensino público tem sido utilizada como estratégia para melhorar a cooperação dos cidadãos com os programas de controle de doenças e sistemas de vigilância voltados para as populações animais (KUMAR VERMA *et al.*, 2014).

No âmbito político, é preciso entender que os impactos produzidos por doenças infecciosas atingem não só a esfera de

influência local, mas também a estadual, a nacional e a mundial. As várias instâncias de governo têm que atuar de maneira harmônica e sinérgica, de forma a trazer confiança para a execução das estratégias sanitárias previstas (EVANS, 2006). O conceito de saúde única, que reforça a preocupação com zoonoses, é um elemento que tem ganhado relevância nesse processo, pois a grande maioria das doenças emergentes tem a sua origem nos animais.

Os veículos de comunicação com suas diferentes mídias e a opinião pública têm um peso significativo na tomada de decisões sanitárias. Doenças com potencial zoonótico e doenças transmitidas por alimentos, obviamente atraem os olhos de toda população e têm grande repercussão social. Todavia, doenças que acarretam prejuízos econômicos, como as exóticas, as reemergentes e as emergentes/novas, sendo essas últimas as doenças para as quais ainda não existe uma base científica concreta, também exigem o envolvimento político, que deve ser orientado pelo princípio da precaução, representado por estratégias cujo objetivo é amenizar os efeitos negativos e alarmantes que a doença possa gerar na população (SALMAN, 2003).

A instabilidade política gerada por conflitos internos ou externos pode ser catastrófica para os programas em saúde animal devido à associação sobejamente comprovada entre os conflitos e o aumento na incidência de doenças, que sempre podem extrapolar suas fronteiras geográficas e atingir países circunvizinhos (FAO, 2002).

Em síntese, pode-se dizer que os sistemas de vigilância têm por objetivo maior dar garantias sanitárias para que o comércio de animais e seus produtos desenvolva-se de forma segura nos âmbitos nacional e

internacional. No ambiente internacional, a Organização Mundial do Comércio (OMC), através do Acordo de Aplicação de Medidas Sanitárias e Fitossanitárias (*SPS Agreement*), é quem estabelece as regras que regem o comércio de animais e seus produtos, regras essas sempre baseadas nas diretrizes técnicas e científicas da Organização Mundial de Saúde Animal (OIE) e do *Codex Alimentarius*. Além disso, a OIE também tem como missão dar transparência para informações sanitárias em escala mundial, desenvolver a solidariedade entre os países para combater doenças em populações animais, produzir e disseminar informações de alta qualidade, bem como avaliar os Serviços Veterinários Oficiais, naturalmente de forma colaborativa com os países. Assim, os sistemas de vigilância, para serem reconhecidos como eficientes, têm que estar harmonizados com as diretrizes emanadas por esses órgãos internacionais.

O personagem central dos sistemas de vigilância é, sem dúvida, o Serviço Veterinário Oficial, cuja estrutura pode variar de país a país, mas sempre obedecendo a uma lógica básica: existe uma autoridade sanitária máxima, representada por um serviço nacional de saúde animal, geralmente lotado nos ministérios da agricultura, saúde ou meio ambiente, sendo o responsável pelos programas nacionais e pela interlocução com os parceiros comerciais internacionais; em seguida vêm os serviços estaduais ou regionais de saúde animal, cuja responsabilidade é executar os programas juntos às cadeias produtivas. Naturalmente, deve haver grande articulação e complementariedade entre essas duas instâncias.

Vale destacar o papel da OIE na evolução dos Serviços Veterinários Oficiais de seus 182 países membros. A pedido do país, é feita uma avaliação do Serviço Veterinário Oficial através de metodologia estabelecida no *Tool for the Evaluation of Performance of Veterinary Services (OIE PVS Tool)*, gerando um relatório para que o país possa implementar melhorias e evoluir. Essa avaliação é fundamentada em princípios de qualidade técnica, ética, legislativa e organizacional (Quadro 2).

Para se começar a operar um sistema de vigilância é necessário transformar todas as suas estratégias e ações em legislação, que deve ser clara para não gerar conflitos de interpretação nem dificultar a sua implementação, sobretudo em relação às penalidades e benefícios que o cumprimento ou descumprimento das leis e decretos podem trazer às partes interessadas (SALMAN, 2003). Importante lembrar que a legislação é simplesmente um meio para implementar o sistema de vigilância e nunca um fim em si mesmo. Qualquer problema identificado em relação à legislação, que impeça a realização daquilo que precisa ser feito do ponto de vista técnico, deve desencadear a sua imediata correção. A evolução da situação sanitária decorrente dos resultados produzidos pelos sistemas de vigilância também requer adequações legislativas periódicas.

Quadro 2 - Pilares fundamentais dos Serviços Veterinários Oficiais

1. Ter garantia de recursos humanos, físicos e financeiros para atrair e manter profissionais com habilidades técnicas e de liderança;
2. Desfrutar de capacidade técnica e autoridade para abordar problemas sanitários conhecidos e emergentes/novos, incluindo a prevenção e o controle de catástrofes, com base em princípios científicos;
3. Estar em plena sintonia com as cadeias produtivas e/ou com as partes interessadas, permitindo um trabalho sinérgico e o bom andamento das ações sanitárias;
4. Ter boa interlocução com os atores do cenário internacional, capacidade de cumprir os padrões exigidos e flexibilidade para rapidamente incorporar inovações.

Fonte: Adaptado de *Tool for the Evaluation of Performance of Veterinary Services* (OIE, 2013).

O que foi relatado até o momento reforça a interdependência e complexidade que caracteriza a estruturação de um sistema de vigilância. A chave para o sucesso está na qualidade do planejamento inicial - mantendo-o o mais simples possível - e na garantia de cooperação de todos os envolvidos ao longo do processo.

Uma vez implementado o plano inicial, as ações de vigilância devem ser permanentemente avaliadas por indicadores quantitativos objetivos, de maneira a retroalimentar o sistema, permitindo aperfeiçoamentos constantes e a incorporação de complexidades visando a melhora de sua performance. Os dados produzidos pelos sistemas de vigilância são geralmente os elementos centrais utilizados

pelas autoridades sanitárias para justificar a tomada de decisões, o que torna a qualidade do processo tão importante (WILLEBERG, 2012).

3. Características dos sistemas de vigilância

Como já dito anteriormente, a palavra sistema tem origem grega (*sunístánai*) e significa "fazer com que fique junto". Em outras palavras, os sistemas representam a interação organizada de diferentes segmentos interconectados para algum propósito (PORTA *et al.*, 2014).

Um sistema pode ser considerado simples quando apresenta grande estabilidade entre as poucas variáveis que o compõem. Entretanto, na medida em que o número de variáveis aumenta, cresce também a instabilidade entre elas e os sistemas tornam-se mais complexos. A complexidade pode variar de acordo com o seu objetivo, com as ferramentas e os métodos utilizados, e com a ausência de linearidade na interação dos fatores associados, ou seja, os elementos que compõem o sistema (pessoas, atividades, infraestrutura) podem sofrer mudanças positivas ou negativas e, conseqüentemente, influenciar as partes (PETERS, 2014).

Um sistema de vigilância conta com a interação e conexão de diversas atividades ao longo do seu processo, desde o planejamento inicial até a disseminação das informações obtidas. Classicamente, os sistemas de vigilância são estruturados segundo cinco grupos de características: 1) área geográfica e população incluídas; 2) doença de interesse; 3) objetivo; 4) organização; 5) gerenciamento de dados e informações (HOINVILLE *et al.*, 2013).

As definições da área geográfica, da população incluída, da doença de interesse e dos objetivos do sistema de vigilância são

simultâneas, entretanto, para efeito didático, esses tópicos serão tratados separadamente.

3.1. Área geográfica e população incluída

A população de interesse deve ser definida com absoluta clareza. Embora o conceito de população, em seu sentido mais amplo, remeta a elementos que compartilham características em comum, como conjuntos de pessoas, de objetos, de registros etc., em saúde animal, a população coberta pelas ações de vigilância quase sempre é representada por um conjunto de propriedades e/ou de animais.

Geralmente, essa população é quantificada utilizando-se uma "unidade epidemiológica" como medida, que é definida pela OIE (2019) como sendo um grupo de animais epidemiologicamente relacionados e sujeitos à mesma probabilidade de exposição a determinada doença por compartilharem características semelhantes. Em saúde animal, a unidade epidemiológica geralmente refere-se à propriedade, ou fazenda, ou granja, ou simplesmente unidade produtiva.

Para se definir a população animal que será coberta pela vigilância, por vezes é conveniente considerar espécie, raça, idade, sexo e sistema de produção. Essa população pode envolver mais de uma espécie animal, caso das doenças nas quais os reservatórios desempenham um destacado papel nas suas cadeias de transmissão.

A área geográfica que contém a população de interesse para a qual será implementado o sistema de vigilância pode ser definida como:

1) local, quando representada por um estado da federação, uma região dentro de um país, os arredores de um parque natural ou uma área de fronteira; 2) nacional, quando envolver todo um país; 3) internacional, quando incluir um conjunto de países.

As ações de vigilância são efetivamente desenvolvidas em uma fração da população de interesse devido à inviabilidade econômica e logística de uma cobertura censitária. Assim, notadamente em componentes de vigilância ativa, utilizam-se procedimentos amostrais apropriados para cada caso (SERGEANT & PERKINS, 2015). É indispensável assegurar que a população de interesse esteja representada na população amostrada sob a qual são efetivamente desenvolvidas as ações de vigilância, pois só assim será possível inferir os resultados da amostra para a população de interesse.

3.2. Doença(s) de interesse

Além dos elementos comentados anteriormente, quais sejam: mecanismos e cadeia de transmissão, patogenia, diagnóstico, formas de tratamento, de prevenção e de controle, populações sob risco e impacto na saúde animal e humana da doença alvo, também devem ser considerados o seu padrão de ocorrência e a sua distribuição.

Em relação à sua distribuição, é de grande ajuda a existência de dados de qualidade, descrevendo a situação epidemiológica da doença na população alvo, sobretudo para doenças endêmicas. Embora eles sejam desejáveis, a inexistência desses dados não inviabiliza a implementação de sistemas de vigilância. Em relação ao padrão de

ocorrência, Thrusfield & Christley (2018) definiram as seguintes possibilidades para as doenças dos animais:

Endêmica: apresenta uma frequência esperada e constante de casos da doença numa dada população e área geográfica.

Epidêmica: aumento inesperado de casos de determinada doença em uma área e população específicas.

Pandêmica: excesso de casos de uma enfermidade epidêmica com ampla disseminação em diversas áreas geográficas.

Esporádica: ocorre de maneira inesperada e intermitente, sem um padrão de ocorrência regular.

Nova ou emergente: enfermidade totalmente desconhecida ou que, devido a questões evolutivas, teve sua patogenicidade alterada e/ou adaptou-se a novos hospedeiros.

Reemergente: doença previamente conhecida, com baixo nível de ocorrência ou ausente, que reaparece em significativo número de casos.

Exótica: enfermidade que não ocorria numa dada população por ter sido erradicada ou por nunca tê-la acometido.

Os sistemas de vigilância podem ser estruturados para uma única doença alvo ou para múltiplas doenças. Aqueles que têm como alvo múltiplas doenças, referem-se ao acompanhamento contínuo do estado de saúde da população sob vigilância através de indicadores, por vezes sem a definição prévia das doenças de interesse. Geralmente, estão voltados para detecção de mudanças no padrão de saúde,

distribuição de agentes endêmicos e identificação de doenças exóticas ou (re)emergentes. Merecem destaque os sistemas de vigilância sindrômicos e os de detecção precoce.

3.3. Definição de caso e de foco

Um sistema de vigilância opera detectando a(s) doença(s) de interesse e reagindo à essa detecção, sistemática e organizadamente. Para que as operações de detecção funcionem adequadamente é necessário definir claramente o que será considerado como um caso ou um foco da doença.

