Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"

Importância econômica da política de prevenção de doenças avícolas para o Brasil: o caso da Influenza Aviária

Carlos Santos Amorim Neto

Tese apresentada para obtenção do título de Doutor em Ciências. Área de concentração: Economia Aplicada

Piracicaba
2019

Carlos Santos Amorim Neto
Bacharel em Ciências Econômicas

Importância econômica da política de prevenção de doenças avícolas para o Brasil: o caso da Influenza Aviária

versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011

Orientadora:
Profa. Dra. **SÍLVIA HELENA GALVÃO DE MIRANDA**

Tese apresentada para obtenção do título de Doutor em Ciências. Área de concentração: Economia Aplicada

Piracicaba
2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA – DIBD/ESALQ/USP

Amorim Neto, Carlos Santos

Importância econômica da política de prevenção de doenças avícolas para o Brasil: o caso da Influenza Aviária / Carlos Santos Amorim Neto. - - versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011. - - Piracicaba, 2019.

108 p.

Tese (Doutorado) - - USP / Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".

1. Análise benefício-custo 2. Análise de risco 3. Riscos agropecuários 4. Simulação de Monte Carlo 5. Avicultura I. Título

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha orientadora Profa. Sílvia Helena Galvão de Miranda, por todo aprendizado que me foi repassado, tenho muito orgulho de ter sido orientado por ela. Serei eternamente grato pelos aprendizados que me passou e pelas oportunidades que me foram dadas.

As professoras, Mirian Bacchi, Andréia Adami e Lílian Maluf, pelos comentários realizados no exame de qualificação e pelas importantes sugestões recebidas para o aprimoramento desta pesquisa. Ao Rafael Jacomini, Vanclei Zanin e Alexandre Almeida, por aceitarem participar da banca examinadora.

Agradeço aos meus pais, Rita e Amorim, por terem me proporcionado a melhor educação possível. Agradeço a minha família, que me apoiou nesta trajetória. Agradeço também à Aline, minha parceira para todas as horas, por estar sempre ao meu lado e por fazer meus dias plenamente felizes.

Aos meus amigos de Piracicaba, em especial ao Marcos e Leandro, e ao pessoal da *Maison*. Além deles, agradeço aos demais colegas do PPGEA e aos meus amigos que sempre estiveram presentes, em especial ao pessoal de Águas de São Pedro.

Agradeço a todos os professores do Programa de Pós-graduação em economia e aos funcionários da ESALQ.

Agradeço a Dilmara Reischak e ao André Mendonça do Lanagro/SP, pelo tempo e informações prestados, sendo assim possível a construção deste trabalho.

Por fim, gostaria de agradecer aos meus amigos e colegas do Santander, em especial para o time de *Stress Test*, pelo intenso aprendizado e amizade dos últimos anos.

SUMÁRIO

RESUMO 5
ABSTRACT 6
LISTA DE FIGURAS 7
LISTA DE TABELAS 8
1 INTRODUÇÃO 11
1.1 Objetivos 16
2 MERCADO DE FRANGO E SUA IMPORTÂNCIA PARA O BRASIL 17
3 RISCOS AGROPECUÁRIOS E PERDAS ECONÔMICAS 25
3.1 Newcastle e Influenza Aviária 28
3.2 Mensuração de impactos de crises sanitárias no setor de aves 32
3.3 Arcabouço legal para a prevenção e controle de doenças aviarias no Brasil 43
4 METODOLOGIA 51
4.1 Análise benefício-custo 52
4.2 Referencial teórico 53
4.3 Construção dos cenários 55
4.4 Simulações de Monte Carlo 57
4.5 Pontos de partida e situações desenhadas 59
4.5.1 Introdução da doença Influenza Aviaria 63
4.5.2 Abate e morte das aves 67
4.5.3 Queda de exportações e impacto no comércio internacional 68
4.5.4 Mercado de trabalho 72
4.5.5 Mudanças no preço e na demanda interna 73
4.5.6 Custos considerados 74
5 RESULTADOS 77
5.1 Abate e morte das aves 77
5.2 Perdas na produção de carne de frango e ovos 81
5.3 Impactos nas exportações de aves e seus produtos 83
5.4 Mercado de trabalho 88
5.5 Benefícios e custos 90
5.6 Discussão final 95
6 CONCLUSÃO 99
REFERÊNCIAS 101

RESUMO

Importância econômica da política de prevenção de doenças avícolas para o Brasil: o caso da Influenza Aviária

Com a preocupação com os riscos relacionados à sanidade na avicultura, o Programa Nacional de Sanidade Avícola (PNSA), um dos principais instrumentos de política sanitária para este setor, na alçada do governo federal, visa orientar e criar mecanismos para prevenir e combater as doenças avícolas. Entre essas doenças, a Influenza Aviária, as salmoneloses, as micoplasmoses e a Doença de Newcastle são responsáveis pelas maiores perdas do setor a nível mundial. Um dos elementos de maior relevância na estrutura de prevenção da introdução e disseminação dessas doenças é a inspeção de produtos importados nos pontos de entrada do país (portos, aeroportos e fronteiras secas), via serviço de vigilância (Vigiagro/Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA). Destaca-se também o exame de amostras resultantes das ações de fiscalização que, no caso da Influenza aviária (IA) e da Doença de Newcastle, passa pelo serviço de laboratórios oficiais – Lanagros, do MAPA. Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo discutir a importância econômica dessas doenças, principalmente no que se refere aos efeitos sobre o comércio internacional, e avaliar os potenciais impactos que surtos de Influenza Aviária teriam sobre a economia do Brasil. Foram construídos cenários para situações distintas em termos de duração dos efeitos dos choques sobre as vendas externas de frango e outros produtos avícolas e de probabilidades de ocorrência da IA. A partir desses impactos, a proposta foi identificar os benefícios gerados pelo controle e prevenção da introdução da IA em território nacional. Ou seja, estes benefícios foram projetados a partir de perdas evitadas pelo controle e prevenção da doença, destacadamente aquelas resultantes do abate de aves doentes e das que tiveram contato direto com as primeiras e da queda nas exportações de produtos avícolas. As situações foram caracterizadas utilizando parâmetros encontrados na literatura e a partir deles foram realizadas simulações, para uma janela de 10 anos, adotando o método de Monte Carlo. Entre os resultados alcançados, verificou-se que os benefícios dos serviços de prevenção à introdução da IA, aproximados pela atuação do Lanagro/SP e do Vigiagro, superam os seus custos. Esses resultados foram intensificados quando se assumiu um cenário que leva em conta a adoção de instrumentos de gestão sanitária mais modernos, previstos pela Organização Mundial de Saúde Animal (OIE), como a compartimentação. Dentre outros resultados das simulações, a relação benefício-custo apresentou, em média, valores superiores a 3. Embora os resultados se basearam em cenários hipotéticos, construídos com parâmetros e informações de outros países que já vivenciaram crises sanitárias devido à IA, e haja uma subestimação dos custos das políticas sanitárias e a não inclusão dos custos privados (do produtor e da indústria processadora) com a prevenção da doença, eles evidenciaram a importância econômica de se manter uma política sanitária de prevenção à entrada da Influenza Aviária. As perdas projetadas em eventuais situações de crise superaram em grande magnitude as despesas para manutenção das políticas preventivas pelo MAPA. O resultado encontrado demonstra que, comparativamente, a quantia investida em defesa agropecuária é pequena perto do montante que a cadeia produtiva de aves gera de renda e de divisas para o Brasil.

Palavras-chave: Análise benefício-custo; Análise de risco; Riscos agropecuários; Simulação de Monte Carlo; Avicultura

ABSTRACT

Economic importance of the poultry disease prevention policy for Brazil: the case of Avian Influenza