A determinação de um caso de doença deve seguir critérios, que podem ser baseados em sinais clínicos, na presença de lesões macroscópicas e microscópicas, nos procedimentos laboratoriais de diagnóstico direto e indireto e, eventualmente, na alteração de padrões dos indicadores zootécnicos e na presença de fatores de risco. Para se garantir uma boa especificidade à detecção, a definição de caso deve basear-se em dois ou mais dos elementos acima, por exemplo, detecção de animais com sinais clínicos através de notificação de suspeita e subsequente coleta de material biológico para confirmação da infecção através de métodos diretos de diagnóstico.

Desde a primeira suspeita até a sua confirmação definitiva existem várias fases que podem ser definidas com as seguintes nomenclaturas: casos suspeitos, prováveis, confirmados e descartados.

Nos sistemas de vigilância voltados às cadeias produtivas animais, geralmente a unidade epidemiológica de interesse é a

propriedade e, portanto, trata-se da detecção de focos de doença a partir da notificação confirmada de um ou mais casos.

Os produtores, os tratadores, os trabalhadores rurais e os médicos veterinários de campo são os principais atores quando a detecção da doença alvo apoia-se na notificação de sinais clínicos de casos suspeitos e, assim, a disseminação de informações através de programas de educação sanitária deve receber grande atenção do Serviço Veterinário Oficial.

Tomando como exemplo a definição de foco de febre aftosa no Brasil, descrita na Instrução Normativa nº 44, de 2 de outubro de 2007 (BRASIL, 2009), tem-se a seguinte sequência de eventos:

- a) O Serviço Veterinário Oficial (SVO) recebe notificação de que em determinada propriedade existem bovinos com sinais clínicos de doença vesicular, por exemplo, mancando e babando excessivamente;
- b) O SVO faz uma visita à propriedade e verifica que existem lesões compatíveis com doença vesicular. O SVO desencadeia uma série de medidas de biossegurança e colhe material biológico para o diagnóstico laboratorial;
- c) O foco de febre aftosa é confirmado quando, pelo menos, um dos seguintes critérios for atendido:
 - c.1) Isolamento e identificação do vírus da febre aftosa em amostras procedentes de animais suscetíveis, com ou sem sinais clínicos da doença, ou em produtos obtidos desses animais;

c.2) Detecção de antígeno viral específico do vírus da febre aftosa em amostras procedentes de casos confirmados de doença vesicular ou de animais que possam ter tido contato prévio, direto ou indireto, com o agente etiológico;

c.3) Existência de vínculo epidemiológico com outro foco de febre aftosa, constatando-se, também, pelo menos uma das seguintes condições:

c.3.1) Presença de um ou mais casos prováveis de doença vesicular;

c.3.2) Detecção de anticorpos contra proteínas estruturais (ou capsidais) do vírus da febre aftosa em animais não-vacinados contra essa doença;

c.3.3) Detecção de anticorpos contra proteínas não-estruturais (ou não capsidais) do vírus da febre aftosa, desde que a hipótese de infecção não possa ser descartada pela investigação epidemiológica.

3.4. Objetivos dos sistemas de vigilância

De forma geral, os objetivos dos sistemas de vigilância são prevenir, detectar e combater doenças. Mais especificamente, segundo

Drewe e colaboradores (2015) e Thrusfield & Christley (2018) podem ser:

- a) Acompanhar o status sanitário de uma população a partir de medidas de morbidade (prevalência). É importante para verificar se bons níveis de controle de doenças endêmicas estão sendo atingidos ou mantidos e, também, para avaliar a performance das ações implementadas.
- b) Detectar casos ou focos de doenças para subsequentemente desencadear ações de reação. Importante nas estratégias de erradicação de doenças endêmicas.
- c) Detectar precocemente casos/focos/surtos. Aplicável para doenças exóticas, emergentes ou reemergentes a fim de evitar o espalhamento.
- d) Prevenir a (re)introdução de doenças exóticas, permitindo a manutenção de status livre.
- e) Demonstrar áreas livres de doença, especificando os parâmetros de prevalência e nível de confiança.
- f) Adquirir conhecimento para elucidar dúvidas sobre a etiopatogenia de doenças novas. Os sistemas de vigilância implementados para ampliar o conhecimento sobre a encefalopatia espongiforme bovina constituem um bom exemplo (DOHERR *et al.*, 2001).
- g) Produzir informações para alimentar análises de risco, instrumentos muito utilizados para embasar tecnicamente

decisões no âmbito do comércio internacional de animais e seus produtos.

Embora classicamente sejam sempre elencados vários objetivos para os sistemas de vigilância, como exposto acima, Cameron *et al.* (2014) propôs uma síntese bastante interessante desses mesmos objetivos, conforme mostra o Quadro 3.

Quadro 3 – Objetivos dos sistemas de vigilância

| Doença | Objetivo |
|------------------------------|--|
| Presente na população | Descrever o nível e a distribuição de doenças/patógenos e seus fatores de risco; avaliar o progresso de programas de controle ou erradicação. |
| Ausente na população | Detectar a introdução de doenças/patógenos novos, emergentes ou exóticos e seus fatores de risco; demonstrar condição de livre do patógeno/doença. |

Fonte: Cameron *et al.* (2014).

Os objetivos são os grandes norteadores da estruturação de um sistema de vigilância e, em função dessa importância, devem ser bastante claros, detalhados e muito bem justificados (STÄRK *et al.*, 2018). Sistemas de vigilância bem estruturados geram grandes impactos na saúde e bem-estar animal e humano e, conseqüentemente, nos acordos comerciais internacionais (STÄRK *et al.*, 2006).

Até o momento, foram abordados os possíveis objetivos técnicos de um sistema de vigilância, porém existem também os objetivos políticos, muito mais amplos por levarem em consideração os

impactos de tal sistema para toda a sociedade onde está inserido. Configuram bons exemplos de objetivos políticos: 1) manter a sustentabilidade de um determinado setor da indústria de alimentos ou de uma cadeia produtiva; 2) garantir o sustento dos produtores rurais e/ou de certos segmentos das cadeias produtivas; 3) proteger a saúde dos cidadãos; 4) favorecer o desenvolvimento econômico através do estímulo ao comércio de animais e seus produtos.

As ações de vigilância abastecem as autoridades políticas com informações sanitárias de alta qualidade que permitem formular racionalmente políticas públicas direcionadas à saúde animal, que, uma vez implementadas, produzirão desenvolvimento social e econômico.

4. Organização dos sistemas de vigilância

A elaboração de sistemas de vigilância demanda organização e estruturação das componentes de coleta de dados, métodos de análise e disseminação de informações, assim como as estratégias que devem ser adotadas para o controle do espalhamento de uma doença. Para isso, é preciso tomar como base os objetivos do sistema, as características da enfermidade e a unidade epidemiológica de interesse.

4.1. Componentes

As unidades básicas dos sistemas de vigilância são denominadas componentes que, por sua vez, organizam-se em redes e portfólio.

Entende-se por componente uma estratégia isolada, planejada para coletar sistematicamente determinado dado sanitário útil ao propósito do sistema de vigilância. Para os animais de produção, geralmente trata-se de estratégia para detectar propriedades focos da doença; entretanto, pode também ser direcionada para detectar indivíduos infectados.

A rede de vigilância é constituída pelas várias componentes e estruturas associadas que têm um objetivo comum, ou seja, que visam detectar uma doença.

O portfólio é o conjunto de componentes e estruturas associadas que determinada região, estado ou país executam para

combater as várias doenças que são alvo de sistemas de vigilância (HOINVILLE *et al.*, 2013).

Tomando como exemplo um estado que tem apenas e tão somente sistemas de vigilância para brucelose e para tuberculose bovinas, cujos objetivos são detectar focos dessas doenças para subsequentemente sanear-los, pode-se elencar como componentes as seguintes ações:

Brucelose bovina

- componente 1) Pesquisa de anticorpos anti-brucella no leite entregue nos laticínios com subsequente rastreamento do foco;

- componente 2) Sorologia para brucelose em fêmeas reprodutoras de descarte no abatedouro com subsequente rastreamento do foco;

- componente 3) investigação das propriedades onde houve notificação de abortamento.

Essas três componentes representam a rede do sistema de vigilância para brucelose bovina e todos os focos por ela detectados são saneados (reação).

Tuberculose bovina

- componente 1) Detecção de lesões tuberculosas em abatedouros, confirmação laboratorial da presença de *Mycobacterium bovis* nas lesões e subsequente rastreamento do foco;

- componente 2) Realização periódica de estudos transversais com testes tuberculínicos para detectar focos nas propriedades que não abatem animais em estruturas com inspeção de carcaças.

Essas duas componentes representam a rede do sistema de vigilância para tuberculose bovina e todos os focos por ela detectados são saneados (reação).

As cinco componentes descritas acima (três para brucelose e duas para tuberculose) representam o portfólio de vigilância do estado em questão.

Considerando a origem da informação, classicamente as componentes podem ser classificadas como vigilância ativa, passiva ou passiva aprimorada.

Uma componente é classificada como vigilância ativa quando a coleta da informação é planejada e executada pelo investigador, que decide qual informação coletar e de quais animais, realizando ele mesmo a ação. Envolve esforços das autoridades sanitárias na busca

por enfermidades através de investigação epidemiológica ou estratégias de amostragem. A vigilância ativa deve ser apoiada em técnicas que garantam a representatividade da população sob investigação. Assim, componentes de vigilância ativa podem ser planejados para se obter dados de alta qualidade, permitindo, inclusive, a estimação da prevalência. Em função dos esforços envolvidos no planejamento e execução dos trabalhos de campo e de laboratório, são componentes que geralmente apresentam custo elevado.

Quando a informação é simplesmente relatada por um observador, que decide o que e quando relatar, é classificada como componente de vigilância passiva. O exemplo mais conhecido é a notificação de suspeita de animais exibindo sinais clínicos de doença. Entretanto, a notificação não precisa basear-se exclusivamente nos sinais clínicos, pois é desejável que qualquer fator que leve algum indivíduo a suspeitar da existência da doença alvo seja suficiente para que se notifique.

A notificação pode estar sujeita ao viés de seleção, pois sendo um ato voluntário, os produtores rurais podem se abster de comunicar casos suspeitos, subestimando a ocorrência da enfermidade. Estudo conduzido por Kitala e colaboradores (2000), no Quênia, verificou uma diferença de 848 casos/100 mil animais em favor da componente ativa para vigilância da raiva canina quando comparada à passiva. Outra desvantagem do uso exclusivo de vigilância passiva é a impossibilidade de se estimar a prevalência e a incidência em função da ausência de denominador (THRUSFIELD & CHRISTLEY, 2018). Entretanto, as componentes de vigilância passiva são fundamentais na detecção de

doenças exóticas, emergentes ou reemergentes, além de apresentarem custo relativamente baixo (SERGEANT & PERKINS, 2015).

Uma variante importante dessa componente é a notificação negativa, que consiste em reportar a ausência da ocorrência de casos para determinada doença. Nos sistemas de vigilância em saúde animal pode servir como mecanismo para informar que determinada população continua livre da doença (CAMERON *et al.*, 2014).

Nem sempre as componentes podem ser facilmente classificadas em ativas ou passivas. Muitas vezes o processo se inicia pelo relato de um observador (vigilância passiva), mas para a sua conclusão, depende do envolvimento do investigador (vigilância ativa) indo à propriedade para constatar a veracidade do relato e colher amostras, ou mesmo planejando estratégias que estimulem a população de observadores a reconhecer a doença alvo e notificá-la. Assim, surgiu uma terceira classificação para as componentes, a vigilância passiva aprimorada. Como exemplo, pode-se citar os treinamentos para melhorar o reconhecimento de sinais clínicos de determinada doença e reforçar a importância de se notificar casos suspeitos.

Embora, frequentemente, longas discussões sejam travadas para se definir se determinada componente é melhor classificada como vigilância ativa, passiva ou passiva aprimorada, o que tem real importância para o êxito do processo é a descrição precisa da componente, ou seja, que tipo de informação será coletada, de que forma, quem será o responsável pela tarefa e como o dado coletado será tratado para transformá-lo em informação útil.