With the concern about the risks related to poultry health, the National Poultry Health Program (PNSA), one of the main health policy instruments for this sector, under the auspices of the federal government, aims to guide and create mechanisms to prevent and combat poultry diseases. Among these diseases, Avian Influenza, salmonellosis, mycoplasmosis and Newcastle disease account for the largest losses in the industry worldwide. One of the most important elements in the structure of prevention of the introduction and dissemination of these diseases is the inspection of imported products at the country's points of entry (ports, airports and dry frontiers), through a surveillance service (Vigiagro/Ministry of Agriculture, Livestock and Food Supply- MAPA). Also noteworthy is the examination of samples resulting from the inspection actions which, in the case of Avian Influenza (AI) and Newcastle Disease, go through the official laboratories service - Lanagros, MAPA. In this context, the objective of this study was to discuss the economic importance of these diseases, especially with regard to the effects on international trade, and to evaluate the potential impacts that outbreaks of Avian Influenza would have on the Brazilian economy. Scenarios were constructed for different situations in terms of duration of shocks effects on the external sales of poultry and other poultry products and the probability of occurrence of AI. From these impacts, the proposal was to identify the benefits generated by the control and prevention of the introduction of AI in national territory. That is, these benefits were projected from losses avoided by the control and prevention of the disease, especially those resulting from the slaughter of sick birds and those who had direct contact with the former and from the drop in exports of poultry products. The situations were characterized using parameters found in the literature and from them were carried out simulations, for a window of 10 years, adopting the Monte Carlo method. Among the results obtained, it was verified that the benefits of the services of prevention to the introduction of AI, approximated by the performance of Lanagro / SP and Vigiagro, exceed their costs. These results were intensified when one takes into account the adoption of more modern health management instruments, as foreseen by the World Organization for Animal Health (OIE), such as compartmentalisation. Among other simulation results, the benefit-cost ratio presented, on average, values above 3. Although the results were based on hypothetical scenarios, constructed with parameters and information from other countries that have experienced health crises due to AI, and there is a underestimation of the costs of health policies and the non-inclusion of private costs (from the producer and the processing industry) to the prevention of the disease, they highlighted the economic importance of maintaining a sanitary policy to prevent the entry of Avian Influenza. The projected losses in eventual crisis situations far outweighed the expenses for maintaining the preventive policies by MAPA. The results show that, comparatively, the amount invested in agricultural defense is small close to the amount that the productive chain of poultry generates income and foreign exchange for Brazil.

Keywords: Cost-benefit analysis; Risk analysis; Agricultural risks; Monte Carlo simulation; Poultry farming

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Evolução da produção de carne de frango (milhões de toneladas) e de ovos no Brasil (milhões de dúzias). 2000-2016.....18
Figura 2 - Participação dos cinco principais Estados produtores de ovos no Brasil entre os anos 2000 a 2016. 19
Figura 3 - Evolução do volume (1000 toneladas) e da receita de exportação de frango (US$ Milhões). Brasil, 1997-2018.....19
Figura 4 - Exportação de carne de frango por representatividade no volume total, Brasil, de 2010 a 2016. 20
Figura 5 - Evolução da produção mundial de carne de frango (Milhões de toneladas) entre os anos 2006 a 2016. 21
Figura 6 – Distribuição mundial da HPAI no segundo semestre de 2015.....30
Figura 7 - Distribuição mundial do HPAI no primeiro semestre de 2017.....31
Figura 8 - Detecção do vírus HPAI (H5N8) em aves selvagens e em produções, na Europa e regiões vizinhas, de novembro de 2014 a fevereiro de 2015 e de outubro a dezembro de 2016. 40
Figura 9 – Fluxograma de atuação após a notificação da suspeita de IA ou DN 45
Figura 10 - Evolução da execução orçamentária e financeira do Lanagro/SP apresentada por tipo de despesa (em milhões R$). 2009-2016. 76
Figura 11 – Dinâmica do preço do frango vivo utilizado nas projeções. Em R$/kg.....80
Figura 12 – Dinâmica do preço do frango resfriado utilizado nas projeções. Em R$/kg.....82
Figura 13 – Dinâmica da cotação do dólar simulado nas projeções. Em R$/U$. 88
Figura 14 – Média da relação benefício-custo das situações simuladas em relação ao cenário com a permanência dos serviços do Lanagro/SP e Vigiagro.....94