Os métodos de coleta de informações sanitárias das populações animais variam enormemente, abrangendo os serviços de telefonia, correios, acompanhamento de publicações cotidianas, como jornais e revistas, ou mesmo visitas às propriedades. Todavia, é importante ressaltar que a utilização de aplicativos específicos, desenvolvidos para a internet, tem ganho um espaço cada vez mais importante nesse processo, sobretudo para doenças que produzem sinais clínicos facilmente reconhecíveis pela população.

4.2. Gestão de dados e de informações

Sendo estruturas complexas de coleta sistemática de dados sanitários de populações animais, os sistemas de vigilância geram uma quantidade muito grande de informações que precisam ser organizadas, adequadamente tratadas e analisadas, ou seja, os dados crus precisam ser transformados em informação epidemiológica útil para orientar a tomada de decisões sanitárias e também para ser difundida de maneira eficiente entre os interessados.

Isso envolve a definição e a padronização das informações que serão coletadas pelas componentes, a garantia da qualidade dessas informações (completude), o armazenamento dessas informações em bancos de dados específicos, seguros e compatíveis com softwares de análises estatísticas e epidemiológicas, a definição da metodologia de análise que será utilizada para cada uma das informações coletadas e a forma pela qual os resultados das análises serão expressos em relatórios e comunicados.

Para os animais de produção, as componentes dos sistemas de vigilância podem prever a coleta de informações sanitárias nos mais variados elos das cadeias produtivas: desde a propriedade onde os animais nascem e são criados até o consumidor final do produto, passando pela movimentação de animais, o comércio de medicamentos e insumos, as operações das indústrias lácteas e de carnes, o monitoramento de notícias nos meios de comunicação de massa etc. Dependendo das características do sistema de vigilância, esse esforço de coleta de informações pode ser contínuo ou intermitente e os métodos para a sua obtenção podem incluir visitas às propriedades, preenchimento de formulários físicos ou virtuais, entrevistas por telefone ou por meios eletrônicos, utilização de aplicativos específicos e consultas a banco de dados secundários (HOINVILLE *et al.*, 2013), bem como a implementação de rotinas específicas em abatedouros e laticínios. Por razões óbvias, a completude, integridade e consistência dessas informações de base determinam a qualidade final dos resultados produzidos por todo o sistema; portanto, merece especial atenção dos gestores. Infelizmente, é bastante comum encontrar bancos de dados que apresentem erros, falta de padronização e incompletude no preenchimento, dificultando, inviabilizando ou enviesando a extração e análise das informações.

Como dito anteriormente, as informações de base, produzidas pelas componentes, devem ser armazenadas em bancos de dados e, assim, disponibilizadas para as análises estatísticas e epidemiológicas previamente estipuladas. Basicamente, as análises têm por objetivo produzir informações sobre o andamento e a performance das estruturas que compõem o sistema de vigilância, visando o seu

contínuo aperfeiçoamento e a produção de relatórios e informes. Sempre que possível, as informações devem ser organizadas em tabelas, gráficos e mapas, buscando uma comunicação direta, sintética e eficiente.

As informações geradas pelos sistemas de vigilância devem ser difundidas a todos os segmentos interessados, naturalmente adequando os níveis de confidencialidade e a complexidade da linguagem aos distintos grupos a serem comunicados. Deste modo, todos os atores envolvidos no processo são informados dos resultados práticos advindos dos seus esforços e, conseqüentemente, sentem-se motivados pela atividade que desenvolvem (RISKSUR *Consortium*, 2015). A internet trouxe grande agilidade para a difusão de informações, feita de modo instantâneo para praticamente qualquer lugar do mundo.

5. Tipos de sistemas de vigilância

Os sistemas de vigilância são frequentemente classificados em tipos, porém essa classificação resulta em alguma redundância, inclusive de objetivos. Entretanto, como se trata de terminologia consagrada e bastante difundida na literatura científica, segue abaixo um elenco dos principais tipos de vigilância:

- Vigilância para detecção precoce (*Early-warning surveillance*)

Trata-se do acompanhamento constante dos padrões de saúde de uma população específica com o objetivo de reconhecer qualquer variação diferente da esperada, incluindo surtos de doenças endêmicas (THRUSFIELD & CHRISTLEY, 2018). É de grande importância na detecção de doenças exóticas, emergentes ou reemergentes. Constitui um bom exemplo o sistema de vigilância para detecção da circulação do vírus da doença do Nilo Ocidental nos Estados Unidos da América, representado pela notificação de aves doentes ou mortas, seguida de investigação epidemiológica e testes laboratoriais para a sua confirmação (EIDSON *et al.*, 2001). Outro exemplo é a notificação de doenças vesiculares, seguida de investigação epidemiológica e testes laboratoriais para a confirmação da infecção pelo vírus da febre aftosa.

- Vigilância sindrômica (*Syndromic surveillance*)

Usualmente, tem como foco a detecção de uma variedade de patógenos, incluindo doenças emergentes, ao invés de uma doença ou perigo específico. Utiliza os sinais clínicos ou outras informações

sanitárias que podem preceder o diagnóstico formal. Essas informações podem indicar uma alta probabilidade de mudança no padrão de saúde da população e justificar uma investigação mais aprofundada e até mesmo uma avaliação do impacto que a ameaça pode significar para a saúde da população em questão (HOINVILLE *et al.*, 2013).

Além dos sinais clínicos, podem ser úteis para esse propósito os registros das solicitações de diagnóstico laboratorial, da prescrição e venda de fármacos, da constatação da alteração do manejo de rebanhos, e até mesmo a ocorrência de desastres naturais, como alagamentos (DÓREA; SANCHEZ; REVIE, 2011).

Exemplos interessantes são: 1) o *Small Animal Veterinary Surveillance Network* (SAVSNET), do Reino Unido, que utiliza informações em tempo real provenientes da rede de veterinários associados, relacionadas a resultados de exames laboratoriais, para a vigilância de doenças de animais de companhia (RADFORD *et al.*, 2010); 2) a rápida detecção de um surto da doença da língua azul em ovelhas, através de registros clínicos de veterinários privados da Holanda (ELBERS *et al.*, 2008).

- Vigilância sentinela (*Sentinel surveillance*)

O termo sentinela significa a vigília de determinado fenômeno, indivíduo ou local. Foi utilizado pela primeira vez no âmbito da saúde pública em 1976 por Rutstein e colaboradores (1976), com o intuito de ressaltar a importância de eventos em saúde que pudessem evitar doenças e óbitos. A definição aceita atualmente de vigilância sentinela é caracterizada pela coleta de dados e amostras de sítios específicos,

sensíveis à manifestação de alguma doença ou disseminação de patógenos. Dentre as unidades epidemiológicas que podem servir como sentinelas estão os indivíduos (animais suscetíveis), fazendas, laboratórios e abatedouros, selecionados de forma aleatória, com base em critérios de risco ou mesmo voluntário. A ideia é vigiar o estado de saúde das unidades sentinelas para antecipar-se ao comprometimento da população de interesse (HOINVILLE *et al.*, 2013; PORTA *et al.*, 2014). O uso de primatas não humanos como sentinelas da circulação do vírus da febre amarela é um bom exemplo. Os animais moribundos e mortos em determinada região são recolhidos para diagnóstico e esses resultados podem justificar o desencadeamento de medidas preventivas (BRASIL, 2017).

- Vigilância direcionada (*Targeted surveillance*)

A vigilância direcionada tem como enfoque investigar uma doença específica pela coleta de dados em uma dada população, amostrada com base em ferramentas estatísticas. Geralmente, esta amostragem é realizada em uma parcela da população de interesse que apresenta maior risco de ser afetada. Este tipo de abordagem aumenta a eficiência na detecção. O uso do termo “vigilância direcionada” tem sido desencorajado, pois, por mais que tenha se consolidado, sua abordagem se aproxima muito da vigilância baseada em risco, discutida a seguir (HOINVILLE *et al.*, 2013).

- Vigilância baseada em risco (*Risk-based surveillance*)

A vigilância baseada em risco fundamenta-se na probabilidade de ocorrência de determinado evento, bem como na

magnitude de suas consequências, aplicando um viés proposital para estratificar a população em subpopulações de maior e menor risco. Isso contribui para otimizar o sistema, facilitando a detecção da doença (THRUSFIELD & CHRISTLEY, 2018).

Em síntese, a lógica dessa metodologia é “*procurar algo onde é mais provável que esteja*” (CAMERON *et al.*, 2014). Requer profundo conhecimento da enfermidade alvo, sobretudo dos fatores de risco a ela associados, pois é a partir da individualização e quantificação desses fatores de risco que as estratégias de detecção da doença na população serão desenhadas, resultando em aumento da sensibilidade do sistema de vigilância, pois a busca pela enfermidade torna-se mais eficiente. Um exemplo muito simples é a detecção da infecção por *Salmonella pullorum* em aves. Se a busca pela pulorose for direcionada para as aves jovens, por serem mais suscetíveis, a detecção torna-se mais eficiente do que se abrangesse toda a população de aves (SHIVAPRASAD, 2000).

Assim, a vigilância baseada em risco é uma metodologia que permite canalizar recursos para uma busca direcionada, facilitando a identificação de agravos para melhor proteger a saúde animal e humana (STÄRK *et al.*, 2006; SCHULZ *et al.*, 2017).

Enquanto a epidemiologia define o risco como a simples probabilidade de ocorrência de um evento adverso, a área de Análise de Risco incorpora a essa definição as consequências ou os custos decorrentes da ocorrência desse evento, multiplicando a probabilidade do evento ocorrer pelos danos causados, caso ocorra. Portanto, o risco pode ser entendido como um valor absoluto de

perdas esperadas. Assim, o conceito de risco adotado pela área de Análise de Risco é muito mais útil para se justificar investimentos em sistemas de vigilância (STÄRK *et al.*, 2006).

Existem várias abordagens para se construir um sistema de vigilância com essas características, explorando as informações de risco em diferentes pontos do processo: priorização, demanda, amostragem e análise baseadas em risco (HOINVILLE *et al.*, 2013).

- Priorização baseada em risco: permite ranquear doenças em função de modelos de análises multicritérios e, assim, priorizá-los para a implantação de sistemas de vigilância (exemplos em: MCKENZIE; SIMPSON; LANGSTAFF, 2007; CARDOEN *et al.*, 2009; EUROPEAN FOOD SAFETY, 2011; HUMBLET *et al.*, 2012).
- Demanda baseada em risco (*Risk-based requirement*): a existência de informações detalhadas sobre a situação epidemiológica de uma doença permite diminuir o tamanho da amostra para demonstração de área livre, por exemplo, pois torna possível calcular o tamanho da amostra incorporando elementos de mensuração de risco (exemplo em SCHWERMER; REDING; HADORN, 2009).
- Amostragem baseada em risco: permite incorporar ao delineamento amostral a estratificação em grupos de indivíduos ou regiões com maior risco de exposição, infecção ou transmissão, além do grau de importância das

consequências em função da presença da doença alvo. A lógica é sempre despende um maior esforço onde a probabilidade de detectar a doença é maior (exemplos em: ALBAN *et al.*, 2008; BENSCHOP *et al.*, 2008; TRACEY, 2010).

- Análise baseada em risco: combina informações produzidas por sistemas de vigilância com informações oriundas de outras fontes, sobre uma determinada enfermidade, com o objetivo de desenvolver um modelo preditor da probabilidade de ocorrência desse agravo (exemplo em GUSTAFSON *et al.*, 2010).

Em relação a essas quatro abordagens, pode-se dizer que as duas primeiras se situam no nível estratégico, pois podem justificar a implementação de vigilância para determinada doença. As outras duas abordagens são consideradas operacionais, pois configuram metodologias que permitem racionalizar a alocação de recursos direcionados às ações de vigilância, baseando as decisões em informações epidemiológicas sobre a doença alvo do sistema (STÄRK *et al.*, 2006; HOINVILLE *et al.*, 2013).

Para se estruturar um sistema de vigilância baseado em risco, além de um profundo conhecimento da doença alvo e do ambiente onde será implementado, são também importantes as informações sobre a situação epidemiológica da doença na região: prevalência, distribuição espacial, fatores de risco e as consequências de sua ocorrência.

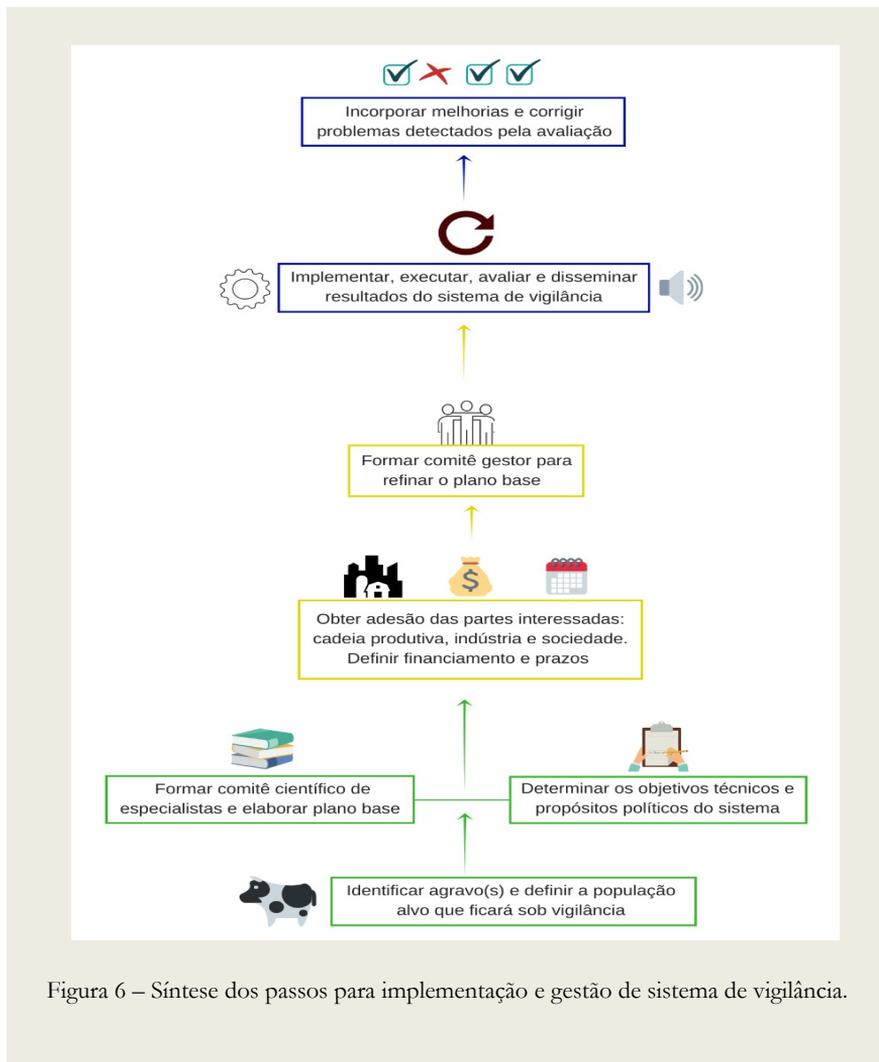


Figura 6 – Síntese dos passos para implementação e gestão de sistema de vigilância.

Capítulo III

Avaliação dos sistemas de vigilância em saúde animal

O objetivo principal de se avaliar de forma contínua um sistema de vigilância é poder identificar deficiências e corrigi-las de maneira rápida e eficiente, melhorando sua performance e seu custo-efetividade. Além disso, a avaliação também visa garantir a fidelidade às proposições iniciais, dar transparência a todos os atores e partes interessadas e assegurar a credibilidade das informações (DREWE *et al.*, 2012). Em síntese, avaliar significa garantir maior qualidade a todas as etapas do processo e, conseqüentemente, aumentar a confiança para a construção de parcerias comerciais entre países (STÄRK *et al.*, 2006).

Alexander Langmuir, ex-diretor da Divisão de Epidemiologia do CDC, foi o primeiro a propor a avaliação dos sistemas de vigilância, em 1986. Dois anos depois, o CDC publicou o primeiro modelo de avaliação, que ainda hoje vem sendo utilizado como base para a construção de propostas mais sofisticadas.

O documento lançado pelo CDC em 1988 foi atualizado em 2001, porém, por ser focado em saúde pública, apresenta algumas limitações para a sua aplicação em populações animais (GERMAN *et al.*, 2001; DREWE *et al.*, 2012).

Epidemiologistas veterinários, procurando mitigar os riscos de espalhamento ou (re-)introdução de doenças em populações animais, têm desenvolvido estratégias de avaliação para melhorar os sistemas de vigilância. Com isso, os modelos de avaliação em saúde animal estão evoluindo e o objetivo a ser alcançado é a definição de protocolos unificados ou, ao menos, equivalentes, para que num futuro próximo haja uma maior homogeneidade nas estruturas de vigilância implementadas pelos países, trazendo maior confiança para os aspectos sanitários associados ao comércio internacional de animais e seus produtos.

Em relação aos modelos propostos para se avaliar os sistemas de vigilância, merecem destaque as seguintes iniciativas:

- Como já mencionado, o primeiro guia de avaliação para sistemas de vigilância foi proposto pelo CDC em 1988, sendo reformulado em 2001 (GERMAN *et al.*, 2001). Contém uma parte descritiva do sistema, onde deve ser detalhada a sua estrutura e organização: doença sob vigilância, propósitos, operação e recursos; na sequência, propõe uma busca por evidências que reflitam o desempenho do sistema, representada pela avaliação minuciosa de atributos, definidos como: simplicidade, flexibilidade, qualidade de dados, aceitabilidade, sensibilidade, valor preditivo positivo, representatividade, oportunidade e estabilidade.
- A Organização Mundial da Saúde (OMS), em 1997, lançou um protocolo de avaliação para sistemas de vigilância

epidemiológica, seguido de aperfeiçoamentos e de complementos publicados em 2001, 2004, 2006 e 2013. Assim como o modelo do CDC, propõe que a avaliação seja centrada nos atributos.

- *Critical Control Points* (CCP) é a identificação de pontos críticos em sistemas de vigilância utilizando uma adaptação da metodologia de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC). Os perigos são reformulados em critérios que permitem avaliar o desempenho do sistema: objetivos, amostragem, coordenação, fatores ambientais, técnicas diagnósticas, coleta, análise e interpretação de dados e comunicação da informação. Questionários e escores são utilizados para identificar os pontos críticos e corrigi-los (DUFOUR, 1999).
- Em 2004, o CDC lançou um guia para a avaliação de sistemas de vigilância voltados para surtos de doenças (BUEHLER *et al.*, 2004), que se inicia com uma descrição do sistema, seguida da avaliação de atributos relacionados com a detecção: rapidez, completude dos dados e representatividade. O desempenho do sistema é avaliado através de sua utilidade, flexibilidade, aceitação, portabilidade, estabilidade e custo.
- O *Surveillance Network Assessment Tool* (SNAT) foi proposto por volta de 2005 com o objetivo de comparar, aperfeiçoar e homogeneizar os sistemas de vigilância adotados pelos

países e ilhas da região do Caribe. Consiste na utilização de questionários para avaliar vários atributos relacionados à organização geral do sistema, aos recursos materiais e às atividades desenvolvidas (LEFRANÇOIS *et al.*, 2007).

- *Analysis Tool for Surveillance Systems* (OASIS - acrônimo de *Outil d'Analyse des Systèmes de Surveillance*): foi idealizado por Hendriks e colaboradores (2011) para avaliação de sistemas de vigilância direcionados a doenças animais e zoonoses. Baseia-se nos já citados guias desenvolvidos pela CDC e OMS e também no SNAT e CCP. A metodologia envolve a aplicação de questionários e escores para avaliação de 78 critérios alocados em 10 seções: objetivos, organização central, organização das atividades de campo, laboratório, ferramentas de vigilância, procedimentos de vigilância, gestão de dados, treinamento, comunicação e avaliação.
- O *Surveillance Evaluation* (SERVAL), elaborado por Drewe e colaboradores (2015) e atualizado em 2017, combina, além da descrição geral do sistema, a avaliação de 22 atributos e análise econômica, em 5 seções: 1) escopo da avaliação, 2) caracterização do sistema, 3) delineamento da avaliação, 4) condução da avaliação e 5) formulação de recomendações e comunicação de resultados.
- A *Evaluation Support Tool* (EVA tool) foi proposta inicialmente em 2013 pelo *The RISKSUR Project Consortium*, em projeto colaborativo entre diversos pesquisadores e

instituições europeias. A ideia central foi desenvolver um *software* para auxiliar na estruturação de protocolos de avaliação para sistemas de vigilância em saúde animal. É baseado na seguinte sequência lógica:

- 1) Por que preciso/quero avaliar meu sistema?
 - 2) O que devo avaliar?
 - 3) Como posso fazer a avaliação?
- A *Surveillance Evaluation Framework* (SurF), desenvolvida por Muellner e colaboradores (2018) para o governo da Nova Zelândia, é um modelo genérico para desenvolvimento de projetos de avaliação aplicáveis à saúde animal, vegetal, ambiental e marítima. Baseia-se em quatro elementos, cada um deles contendo um conjunto de atividades e prevê a utilização de 29 atributos de avaliação organizados em grupos representativos. Esses elementos são:
 - 1) Motivação para a avaliação.
 - 2) Escopo da avaliação.
 - 3) Elaboração e implementação da avaliação.
 - 4) Relatório e comunicação dos resultados da avaliação.

A existência de tantos modelos de avaliação significa que o processo não é trivial, pois sistemas de vigilância são estruturas com alto grau de complexidade; além disso, existe grande variação entre eles. Assim, propor estratégias que sejam aplicáveis a essas estruturas é sempre desafiador.

Entretanto, verifica-se que já existem resultados e consensos importantes no sentido de homogeneizar conceitos, terminologia, metodologia e lógica de processos que permitem avançar em busca de uma equivalência entre os sistemas de vigilância adotados por diferentes países, gerando maior estabilidade e confiança no ambiente das relações internacionais.

Embora existam pequenas nuances entre os modelos de avaliação existentes, a sequência lógica proposta por todos eles pode ser sintetizada nas cinco fases sugeridas por Drewe e colaboradores (2017):

- 1) Definição da finalidade da avaliação.
- 2) Caracterização do sistema de vigilância.
- 3) Delineamento da avaliação.
- 4) Condução da avaliação e formulação das recomendações.
- 5) Comunicação dos resultados.

A Figura 7 traz um modelo esquemático desse processo.

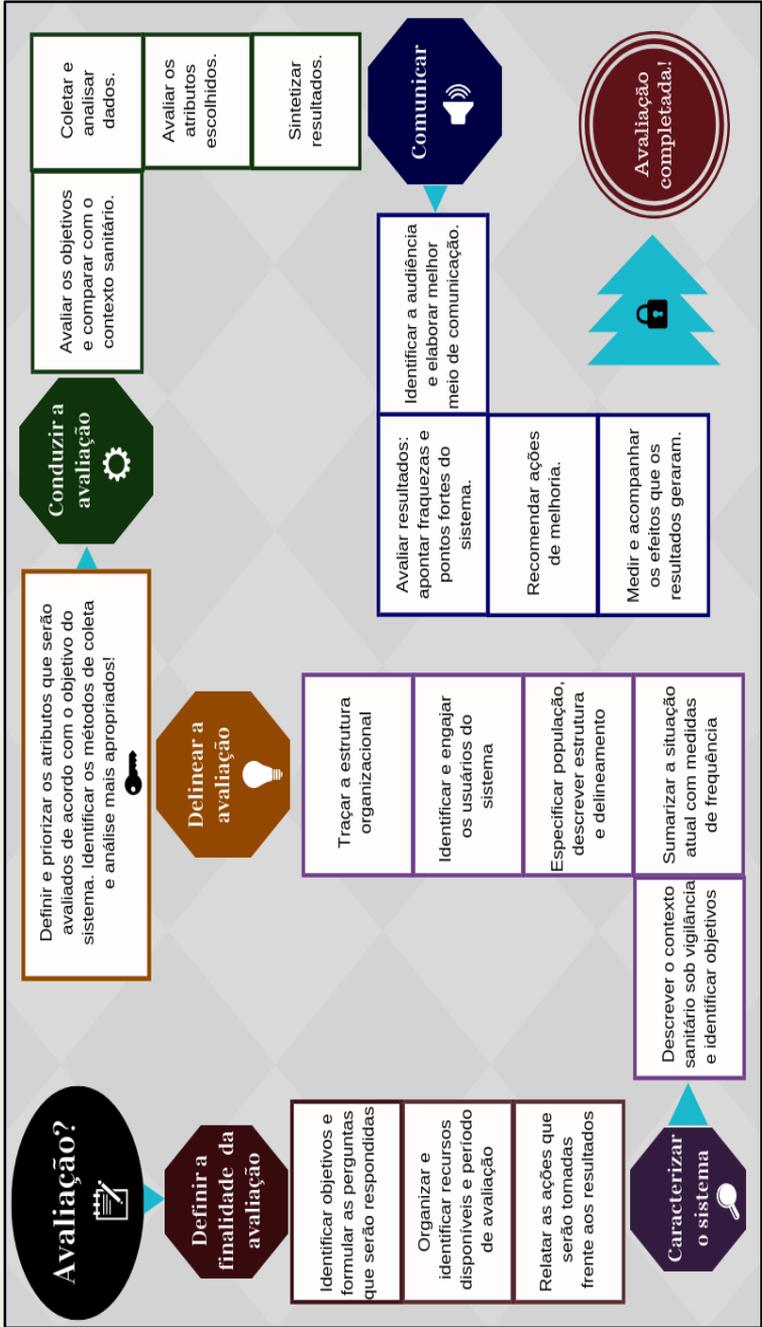


Figura 7 – Etapas para a avaliação de sistemas de vigilância, segundo Drewe e colaboradores (2017).