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Comparação entre produtores do tipo *village poultry*, pequeno produtor e rebanhos comercias 22
Tabela 2 – - Algumas das principais doenças na produção de frangos de corte, conforme indicado pela OIE..... 27
Tabela 3 - Estudos disponíveis na literatura sobre os impactos econômicos da Influenza Aviaria 34
Tabela 4 – Principais resultados obtidos por autores presentes na literatura específica sobre impactos de IA 42
Tabela 5 – Benefícios identificados e quantificados dos serviços do Lanagro/SP e Vigiagro relacionados à prevenção da Influenza Aviaria no Brasil..... 56
Tabela 6 – Variáveis, distribuições e fonte das variáveis utilizadas nas simulações..... 58
Tabela 7 – Quadro resumo das situações e respectivas premissas avaliadas no cenário *Stress*60
Tabela 8 – Variáveis e fonte das variáveis utilizadas nas simulações 62
Tabela 9 – Proxy para a probabilidade de entrada da Influenza aviária, por estado, conforme dados de Reischak (2016) 65
Tabela 10 – Proxy para a probabilidade de entrada da Influenza aviária, por estado com base nos resultados dos ensaios realizados em aves no Lanagro/SP, referente ao ano de 2015..... 66
Tabela 11 – Países que suspenderam as importações dos EUA devido ao surto de IA em 2014/2015..... 70
Tabela 12 – Efetivo de rebanho e produção de produtos avícolas e valor da produção no Brasil e estados selecionados, 2017..... 78
Tabela 13 – Estatísticas dos impactos de perdas no plantel de galináceos devido a surto de IA – R$ Milhões em valor presente. Simulação Monte Carlo. Brasil, (2018 – 2027)..... 79
Tabela 14 – Estatísticas dos impactos na produção de carne de frango no Brasil devido a surto de IA– R$ Milhões a valor presente. Simulação de Monte Carlo (2018 – 2027)..... 81
Tabela 15 – Estatísticas dos impactos na produção de ovos no Brasil trazidos a valor presente – R$ Milhões (2018 – 2027). 83
Tabela 16 – Estatísticas dos impactos da ocorrência de IA sobre as receitas brasileiras de exportação de aves e seus produtos, situação sem compartimentação. Ano-base 2017. R$ Milhões em valor presente (2018 – 2027). 84

Tabela 17 – Estatísticas dos impactos da ocorrência de IA sobre as receitas brasileiras de exportação de aves e seus produtos, situação com compartimentação. Ano-base 2017. R$ Milhões em valor presente (2018 – 2027). 85
Tabela 18 – Estatísticas dos compensação pela realocação e venda dos produtos exportáveis no mercado nacional, situação sem compartimentação. Ano-base 2017. R$ Milhões (2018 – 2027). 86
Tabela 19 – Estatísticas dos compensação pela realocação e venda dos produtos exportáveis no mercado nacional, situação com compartimentação. Ano-base 2017. R$ Milhões (2018 – 2027). 87
Tabela 20 – Remuneração e número de vínculos no setor de aves no Brasil e estados selecionados, 2017. Em R$ a valores constantes de 2017. 89
Tabela 21 – Estatísticas dos benefícios na remuneração do setor de aves. Ano-base 2017. R$ Milhões (2018 – 2027). 90
Tabela 22 – Estatísticas dos benefícios totais da política de prevenção da entrada da IA no Brasil. Ano-base 2017. Situações de 1 a 7 – R$ Milhões a valores presentes (2018 – 2027). . 91
Tabela 23 – Estatísticas dos benefícios totais da política de prevenção à introdução da IA no Brasil. Ano-base 2017. Situações de 8 a 14 – R$ Milhões em valores presentes (2018 – 2027). 92
Tabela 24 - Estatísticas do indicador benefício/custo. Ano-base 2017.Situações de 1 a 7 (2018 – 2027). 93
Tabela 25 - Estatísticas do indicador benefício/custo. Ano-base 2017.Situações de 8 a 14 (2018 – 2027). 94

1 INTRODUÇÃO

Segundo dados do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA, 2018), o agronegócio nacional representou 21,62% do Produto Interno Bruto (PIB) do Brasil em 2017. Nesse mesmo ano, a soma de todas exportações nacionais representou cerca de 11% do PIB brasileiro, aproximadamente 217 bilhões de dólares, em valores nominais (MDIC, 2018; WORLD BANK, 2018).

Dos 10 produtos mais exportados pelo Brasil, em 2017, sete são do agronegócio e dentre estes, encontram-se as exportações de carne de frango, que somam valor nominal aproximado de 6,8 bilhões de reais (MDIC, 2018). Além de expressiva representatividade no comércio internacional brasileiro, a cadeia da produção de frango, compreendendo desde empresas de genética, alimentação e alojamento, a montante, até os frigoríficos, a jusante, geram mais de 4 milhões de empregos diretos e indiretos (UBABEF, 2011).

Esse cenário positivo da produção e exportação avícola está sob ameaça constante de doenças, das quais se destacam duas, não só pela ótica do comércio internacional, como pela da saúde do consumidor. De acordo com o relatório do Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES, 2007), Influenza Aviária (IA) e Doença de Newcastle (DN) são as enfermidades que mais preocupam esse setor, já que põem em risco a indústria nacional, causando perdas econômicas expressivas: além da perda dos ativos biológicos, há queda no comércio interno e externo.

Segundo Fachinello e Ferreira Filho (2010), caso a Influenza Aviária atingisse as principais regiões produtoras do Brasil, haveria queda de 0,19% no PIB e 0,22% nos empregos, algo da ordem de 11 bilhões de reais, a valores de 2010, e 200 mil postos de trabalho[1]. Também reduziriam o consumo das famílias em 0,28% e as exportações em 0,79%, valor de aproximadamente 1,4 bilhão, também considerando o PIB de 2015, a reais de 2010.

A possibilidade de disseminação das doenças eleva os gastos para seu combate: tanto a IA quanto a DN infectam aves migratórias, espalhando-se rapidamente. No caso da Doença de Newcastle, por exemplo, mais de 230 espécies de aves selvagens podem ser vetores da doença (MAPA, 2013). Desde 2003, o Brasil conseguiu erradicar a DN em oito estados (BNDES, 2007) e não se tem notícias de novos surtos da doença desde 2006, quando atingiu pequenos produtores no Rio Grande do Sul.

[1] Considerando a população economicamente ativa de 2014, e aproximação do PIB de 2015, ambos disponíveis em http://www.ipeadata.gov.br/.

Em relação à IA, nunca houve qualquer caso de gripe aviária em território nacional (UBABEF, 2012; MARTINS, *et al.*, 2015; WAHIS, 2016). Mesmo assim, a Influenza Aviária causa preocupação: Gazzola *et al.* (2016) mostram que, mesmo sem estar presente no Brasil, essa doença é considerada por especialistas como o quarto maior fator de risco para a agropecuária brasileira, razão pela qual o MAPA realiza forte fiscalização nos portos, aeroportos e demais pontos de fronteira (CONAB, 2015). Além disto, há um monitoramento das rotas das aves migratórias que passam pelo Brasil e que são consideradas possíveis pontos de entrada da doença.

Os surtos no início dos anos 2000, em parte da Ásia, causaram mudanças no comércio global com perdas nas exportações, além dos demais prejuízos econômicos com o abate sanitário de aves e o aumento dos gastos para o controle da doença, causando uma perda estimada em U$ 10 bilhões. Ao total, foram mais de 150 milhões de aves sacrificadas ou mortas como resultado dos surtos de 2003 e 2004, que ocorreram no Vietnã, Tailândia, Camboja, Indonésia, China, Japão, Laos e Coreia do Sul. O comércio de aves domésticas nos níveis nacional, regional e internacional foram severamente afetados. Além dos impactos econômicos, ocorreu a morte de centenas de pessoas. Em março de 2004, para o Vietnã e Tailândia, foram registrados 34 casos em humanos confirmados laboratorialmente, onde 22 deles morreram, registrando-se uma taxa de mortalidade em humanos de 70% (TRAMPUZ et al, 2004; FAO, 2005; GILBERT et al, 2008).

O surto nos EUA, em 2014 e 2015, além do grande impacto econômico, com abate de milhões de aves e as perdas nas exportações, alerta para o perigo da IA mesmo nos mercados mais desenvolvidos (WINDHORST, 2015). Mais de 50 milhões de galinhas e perus foram mortos, estas aves correspondiam a 12% do total do estoque de galinhas poedeiras e 8% do total de estoque de perus nos EUA. O surto custou U$ 1,6 bilhão de perdas diretas para o produtor e U$ 3,3 bilhões de custos indiretos na economia local (RAMOS et al, 2017, ÇAKIR et al, 2017; SWAYNE et al, 2017).

A possibilidade da doença infectar pessoas aumenta o grau de preocupação e a rigidez das regras no comércio. Assim, é necessário ao exportador comprovar a adoção das medidas necessárias para prevenir e diagnosticar doenças (BNDES, 2007). Com esse intuito, várias medidas são adotadas no Brasil quanto à biossegurança e devem estar de acordo com os padrões internacionais, estabelecidos no âmbito da Organização Mundial de Saúde Animal (OIE).