1. Definição da finalidade da avaliação

A descrição da finalidade da avaliação segue uma sequência de seis passos:

1.1. Identificar claramente o(s) objetivo(s) da avaliação dentre as possibilidades abaixo:

- a) Verificar se o sistema de vigilância está atingindo seus objetivos originais e apontar esses objetivos.
- b) Verificar se o sistema de vigilância é capaz de dar garantias sanitárias para a exportação de animais e seus produtos e, ainda, se permite a incorporação de sugestões feitas por outros países.
- c) Verificar se o sistema de vigilância está agregando valor aos recursos financeiros investidos pelo financiador.
- d) Determinar quanto benefício (monetário ou não) o sistema de vigilância fornece aos seus grupos de usuários.
- e) Identificar os pontos fortes e as deficiências do sistema de vigilância.
- f) Identificar as medidas que possam melhorar o desempenho, eficiência e produtividade do sistema de vigilância.

1.2. Formular a pergunta fundamental da avaliação. Expressar o objetivo da avaliação através de pergunta específica a ser respondida.

1.3. Indicar a motivação da avaliação.

1.4. Definir a organização da avaliação, identificando as pessoas envolvidas e as estruturas administrativas responsáveis pela solicitação e financiamento, através das seguintes questões:

- a) Quem solicitou a avaliação?
- b) Quem está financiando a avaliação?
- c) Quem vai liderar a avaliação?
- d) Quem irá contribuir para a avaliação?
- e) Qual é o pessoal de suporte e administração necessário?
- f) Quem será responsável pela comunicação e relatório?
- g) Quem se beneficiará dos resultados da avaliação?

1.5. Identificar o tempo necessário e os recursos disponíveis para a avaliação, especificando o pessoal e as datas de início e fim e, também, de entrega do(s) relatório(s).

1.6. Indicar o que será feito com o resultado de avaliação.

2. Caracterização dos sistemas de vigilância

A caracterização do sistema nada mais é do que a sua descrição detalhada, abordando 9 itens:

2.1. Indicar o nome do sistema de vigilância a ser avaliado, especificando se é apenas uma das componentes ou todas elas, nomeando-as e explicando como relacionam-se entre si.

2.2. Contextualizar o problema sanitário alvo, especificando o nome da doença ou infecção, seu agente causal (se conhecido), se é zoonótica e se é exótica, endêmica, reemergente, emergente ou nova.

2.3. Sintetizar a situação atual, informando:

- a) Por que é considerada um problema?
- b) Qual é a situação epidemiológica da doença na região alvo?
- c) Qual é o objetivo político do sistema de vigilância?

2.4. Identificar o(s) objetivo(s) do sistema dentre as seguintes possibilidades: acompanhar a prevalência da doença; detectar focos de doenças endêmicas; detectar precocemente doenças reemergentes, emergentes/novas; demonstrar a condição de livre de doença; identificar mudanças nas populações sob risco; melhorar o conhecimento sobre doença nova ou pouco conhecida.

2.5. Especificar qual é a população alvo do sistema de vigilância, informando, se for o caso, a espécie animal, a raça, a idade, o sexo, o tipo de produção e a sua localização geográfica.

2.6. Descrever a estrutura do sistema de vigilância, detalhando, para cada componente:

a) Coleta de dados, informando:

- a.1) Quem é a fonte?
- a.2) Quem os coleta?
- a.3) Onde são coletados?
- a.4) Como são coletados?
- a.5) Como são registrados?
- a.6) Que tipo de dados estão sendo coletados?
- a.7) Existe protocolo de coleta?
- a.8) Pessoal é treinado para coleta?
- a.9) Qual é a definição de caso/foco?

b) Gestão de dados, envolvendo sistema de documentação, protocolos de processamento de informações e procedimentos de verificação de dados, considerando:

- b.1) Como os dados são gerenciados?
- b.2) Quais medidas de segurança são adotadas?
- b.3) Como os dados são armazenados?
- b.4) Como é feita a documentação?
- b.5) Existem procedimentos de garantia de qualidade?

- b.6) Existem protocolos de processamento de dados?
- b.7) Descrição dos procedimentos de verificação de dados.
- c) Análise de dados, descrevendo os métodos utilizados para análise e interpretação dos dados.
- d) Disseminação da informação, envolvendo os métodos utilizados para troca de informações entre as pessoas dos vários níveis do sistema de vigilância, descrevendo:
 - d.1) Meios utilizados para comunicação (e-mail, relatórios, site etc.
 - d.2) Frequência de divulgação.
 - d.3) Consequências e resultados oriundos do sistema de vigilância.

2.7. Detalhar o desenho do sistema de vigilância, descrevendo sua estrutura geral, incluindo:

- a) Qual a origem dos dados (ativa, passiva ou passiva aperfeiçoada)?
- b) É direcionado a uma doença específica, um conjunto de doenças, uma síndrome ou tem escopo geral?
- c) É baseado em notificação de focos, estudos por amostragem ou coleta contínua?

- d) No caso de utilização de estudos por amostragem, detalhar o cálculo do tamanho da amostra e a estratégia de amostragem.

2.8. Detalhar como os usuários do sistema de vigilância poderão participar da avaliação. São usuários:

- a) Os financiadores do sistema.
- b) Aqueles que fornecem os dados de base.
- c) Aqueles que analisam os dados.
- d) Os usuários das informações resultantes.
- e) Quem se beneficia das ações de vigilância.
- f) Quem pode perder se a doença for detectada.

2.9. Detalhar a estrutura organizacional, indicando quem lidera e gerencia o sistema de vigilância, descrevendo brevemente suas funções. Relatar a existência de comitês diretivos e científicos bem estruturados, descrevendo suas funções e responsabilidades.

3. Delineamento da avaliação

Salvo melhor juízo, a seleção dos atributos a serem utilizados na avaliação é a parte mais sensível do processo, visto que, atualmente, a literatura elenca mais de duas dezenas deles (DREWE *et al.*, 2012; MUELLNER *et al.*, 2018). Drewe e colaboradores (2012) sugerem, como regra geral, que a definição de poucos atributos não resultará em uma avaliação consistente e a definição de muitos pode comprometer os objetivos da avaliação pela dificuldade em se reunir e analisar uma quantidade muito grande de dados.

A ideia é escolher os atributos parcimoniosamente em função dos objetivos da avaliação, sendo recomendável recorrer ao apoio de especialistas experientes. A Tabela 2 traz uma lista de atributos elencados inicialmente pelo CDC (GERMAN *et al.*, 2001), combinados aos propostos por Drewe e colaboradores (2012; 2017), Hoinville e colaboradores (2013) e Cai & Zhu, 2015.

Drewe e colaboradores (2017) propuseram uma interessante matriz para seleção de atributos considerando os objetivos do sistema de vigilância, classificando-os em três níveis:

1. Primários, ou os principais a serem considerados para a avaliação.
2. Secundários, ou aqueles que deverão ser considerados se os dados e os recursos assim permitirem.
3. Terciários, ou aqueles que deverão ser considerados apenas se forem realmente importantes.

Logicamente, trata-se de uma abordagem genérica, servindo como um encaminhamento inicial para se proceder à escolha dos atributos que melhor atendem as especificidades do sistema de vigilância em questão. Alguns autores ainda agrupam esses atributos em categorias de acordo com a sua função na avaliação, conforme ilustra a Figura 8.

A Figura 9 traz uma síntese das etapas de avaliação dos sistemas de vigilância, destacando os atributos organizados em categorias.

Tabela 2 - Atributos dos sistemas de vigilância e respectivas definições

| Atributo | Breve definição |
|---|---|
| Aceitabilidade | Disposição de pessoas e organizações em participarem no sistema de vigilância. Este atributo pode estar relacionado com a simplicidade do sistema. |
| Simplicidade | Refere-se à estrutura do sistema de vigilância, facilidade de operação e fluxo de dados através do sistema. Os sistemas de vigilância devem ser tão simples quanto possível, sem deixarem de ser fiéis aos objetivos. Está intimamente relacionada à aceitabilidade e oportunidade |
| Flexibilidade | Facilidade e rapidez em adaptar as operações conforme a necessidade, sem demandar grandes quantidades adicionais de recursos humanos ou financeiros. Dependendo dos objetivos do sistema, caso disponha de boa flexibilidade, é possível incluir novos agravos, bem como alterar a definição de caso ou adaptá-lo a problemas de financiamento. |
| Estabilidade | Consiste em três propriedades: confiabilidade, disponibilidade e sustentabilidade; a confiabilidade se refere ao funcionamento do sistema sem falha em nenhum dos processos, desde a coleta até a gestão de dados. A segunda trata da disponibilidade das funções do sistema quando necessário e, por fim, a sustentabilidade é definida como a solidez do sistema em operar ao longo do tempo. |
| Representatividade | Em que medida as características da população de interesse são refletidas nos dados coletados. Um sistema de vigilância representativo descreve com precisão a distribuição da infecção na população de interesse. Vieses reduzem a representatividade. |
| Qualidade dos dados: completude e acurácia | Completude é a proporção entre o número de dados coletado e o número de dados que deveria ser coletado. Acurácia refere-se ao preenchimento com erros ou variações na grafia e pode ser medida pelo percentual de campos preenchidos em formulário com dados incorretos. |
| Sensibilidade | Pode ser considerada em três níveis: 1) proporção de focos ou de animais infectados que o sistema de vigilância é capaz de detectar, o que requer uma estimativa que indique o número real de focos/casos; 2) probabilidade de o sistema de vigilância detectar um aumento significativo da doença (surto), o que requer uma definição clara do que constitui um surto; 3) probabilidade de a doença ser detectada se presente a um determinado nível (prevalência) na população. |

Tabela 2: Atributos dos sistemas de vigilância e respectivas definições
(Continuação)

| Atributo | Breve definição |
|---------------------------------------|---|
| Taxa de alarmes falsos | É a taxa de falsos positivos ou o inverso da especificidade, ou seja, é a proporção de propriedades/indivíduos detectados como focos/infectados sem que estejam realmente infectados. |
| Oportunidade | Geralmente, é definida como o tempo entre duas etapas em um sistema de vigilância. A escolha dos momentos no tempo pode variar dependendo do objetivo da vigilância. Para a detecção de focos, pode ser definido usando vários momentos no tempo (por exemplo, o tempo entre a exposição ao agente infeccioso e o início de medidas de mitigação de risco, ou o tempo entre o momento em que a doença poderia ter sido detectada e notificada e o momento em que isso realmente ocorreu). Para propósitos de planejamento, oportunidade também pode ser definida como em que medida a vigilância detecta mudanças no tempo para que as ações de mitigação de risco reduzam a probabilidade de disseminação adicional. |
| Disponibilidade de recursos | Análise da disponibilidade, desempenho e qualificação técnica dos recursos humanos e financeiros para execução e manutenção do sistema. |
| Coerência | Interação entre os diferentes componentes de um sistema de vigilância. |
| Cobertura | Refere-se à proporção da população de interesse que é alcançada pelo sistema de vigilância. |
| Consistência ao longo do tempo | Repetição da amostragem dos mesmos locais ao longo do tempo para produzir séries temporais. |
| Integridade | Corresponde à manutenção da formatação, estrutura e conteúdo ao longo do tempo, assegurando consistência e acurácia. |
| Comunicação interna e externa | Deve ser avaliada quanto sua clareza, facilidade e forma de veiculação de informações, de acordo com a audiência a ser atingida. A comunicação interna entre usuários, operadores e gestores também deve ser considerada, tanto quanto a difusão de resultados para organizações internacionais, como a OIE. |
| Gestão de laboratório | Testes realizados usando métodos apropriados de forma rápida e precisa, com garantia de qualidade assegurada. |

Tabela 2: Atributos dos sistemas de vigilância e respectivas definições
(Continuação)

| Atributo | Breve definição |
|---------------------------------|---|
| Gestão de dados | Determina se os métodos de coleta, amostragem e análise são apropriados. |
| Segurança | Medidas tomadas para assegurar a confidencialidade, quando necessária. |
| Interoperacionalidade | Facilidade com a qual um sistema de vigilância pode ser integrado a outro, especialmente de outro país. |
| Portabilidade | Em que medida o sistema pode ser duplicado em outra configuração. |
| Viés | Erro sistemático representado pelo desvio que ocorre entre o valor gerado e o verdadeiro. Isso pode ocorrer entre a prevalência estimada pelo sistema e a prevalência verdadeira na população. Quando a representatividade populacional é satisfatória, o viés é reduzido. |
| Valor preditivo positivo | Probabilidade de que a infecção esteja realmente presente uma vez que é detectada. |
| Valor preditivo negativo | Probabilidade de que a infecção esteja realmente ausente, uma vez que não é detectada. |
| Custo | Analisa todos os recursos utilizados no sistema em termos monetários, técnicos e de infraestrutura. Drewe <i>et al.</i> (2013; 2017) recomenda listar e estimar os custos de cada uma das áreas que recebem recursos, sejam eles fixos e/ou variáveis. É importante listar quem arca com os custos do sistema, e o que cada um paga, incluindo órgãos governamentais, a indústria, os produtores rurais e o consumidor. |
| Benefício | É considerado benefício qualquer ganho ou redução de perda de recursos diretos ou indiretos que o sistema venha a proporcionar. Isso pode incluir a melhora na produção animal, a manutenção ou aumento do comércio animal ou, também, a detecção e resposta sanitária precoce a surtos ou focos de doença, poupando uma quantidade razoável de recursos que seriam gastos caso se espalhasse. |

Tabela 2: Atributos dos sistemas de vigilância e respectivas definições
(Continuação)

| Atributo | Breve definição |
|--|---|
| Impacto | A partir da implementação de um sistema de vigilância espera-se que os objetivos propostos sejam alcançados e que o sistema se mostre útil. Isso é avaliado a partir dos impactos gerados por mudanças em planos de ação baseadas nas informações resultantes do sistema, como por exemplo, medidas profiláticas e de controle. |
| Eficiência econômica | Se o sistema de vigilância produz o efeito desejado sem desperdiçar recursos. Três níveis podem ser definidos: 1) Otimização: maximizar o benefício líquido alcançado para a sociedade através da alocação de limitados recursos para a vigilância e intervenções, evitando perdas resultantes de doenças animais; 2) Aceitabilidade: garantir que os benefícios gerados por uma política de mitigação cubram pelo menos seus custos. Isso é comumente avaliado pela análise benefício-custo; 3) Minimização de custos: garantir que um objetivo técnico para mitigação de doenças (por exemplo, tempo até a detecção) seja alcançado a um custo mínimo sem quantificar o benefício em termos monetários. Isso pode ser avaliado utilizando análises de benefício-custo, custo-efetividade ou de menor custo. |
| Fonte: German <i>et al.</i> (2001); Drewe <i>et al.</i> (2012, 2017); Hoinville <i>et al.</i> (2013); Cai e Zhu (2015) | |



Figura 8 – Agrupamento de atributos de acordo com a sua função

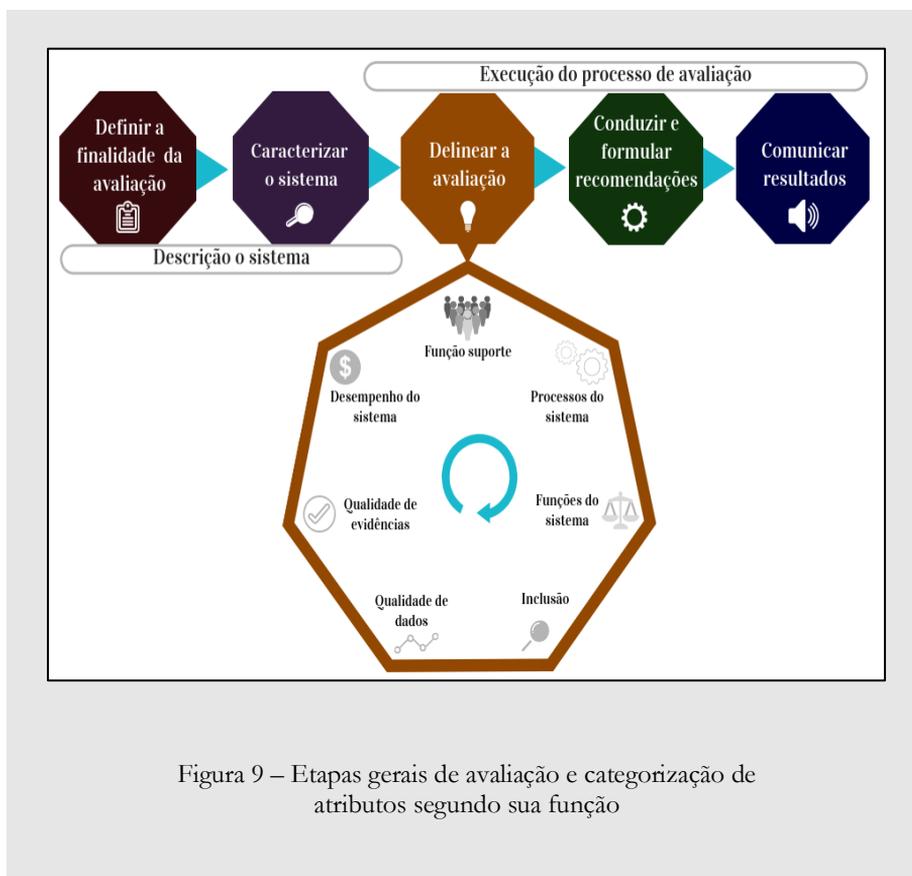


Figura 9 – Etapas gerais de avaliação e categorização de atributos segundo sua função

Embora exista uma longa lista de atributos, alguns deles são importantes para a avaliação de qualquer sistema de vigilância (DREW *et al.*, 2015). A sensibilidade, a eficiência econômica, a qualidade de dados, a taxa de alarmes falsos, a oportunidade e a comunicação são atributos muito frequentemente utilizados nas avaliações dos sistemas de vigilância (DREW *et al.*, 2012).

Comunicação, qualidade de dados, oportunidade e taxa de alarmes falsos podem ser facilmente compreendidos pelo exposto na

Tabela 2. Entretanto, o conceito de sensibilidade e de análise econômica são mais complexos, envolvem cálculos e, por isso, merecem uma abordagem mais detalhada:

▪ **Cálculo da sensibilidade de sistemas de vigilância**

A sensibilidade pode ser calculada individualmente, para cada uma das componentes, ou de forma geral, para todo o sistema de vigilância. É definida como a capacidade de detectar a enfermidade na população sob vigilância, em três níveis (HOINVILLE *et al.*, 2013):

1. Detecção de casos: proporção de rebanhos ou indivíduos que o sistema corretamente detectou como foco/caso dentre todos os que apresentavam a doença alvo.
2. Detecção de surtos: probabilidade de detecção de aumento significativo de casos a partir de uma definição precisa de surto.
3. Detecção pelo nível de presença da doença: probabilidade de detecção da doença caso esteja presente a partir de uma prevalência definida.

A lógica do cálculo da sensibilidade do sistema de vigilância (SeS) é a mesma da empregada para se avaliar testes de diagnóstico utilizando a tabela de contingência:

$$SeS = \frac{\textit{Verdadeiros positivos}}{\textit{Verdadeiros positivos} + \textit{Falsos negativos}}$$

Para as situações em que a doença está homogeneamente distribuída na população e a sua prevalência real foi estimada por teste com sensibilidade perfeita, a SeS é dada por:

$$SeS = 1 - (1 - P)^n$$

onde:

P = prevalência real da doença

n = número de unidades epidemiológicas amostradas

Ainda para as doenças homogeneamente distribuídas na população, porém empregando-se teste com sensibilidade imperfeita, basta incorporar à fórmula anterior a sensibilidade do teste utilizado (Se):

$$SeS = 1 - \{1 - (P * Se)^n\}$$

Para as enfermidades com distribuição heterogênea na população, com estratos mais propensos à doença alvo como faixa etária, tipo de produção, tamanho da propriedade ou sexo, pode-se adotar uma abordagem baseada no risco de exposição desses estratos. Para tanto, é necessário considerar as proporções dos estratos de baixo e alto risco na população e quantas vezes o risco é maior nos estratos de alto risco para se ajustar, proporcionalmente, o risco dos estratos de alto (a) e de baixo risco (b) (Rab). Thrustfield & Christley (2018) propuseram como exemplo uma população cujos animais jovens

representam 20% do total e apresentam um risco três vezes maior para a doença do que o grupo de baixo risco (adultos). Utilizando a fórmula proposta por Cameron e colaboradores (2014):

$$Rab = \frac{1}{(Rr * Pa) + Pb}$$

onde:

Rr = risco relativo entre o grupo de maior e menor risco.

Pa = proporção do estrato de alto risco na população.

Pb = proporção do estrato de baixo risco na população.

Substituindo os valores, temos que:

$$Rab = \frac{1}{(3 * 0,2) + 0,8} = 2,142$$

Admitindo uma prevalência real (P) de 0,05, a utilização de um teste de diagnóstico com sensibilidade (Se) de 0,9 e uma amostra de 25 indivíduos, temos que:

$$\text{Prevalência no estrato de alto risco} = 0,05 * 2,142 = 0,107.$$

Se a vigilância for direcionada para o estrato de alto risco:

$$SeS = 1 - \{1 - (0,107 * 0,9)^{25}\} = 0,920 = 92\%$$

Se a vigilância for executada de forma homogênea na população:

$$SeS = 1 - \{1 - (0,05 * 0,9)^{25}\} = 0,68 = 68\%$$

Outra abordagem que vem sendo implementada com maior frequência é a captura-recaptura (CR), que consiste na utilização de técnicas de amostragem e modelagem estatística que estimem o tamanho de uma população cuja medida censitária não pode ser realizada, ou seja, a população é observada de maneira limitada. Além disso, permite a exploração de medidas populacionais, como a proporção de animais ou unidades epidemiológicas infectadas (prevalência) (VERGNE *et al.*, 2015). O uso da CR para avaliar a sensibilidade de sistemas de vigilância foi empregado inicialmente durante o início dos anos 2000, e tem ganho algum destaque desde então. Os detalhes metodológicos do CR podem ser consultados na revisão realizada por Vergne e colaboradores (2015).

Cameron (2012) recomenda o uso de árvores de cenários para calcular a sensibilidade de sistemas cujo objetivo é provar status de livre de doença. Esta metodologia se resume na atribuição de probabilidades (de risco, de infecção ou de detecção) para cada um dos nós que compõem os ramos de cada cenário.