A OIE analisa as condições físicas e comportamentais dos animais, bem como as de ambiente e manejo da produção, além do transporte e abate, para evitar doenças e tornar o procedimento mais humanizado (MAPA, 2015). Há um grande esforço conjunto das empresas

envolvidas no setor para prevenir possíveis doenças nos plantéis de aves. Além disso, a exportação da carne de frango é controlada pelo Serviço de Inspeção Federal (SIF) da Secretaria de Defesa Agropecuária (SDA) do MAPA. Em termos de controle sanitário, a SDA também é a responsável pela elaboração e implantação do Programa Nacional de Sanidade Avícola (PNSA) e do Plano Nacional de Controle de Resíduos e Contaminantes (PNCRC), ambas referências mundiais no assunto, e que adotam as práticas internacionalmente exigidas (UBABEF, 2012). Por fim, outras ações como o monitoramento constante de aves migratórias são realizadas, visando a prevenção da introdução da IA (MARTINS et al., 2015b).

A manutenção constante e a melhoria dessas medidas de prevenção e controle sanitário são necessárias, pois ajudam a mostrar aos importadores a procedência e sanidade da carne e de outros produtos nacionais de origem animal. Esse é considerado um dos principais pontos de dificuldades: segundo a CONAB (2015), o Brasil apresenta boas condições produtivas e de mercado para expandir a produção e exportação avícola, sendo que os principais entraves à exportação não são limitações de mercado, mas, sim, as barreiras sanitárias. Isso porque, para proteger o mercado interno, os países podem aplicar instrumentos de política comercial, que se concretizam tanto através de tarifas à importação, quanto por outros meios, conhecidos genérica e amplamente como barreiras não-tarifárias.

Segundo consta no portal do Sistema Integrado de Comércio Exterior (SISCOMEX, 2017), barreiras não-tarifárias são: “medidas e instrumentos de política econômica que afetam o comércio entre dois ou mais países e que dispensam o uso de mecanismos tarifários (tarifas *ad valorem* ou específicas)”. Dentro dessa definição, encaixam-se as barreiras sanitárias e fitossanitárias: quando as medidas sanitárias e fitossanitárias, criadas com o intuito de proteger a vida e a saúde humana, animal e vegetal, tornam-se barreiras ao comércio entre países (SCHLUETER, WIECK e HECKELEI, 2009; INMETRO, 2009; MAPA, 2016b).

O primeiro acordo comercial firmado para favorecer o comércio foi o Acordo Geral sobre Tarifas e Comércio (GATT, em inglês), que entrou em vigor em 1948, em caráter provisório, com intenção de impedir a adoção de medidas protecionistas desnecessárias entre os países. No âmbito do GATT, foi elaborado o *Standards Code*, em 1979, sobre normas e regulamentos técnicos a serem adotados. Em 1994, na Rodada Uruguai, concomitante à criação da Organização Mundial do Comércio (OMC), o Acordo sobre Barreiras Técnicas (TBT, em inglês) foi assinado, aprofundando o *Standards Code*, novamente no sentido de evitar medidas desproporcionais que se tornem obstáculo ao comércio. Dentre as resoluções, estabeleceu-se que as exigências a países estrangeiros deveriam ser equivalentes àquelas direcionadas a

produtores internos (INMETRO, 2009), seguindo o princípio geral do GATT/OMC do Tratamento Nacional (não discriminação entre fornecedores domésticos e externos).

Sem antecedentes no âmbito do GATT, o Acordo sobre Aplicação de Medidas Sanitárias e Fitossanitárias – AMSF (*Agreement on the Application of Sanitary and Phytosanitary Measures* – SPS), assinado também na Rodada Uruguai, atenta para a questão sanitária (INMETRO, 2009). O SPS, assim como o TBT, tem origem no Standards Code, concentrando-se nas medidas de natureza sanitária e fitossanitária cujo foco seja a justificada imposição de requisitos e exigências visando à proteção da saúde do consumidor, sanidade dos rebanhos, fitossanidade dos cultivos e proteção do território nacional.

O SPS reconhece como legítimas as normas estabelecidas pelas seguintes organizações internacionais de cunho científico o Comitê do *Codex Alimentarius*, o Escritório Internacional de Epizootia (Atualmente denominado de Organização Mundial de Saúde Animal) e a Convenção Internacional de Proteção dos Vegetais (CIVP). Ao INMETRO, além de ponto focal do Acordo sobre Medidas Técnicas (TBT) cabe a coordenação do Comitê *Codex Alimentarius* do Brasil (CCAB); enquanto o MAPA é o ponto focal ("*enquiry point*") no Brasil para o CIVP e a OIE.

Uma das atribuições da OMC é impedir a imposição de barreiras injustificadas no comércio entre as nações. O comércio agrícola, porém, não havia sido incluído, formalmente como setor, nas negociações do GATT, até o final do Acordo de Marraquexe, resultante da Rodada Uruguai (1986-1994), quando se constituiu o Acordo Agrícola (AA) da OMC. Contudo, por ter grande importância econômica e social para os países, sobretudo àqueles em desenvolvimento, tem sido alvo de disputas na OMC.

A possibilidade de barreiras ao comércio agroexportador brasileiro é bastante danosa, tanto que esse é entendido como o segundo maior fator de risco para a agropecuária nacional, segundo especialistas do setor, atrás apenas da febre aftosa (GAZZOLA et al, 2016). Seus impactos podem ser severos, causando prejuízos produtivos, amplas perdas econômicas e impactos sociais. Assim, modelos que mensurem esses prejuízos são ferramentas úteis para subsidiar negociações comerciais e políticas públicas que afetem esse setor, inclusive, para definir suas prioridades.

Conforme supramencionado, no âmbito da OMC, regulando as políticas que afetam o comércio agropecuário têm-se, mais diretamente, o Acordo Agrícola (AA) e o Acordo sobre Aplicações de Medidas Sanitárias e Fitossanitárias (AMSF), incluídos no Acordo Constitutivo da OMC (MAPA, 2016b), juntamente com o Acordo sobre Barreiras Técnicas (TBT) que versa

sobre temas também importantes para o setor, tais como a rotulagem. Nesse contexto, os conceitos e estudos sobre sanidade animal e vegetal, qualidade e segurança alimentar, bem como as questões em torno da sustentabilidade evoluem, tornando os cuidados com as exportações cada vez mais rígidos (MAPA, 2016b).

Como já mencionado, no Brasil, há fiscalização constante de aves migratórias em ação conjunta do MAPA, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) e Ministério da Saúde (Martins N. R., Resende, Barrios, & Marin, 2015b), podendo ser realizadas visitas a propriedades, em caso de possibilidade de infecção (MAPA, 2013). Tais medidas ajudam a evitar as doenças nos plantéis de subsistência. Já nas produções comerciais, há análise laboratorial a partir de amostras realizadas regularmente (MARTINS et al, 2015b). Além disso, a infraestrutura utilizada nas instalações, as normas exigidas para a sanidade avícola, por meio do Plano Nacional de Sanidade Avícola (PNSA) e as medidas elaboradas para ação, contenção e erradicação contidas no Plano de Contingência para Influenza e Newcastle[2], tornam mais difícil a entrada de animais infectados e mais ágil a identificação, o controle e a finalização de enfermidades, caso venham a ocorrer.

Os empreendimentos comerciais também podem utilizar o sistema de compartimentação e regionalização (ou zoneamento), descrito pelo capítulo 1.3.5 do Código Sanitário para os Animais Terrestres da OIE e previsto no Acordo SPS. Assim, mesmo na ocorrência de um surto no país, a produção mantém seu *status* da doença, embora, para tanto, precisem seguir uma série de normas que garantem a idoneidade de sua produção, descritas na Instrução Normativa 21/2014 do MAPA. Para propriedades que adotam a compartimentação[3], em casos de focos da doença, caso ocorram, os impactos são limitados.

As análises laboratoriais são parte essencial da manutenção do *status* sanitário quanto à doença, sendo que, no Brasil, o diagnóstico para as suspeitas clínicas da Influenza aviária e doença de Newcastle no plantel brasileiro é feito no Laboratório Nacional Agropecuário (Lanagro) localizado em Campinas, no estado de São Paulo (SP). O Lanagro/SP, em conjunto com outras cinco unidades laboratoriais distribuídas em Goiás, Minas Gerais, Pará, Pernambuco e Rio Grande do Sul, fazem parte do MAPA e atuam como referência nacional em

[2] O Decreto nº 5.741, de 30 de março de 2006, institui o Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária (SUASA). Na Seção I do Capítulo VII, que trata dos controles de crises, estabelece que este sistema disporá de Manual de Procedimentos de Gestão de Crises, dando origem ao Plano de contingência para influenza aviária e doença de Newcastle.