▪ **Eficiência econômica**

O aspecto econômico é fundamental na avaliação, pois a tomada de decisões, em grande medida, está vinculada a essa informação. Entretanto, análises econômicas confiáveis dependem da existência de dados de alta qualidade sobre custos, benefícios e impacto

dos sistemas de vigilância. Assim, a natureza dos dados econômicos disponíveis e os objetivos da avaliação é que determinam o tipo de análise econômica a ser feita.

A economia é definida como uma disciplina que visa tomar medidas de maneira racional frente a diferentes opções de alocação de recursos escassos. Em outras palavras, significa destinar recursos – na maioria das vezes limitados – de forma a obter os maiores benefícios possíveis (HOWE, 2017).

Todo produto final destinado ao comércio passa por um processo econômico de transformação a partir dos recursos necessários para a sua produção. No caso da Medicina Veterinária, os recursos são os animais e os subsídios necessários para sua transformação em bens de consumo, transporte, companhia ou lazer. A transição entre um recurso (que gera custo) e um produto (que gera valor) conta com a alocação de investimentos de natureza fixa e variável, apresentando um processo não-linear. Isso significa que nesse fluxo de investimento, alguns custos não se alteram e outros variam com o mercado, como ocorre com a ração que depende de diversos fatores para definir um preço. No caso da presença de doenças infecciosas em um rebanho, por exemplo, seus efeitos aparecem como um investimento negativo, aumentando o custo da transformação e, conseqüentemente, diminuindo eficiência econômica na geração de valor do produto final.

Avaliar todos os possíveis impactos de investimentos, bem como traçar critérios que auxiliem essa tomada de decisão quanto à alocação de quaisquer tipos de recursos, são os primeiros passos para nos aproximarmos do sucesso no equilíbrio entre custos

(investimentos) e benefícios (resultados e valor). A alocação de recursos limitados exige escolhas de investimentos que, conseqüentemente, eliminam oportunidades alternativas em detrimento de outras. Por isso, é crucial saber priorizar o que é de fato importante. Para apoiar estas escolhas é preciso avaliar os custos e os impactos a cada uma delas, equilibrando a balança de investimentos e resultados, visando sempre o menor custo frente aos maiores benefícios.

A epidemiologia, de maneira geral, é a maior aliada de uma análise econômica voltada para alocação de recursos em benefício da saúde animal, uma vez que descreve a dinâmica e as complexidades das doenças de interesse em populações animais, servindo como base para priorizar medidas que demandem avaliação econômica (HÄSLER et al., 2011).

Os ganhos resultantes dos sistemas de vigilância são irrefutáveis. Além do controle/erradicação de doenças e, por conseguinte, diminuição de gastos relacionados às perdas causadas pela enfermidade, acrescenta credibilidade e possibilidades de expandir mercados de exportação, atendendo requisitos mais rigorosos de tratados internacionais. Dependendo da política em vigor, a certificação de propriedades livres pode resultar em valorização de produtos e premiações de incentivo. Esse benefício pode ser medido pelo prejuízo evitado em função dos investimentos em medidas de controle (RUSHTON, 2009).

Portanto, a vigilância traz às autoridades sanitárias uma forma bastante confiável de angariar evidências para a tomada de decisões e

alocação de recursos, pois auxilia no direcionamento de políticas públicas em saúde animal.

O primeiro passo para se iniciar a análise econômica é determinar qual será o perfil da avaliação, descrevendo em qual nível e contexto será executada, além de definir os recursos utilizados e os custos atribuídos. Benefício-Custo, Custo-Efetividade e Menor-Custo são as abordagens mais utilizadas para nas análises de eficiência econômica:

- a) Benefício-Custo: está atrelada à quantificação de benefícios e custos gerados pelo sistema de vigilância associado às intervenções propostas. A avaliação é feita em termos financeiros, estimando as perdas evitadas pela execução do sistema e o seu custo. De maneira geral, o processo de análise é simples, pois coloca em uma balança o peso de cada parcela. O primeiro passo é indicar o que será comparado na análise, individualizando as atividades básicas do sistema, as de suporte, as componentes e as intervenções. Além disso, cada um dos elementos apontados deve contar com a descrição de investimentos necessários para seu funcionamento. A seguir, de maneira prática, é preciso medir e atribuir um valor para cada custo e cada benefício gerado, respeitando a mesma unidade monetária.
- b) Custo-Efetividade: compara os custos do sistema de vigilância, expressos em unidades monetárias, com os resultados epidemiológicos alcançados (propriedades infectadas saneadas, focos debelados, mortalidade, eventos adversos etc.). Avaliam-

se os resultados obtidos através de indicadores epidemiológicos, sem considerar os benefícios gerados em moeda, com os gastos para atingir tal resultado.

- c) Menor-Custo: é um tipo de análise de custo-efetividade que compara somente os custos de duas ou mais tecnologias/metodologias/intervenções, uma vez que os efeitos/benefícios de suas implementações sobre a saúde são iguais ou similares.

Häesler *et al.* (2011, 2017), RISKSUR *Consortium* (2015) e RUSHTON (2009) trazem maiores aprofundamentos sobre as metodologias de análises econômicas.

4. Condução da avaliação e formulação das recomendações

Trata-se de verificar se: 1) os objetivos de sistema de vigilância foram claramente definidos e corretamente alinhados ao problema sanitário alvo; 2) os atributos foram coerentemente selecionados e corretamente analisados; 3) a coleta e a análise de dados foram satisfatoriamente descritas e justificadas.

Em seguida, esses dados devem ser organizados de maneira sintética, com o objetivo de embasar as sugestões de melhorias para o sistema de vigilância.

5. Comunicação dos resultados

Para uma eficiente comunicação dos resultados, considerar as seguintes etapas:

- 5.1. Identificar o público-alvo dos resultados da avaliação. O público primário é muitas vezes, mas nem sempre, o financiador do processo. As audiências secundárias são os usuários e as pessoas envolvidas no sistema de vigilância sob avaliação.
- 5.2. Escolher o(s) meio(s) de comunicação mais apropriado(s).
- 5.3. Quando pertinente, apontar as incertezas existentes nos resultados da avaliação e recomendar esforço adicional.
- 5.4. Identificar os pontos fortes e fracos do sistema de vigilância.
- 5.5. Fazer recomendações sobre como as sugestões para melhorar o sistema de vigilância podem ser implementadas na prática. Os resultados da avaliação devem ser utilizados para orientar ações e influenciar decisões e políticas.
- 5.6. Indicar maneiras para se acompanhar a implementação das recomendações e até mesmo quando deve ser feita uma próxima avaliação.
- 5.7. Mensurar o efeito que os resultados da avaliação produziram no sistema de vigilância. É realizado após o término da avaliação, respeitando um período de tempo apropriado.

Considerações finais

Atualmente, os sistemas de vigilância constituem a forma mais eficiente de se combater um grande número de doenças que acometem as populações animais, fornecendo informações de alta qualidade para embasar a tomada de decisões dos gestores.

Para se elaborar bons sistemas de vigilância são necessários o pleno domínio dos métodos epidemiológicos e um sólido conhecimento, tanto da história natural da doença alvo, quanto da população alvo e região onde se encontra. Para se implementar e operar sistemas de vigilância, embora o protagonismo seja dos Serviços Veterinários Oficiais, é necessária uma equipe multidisciplinar composta não só por veterinários, mas também por especialistas em métodos quantitativos, em comunicação e tecnologia da informação, economistas, entre outros.

Para serem exitosos, os sistemas de vigilância têm que nascer de forma pactuada entre todos os segmentos e atores da sociedade envolvidos no processo e, para tanto, é central a importância de Comitês Gestores representativos dessas forças.

Sendo estruturas complexas, os sistemas de vigilância devem ser continuamente avaliados para que possam evoluir de maneira racional e sustentada.

Quando do planejamento inicial, os sistemas de vigilância devem ser tão simples quanto possível, incorporando complexidades na medida em que amadurecem na esteira de avaliações, permitindo ganhos de eficiência sem desperdício.

Referências bibliográficas

ALBAN, L. *et al.* Towards a risk-based surveillance for *Trichinella* spp. in Danish pig production. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 87, n. 3–4, p. 340–357, 2008.

ARBUCKLE, B. S. *et al.* Documenting the initial appearance of domestic cattle in the Eastern Fertile Crescent (northern Iraq and western Iran). **Journal of Archaeological Science**, v. 72, p. 1–9, 2016.

BENSCHOP, J. *et al.* Towards incorporating spatial risk analysis for Salmonella sero-positivity into the Danish swine surveillance programme. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 83, n. 3–4, p. 347–359, 2008.

BLAINEY, G. **Uma breve história do mundo**. 2. ed. Curitiba: Fundamento, 2004.

BOTIGUÉ, L. R. *et al.* Ancient European dog genomes reveal continuity since the Early Neolithic. **Nature Communications**, v. 8, p. 16082, 2017.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Plano de ação para a febre aftosa**: atendimento à notificação de suspeita de doença vesicular. Brasília, DF: Secretaria de Defesa Agropecuária., 2009. v. 1.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Febre amarela**: guia para profissionais de saúde. Brasília, DF: Secretaria de Atenção à Saúde, 2017.

BRONNER, A. *et al.* Why do farmers and veterinarians not report all bovine abortions, as requested by the clinical brucellosis surveillance system in France? **BMC Veterinary Research**, v. 10, n. 1, p. 93, 2014.

BUEHLER, J. W. *et al.* Framework for evaluating public health surveillance systems for early detection of outbreaks: recommendations from the CDC Working Group. **MMWR. Recommendations and reports**: morbidity and mortality weekly report. Recommendations and reports, v. 53, n. RR-5, p. 1–11, 2004.

CAI, L.; ZHU, Y. The challenges of data quality and data quality assessment in the big data era. **Data Science Journal**, v. 14, n. 2, p. 1–10, 2015.

CAMERON, A. R. The consequences of risk-based surveillance: developing output-based standards for surveillance to demonstrate freedom from disease. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 105, n. 4, p. 280–286, 2012.

CAMERON, A. *et al.* **Risk-based disease surveillance: a manual for veterinarians on the design and analysis of surveillance for demonstration of freedom from disease**. 17. ed. Rome: FAO Animal Production and Health Division, 2014.

CARDOEN, S. *et al.* Evidence-based semiquantitative methodology for prioritization of foodborne zoonoses. **Foodborne Pathogens and Disease**, v. 6, n. 9, p. 1083–1096, 2009.

CIPOLLA, C. M. **Miasmas and disease: public health and the environment in the pre-industrial age**. New Haven (CT): Yale University Press, 1992.

CLOTTES, J. Chauvet Cave: the art of earliest times. **American Antiquity**, v. 70, n. 2, p. 384–388, 2005.

DAMGAARD, P. B. *et al.* The first horse herders and the impact of early Bronze Age steppe expansions into Asia. **Science**, New York, v. 360, n. 6396, p. eaar7711, 2018.

DODSON, J.; DONG, G. What do we know about domestication in eastern Asia? **Quaternary International**, v. 426, p. 2–9, 2016.

DOHERR, M. G. *et al.* Targeted screening of high-risk cattle populations for BSE to augment mandatory reporting of clinical suspects. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 51, n. 1–2, p. 3–16, -2001.

DÓREA, F. C.; SANCHEZ, J.; REVIE, C. W. Veterinary syndromic surveillance: current initiatives and potential for development.

Preventive Veterinary Medicine, v. 101, n. 1–2, p. 1–17, - 2011.

DOWDLE, W. R. The principles of disease elimination and eradication. **Bulletin of the World Health Organization**, v. 76, suppl. 2, p. 22–5, 1998.

DREWE, J. A. *et al.* Evaluation of animal and public health surveillance systems: a systematic review. **Epidemiology and Infection**, v. 140, n. 04, p. 575–590, - 2012.

DREWE, J. A. *et al.* SERVAL: a new framework for the evaluation of animal health surveillance. **Transboundary and Emerging Diseases**, v. 62, n. 1, p. 33–45, 2015.

DREWE, J. *et al.*: A generic framework for the evaluation of animal health surveillance Incorporating a worked example from a case study of pre-movement testing for bovine tuberculosis in England and Wales, 2017.

Disponível em:
<https://www.rvc.ac.uk/Media/Default/VEEPH/Documents/SERVAL.pdf>.

DUFOUR, B. Technical and economic evaluation method for use in improving infectious animal disease surveillance networks. **Veterinary Research**, v. 30, n. 1, p. 27–37, 1999.

EIDSON, M. *et al.* Dead bird surveillance as an early warning system for West Nile Virus. **Emerging Infectious Diseases**, v. 7, n. 4, p. 631–635, 2001.

ELBERS, A. R. W. *et al.* Field observations during the bluetongue serotype 8 epidemic in 2006: I. Detection of first outbreaks and clinical signs in sheep and cattle in Belgium, France and the Netherlands. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 87, n. 1–2, p. 21–30, 2008.

ELBERS, A. R. W. *et al.* To report or not to report: a psychosocial investigation aimed at improving early detection of avian influenza outbreaks. **Revue Scientifique et Technique (International Office of Epizootics)**, v. 29, n. 3, p. 435–49, dez. 2010.

EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY. Technical specifications on harmonised epidemiological indicators for public

health hazards to be covered by meat inspection of swine. **EFSA Journal**, v. 9, n. 10, p. 2371, - 2011.

EVANS, A. S. Causation and disease: the Henle-Koch postulates revisited. **The Yale Journal of Biology and Medicine**, v. 49, n. 2, p. 175–95, 1976.

EVANS, B. The social and political impact of animal diseases. **Veterinaria Italiana**, v. 42, n. 4, p. 399–406, 2006.

FAO. **Improved animal health for poverty reduction and sustainable livelihoods**. Rome, Italy: FAO Animal Production and Health Division, 2002. Disponível em: <http://www.fao.org/3/a-y3542e.pdf>.

GERBAULT, P.; POWELL, A.; THOMAS, M. G. Evaluating demographic models for goat domestication using mtDNA sequences. **Anthropozoologica**, v. 47, n. 2, p. 64–76, 2012.

GERMAN, R. *et al.* **Updated guidelines for evaluating public health surveillance systems: recommendations from the Guidelines Working Group**MMWR:recommendations and reports. Atlanta: CDC, 2001.

GUSTAFSON, L. *et al.* Combining surveillance and expert evidence of viral hemorrhagic septicemia freedom: A decision science approach. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 94, n. 1–2, p. 140–153, 2010.

HALLIDAY, J. *et al.* **Surveillance and monitoring of zoonoses**. Swindon, United Kingdom: Department of International Development, 2014. Disponível em: <https://www.gov.uk/dfid-research-outputs/surveillance-and-monitoring-of-zoonoses>.

HÄSLER, B.; DELABOUGLISE, A.; MARTINS, S. B. Achieving an optimal allocation of resources for animal health surveillance, intervention and disease mitigation. **Revue Scientifique et Technique (International Office of Epizootics)**, v. 36, n. 1, p. 57–66, 2017.

HÄSLER, B.; HOWE, K. S.; STÄRK, K. D. Conceptualising the technical relationship of animal disease surveillance to intervention and

mitigation as a basis for economic analysis. **BMC Health Services Research**, v. 11, n. 1, p. 225, 2011.

HARARI, N. Y. **Uma breve história da humanidade**: Sapiens. Porto Alegre: L&PM, 2015.

HENDRIKX, P. *et al.* OASIS: an assessment tool of epidemiological surveillance systems in animal health and food safety. **Epidemiology and Infection**, v. 139, special issue 10, p. 1486-1496, 2011.

HOINVILLE, L. *et al.* **Animal health surveillance terminology final report from pre-ICAHS Workshop**. [S. l.: s. n.]: 2013. Disponível em: https://www.fp7-risksur.eu/sites/default/files/partner_logos/icahs-workshop-2011_surveillance_tewrminology_report_V1.2.pdf.

HOINVILLE, L. J. *et al.* Proposed terms and concepts for describing and evaluating animal-health surveillance systems. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 112, n. 1–2, p. 1–12, 2013.

HOPP, P.; VATN, S.; JARP, J. Norwegian farmers' vigilance in reporting sheep showing scrapie-associated signs. **BMC Veterinary Research**, v. 3, p. 34, 2007.

HOWE, K. S. The allocation of resources for animal health. **Revue Scientifique et Technique (International Office of Epizootics)**, v. 36, n. 1, p. 35–48, 1 jan. 2017.

HUESTON, W. D. Science, politics and animal health policy: epidemiology in action. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 60, n. 1, p. 3–12, 2003.

HUMBLET, M. F. *et al.* Multidisciplinary and evidence-based method for prioritizing diseases of food-producing animals and zoonoses. **Emerging Infectious Diseases**, v. 18, n. 4, 2012.

JIRIMUTU *et al.* Genome sequences of wild and domestic bactrian camels. **Nature Communications**, v. 3, n. 1, p. 1202, 2012.

KAHN, L. H. Confronting zoonoses, linking human and veterinary medicine. **Emerging Infectious Diseases**, v. 12, n. 4, p. 556–61, 2006.

KITALA, P. M. *et al.* Community-based active surveillance for rabies in Machakos District, Kenya. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 44, n. 1–2, p. 73–85, 2000.

KUMAR VERMA, A. *et al.* Strategies for combating and eradicating important infectious diseases of animals with particular reference to India: present and future perspectives. **Asian Journal of Animal and Veterinary Advances**, v. 9, n. 2, p. 77–106, 2014.

LEFRANÇOIS, T. *et al.* The caribbean animal health network (CaribVET) harmonisation and reinforcement of animal disease surveillance focused on emerging diseases. In: INTERNATIONAL CONFERENCE OF THE ASSOCIATION OF INSTITUTIONS FOR TROPICAL VETERINARY MEDICINE, 12th, Montpellier, 2007. Does control of animal infectious risks offer a new international perspective? **Anais[...]**. Montpellier, France: 2007.

MCKENZIE, J.; SIMPSON, H.; LANGSTAFF, I. Development of methodology to prioritise wildlife pathogens for surveillance. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 81, n. 1- 3 SPEC. ISS., p. 194–210, 2007.

MUELLNER, P. *et al.* SurF: an innovative framework in biosecurity and animal health surveillance evaluation. **Transboundary and Emerging Diseases**, v. 65, n. 6, p. 1545–1552, 2018.

OIE - WORLD ORGANISATION FOR ANIMAL HEALTH. **OIE Tool for the Evaluation of Performance of Veterinary Services**. Paris: 2013.

OIE - WORLD ORGANISATION FOR ANIMAL HEALTH. Animal Health Surveillance. *In*: OIE - WORLD ORGANISATION FOR ANIMAL HEALTH. **Terrestrial animal health code**. Paris: 2019. Chapter 1.4.

OIE - WORLD ORGANISATION FOR ANIMAL HEALTH. **Guidelines for animal disease control**. Paris: 2014.

OTTONI, C. *et al.* The palaeogenetics of cat dispersal in the ancient world. **Nature Ecology & Evolution**, v. 1, n. 7, p. 0139, 2017.

PALMER, S.; FOZDAR, F.; SULLY, M. The Effect of trust on West Australian farmers' responses to infectious livestock diseases. **Sociologia Ruralis**, v. 49, n. 4, p. 360-374, 2009.

PETERS, D. H. The application of systems thinking in health: why use systems thinking? **Health Research Policy and Systems**, v. 12, n. 1, p. 51, 2014.

PORTA, M. S. (ed.). **A dictionary of epidemiology**. 6. ed. New York: International Epidemiological Association; Oxford University Press, 2014.

RADFORD, A. *et al.* Developing a network for small animal disease surveillance. **The Veterinary Record**, v. 167, n. 13, p. 472–4, 2010.

RISKSUR PROJECT CONSORTIUM, THE. **Best practices for risk-based and cost effective animal health surveillance in the European Union BEST PRACTICES**. [S. l.: s. n.]: 2015. Disponível em: https://www.fp7-risksur.eu/sites/default/files/documents/publications/riskbasedsurv_BPdoc_FINAL_formatted_03.pdf.

RISKSUR PROJECT CONSORTIUM, THE. **The EVA tool: an integrated approach for evaluation of animal health surveillance systems**. [S. l.: s. n.: 20--]. Disponível em: www.fp7-risksur.eu.

RUSHTON, J. **The economics of animal health and production**. [London]: CABI, 2009.

RUTSTEIN, D. D. *et al.* Measuring the quality of medical care. **New England Journal of Medicine**, v. 294, n. 11, p. 582–588, 1976.

SALMAN, M. D. **Animal disease surveillance and survey systems: methods and applications**. [Iowa]: Iowa State Press, 2003.

SCHWERMER, H.; REDING, I.; HADORN, D. C. Risk-based sample size calculation for consecutive surveys to document freedom from animal diseases. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 92, n. 4, p.

366–372, 2009.

SCHULZ, K. *et al.* Risk-based surveillance: a powerful alternative to conventional surveillance strategies? An evaluation study on the basis of classical swine fever in wild boar. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ANIMAL HEALTH SURVEILLANCE*, 3rd., New Zealand. **Anais** [...]. Rotorua, New Zeland: 2017.

SCHWABE, C. W. **Veterinary medicine and human health**. [Baltimore]: Williams & Wilkins, 1984.

SERGEANT, E.; PERKINS, N. **Epidemiology for field veterinarians: an introduction**. [S. l.]: CABI, 2015.

SHIVAPRASAD, H. L. Fowl typhoid and pullorum disease. **Revue Scientifique et Technique (International Office of Epizootics)**, v. 19, n. 2, p. 405–424, 2000.

STÄRK, K. D. *et al.* Concepts for risk-based surveillance in the field of veterinary medicine and veterinary public health: Review of current approaches. **BMC Health Services Research**, v. 6, n. 1, p. 20, 28 dez. 2006.

STÄRK, K. D. *et al.* Surveillance without intervention: Is there a value? *In: VETERINARY EPIDEMIOLOGY AND ECONOMICS*, 15., Chiang Mai, 2018ISVEE 2018. **Anais** [...]. Thailand: 2018.

THACKER, S. B.; QUALTERS, J. R.; LEE, L. M. **Public Health Surveillance in the United States: evolution and challenges**. Atlanta (Georgia): CDC, 2012. Disponível em: <https://www.cdc.gov/MMWr/preview/mmwrhtml/su6103a2.htm>.

THRUSFIELD, M. V.; CHRISTLEY, R. **Veterinary epidemiology**. 4. ed. Oxford: John Wiley & Sons, 2018.

TRACEY, J. P. Risk-based surveillance of avian influenza in Australia's wild birds. **Wildlife Research**, v. 37, n. 2, p. 134, 2010.

VERGNE, T. *et al.* Capture–recapture approaches and the surveillance of livestock diseases: A review. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 120, n. 3–4, p. 253–264, 2015.

WILLEBERG, P. Animal health surveillance applications: the interaction of science and management. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 105, n. 4, p. 287–296, 2012.

Autores

João Luis Revolta Callefe

É Médico Veterinário pela Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Estadual Paulista *Júlio de Mesquita Filho*, Campus Botucatu (2017), mestre em Epidemiologia Experimental Aplicada às Zoonoses (USP, 2020). Atualmente é Analista de Farmacovigilância da Biovet Vaxxinova.

José Soares Ferreira Neto

É Médico Veterinário pela Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo (1983), mestre em Epidemiologia Experimental Aplicada às Zoonoses (USP, 1987) e doutor em Patologia Experimental e Comparada (USP, 1992). Fez pós-doutorado na Europa em Programas Sanitários (1995). Atualmente, é Professor Titular e Diretor da FMVZ USP, consultor científico do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento e coordenador do Centro Colaborador em Saúde de Animais Terrestres e Aquáticos. É pesquisador nível 1A do CNPq e consultor *ad hoc* de várias instituições de fomento e também de inúmeras revistas científicas. Trabalha com Epidemiologia Veterinária e Programas Sanitários.

Departamento de Medicina Veterinária Preventiva e Saúde Animal

Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia

Universidade de São Paulo

Apoio:

Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)