[3] O Brasil apresenta quatro compartimentos avícolas, todos eles certificados pelo MAPA (Avicultura Industrial, 2018a; Avicultura Industrial, 2018b; Avicultura Industrial, 2017).

assuntos laboratoriais, realizando auditoria em laboratórios credenciados e ações de pesquisa, desenvolvimento e inovação em métodos analíticos.

No que tange ao setor avícola, o Lanagro/SP, além de identificar e atestar a ausência dessas doenças, atua na avaliação da conformidade de produtos avícolas importados, junto com o Vigiagro, da produção nas granjas e frigoríficos nacionais, realizada em conjunto com o Departamento de Saúde Animal (DSA) e com o Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal (DIPOA) e na análise de amostras colhidas das aves migratórias, também com o DSA.

O Lanagro/SP é reconhecido pela Organização Mundial de Saúde Animal (OIE) como um dos laboratórios no mundo que atua como referência no diagnóstico da Influenza Aviária (IA) e da Doença de Newcastle (DNC) (MAPA, 2018b). O Lanagro/SP possui um papel fundamental e estratégico na manutenção da sanidade das granjas e as exportações de carne de frango e ovos livres de Influenza aviaria, provendo os serviços essenciais de realização dos ensaios laboratoriais para IA e DNC, inclusive para monitoramento de 100% das importações de material genético avícola, no âmbito da política de prevenção à sua entrada.

1.1 Objetivos

O principal objetivo desta pesquisa é discutir a importância econômica das doenças de Newcastle e Influenza Aviária para o setor avícola brasileiro e avaliar os impactos que surtos de Influenza Aviária teriam sobre a economia do Brasil. Ou seja, analisar a magnitude do seu risco econômico, bem como demonstrar a importância dos serviços de defesa agropecuária no contexto de prevenção e controle da doença de interesse.

Os objetivos secundários deste trabalho são:

- Descrever o arcabouço legal para a prevenção e controle de doenças aviárias no Brasil;
- Demonstrar a importância dos serviços prestados pelo Lanagro e Vigiagro, especialmente do Lanagro/SP, no contexto de prevenção e controle das duas doenças de interesse;
- Mensurar os benefícios (perdas evitadas) econômicos das políticas para prevenção e controle da IA e compará-los aos custos das políticas de prevenção à entrada dessa doença, particularmente no que tange às ações de vigilância nos pontos de entrada e de ensaios dos laboratoriais oficiais do MAPA.

2 MERCADO DE FRANGO E SUA IMPORTÂNCIA PARA O BRASIL

Desde a década de 1990, o Brasil tem apresentado crescimento acelerado no setor avícola, ocupando a posição de terceiro maior produtor e líder mundial no comércio internacional, exportando para 142 países ao redor do mundo (MAPA, 2017). O modo de produção predominante no Brasil adota alto padrão técnico e científico, utilizando o melhoramento genético das aves e o modelo de produção intensiva. Tais fatores são os principais responsáveis pela posição atual do país entre os maiores do mundo.

A integração da cadeia produtiva, com a parceria entre produtores e agroindústrias, também se configura como fator importante, pois possibilita maior controle dos animais, tanto do ponto de vista sanitário como de alimentação e higiene dos recintos, contribuindo para o aumento da produtividade e para a produção de animais mais saudáveis e próprios ao consumo (UBABEF, 2012).

Além da produção de aves para corte, a produção de ovos (avicultura de postura) também é expressiva no Brasil. Segundo estatísticas da *Food and Agricultural Organization of the United Nations* (FAO), o Brasil foi o 7º maior produtor mundial em 2012, embora seu consumo de ovos per capita seja relativamente baixo, ocupando a 68ª posição no ranking mundial (DOS SANTOS FILHO, SCHILINDWEIN, & SCHEUERMANN, 2009). A comercialização de ovos movimentou 3,77 bilhões de reais no Brasil em 2015, segundo dados de Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2017). Desse montante, 26% foram obtidos no estado de São Paulo.

O clima favorável e o alimento amplamente disponível para as aves simplificam e barateiam a produção nacional, reduzindo custos com ventiladores e aquecedores e com o transporte de rações para as aves (UBABEF, 2012). Sendo assim, o setor tem sido impulsionado e ganha cada vez mais destaque internacionalmente. A Figura 1 apresenta a evolução da produção nacional de carne de frango e de ovos entre os anos 2001 e 2016.

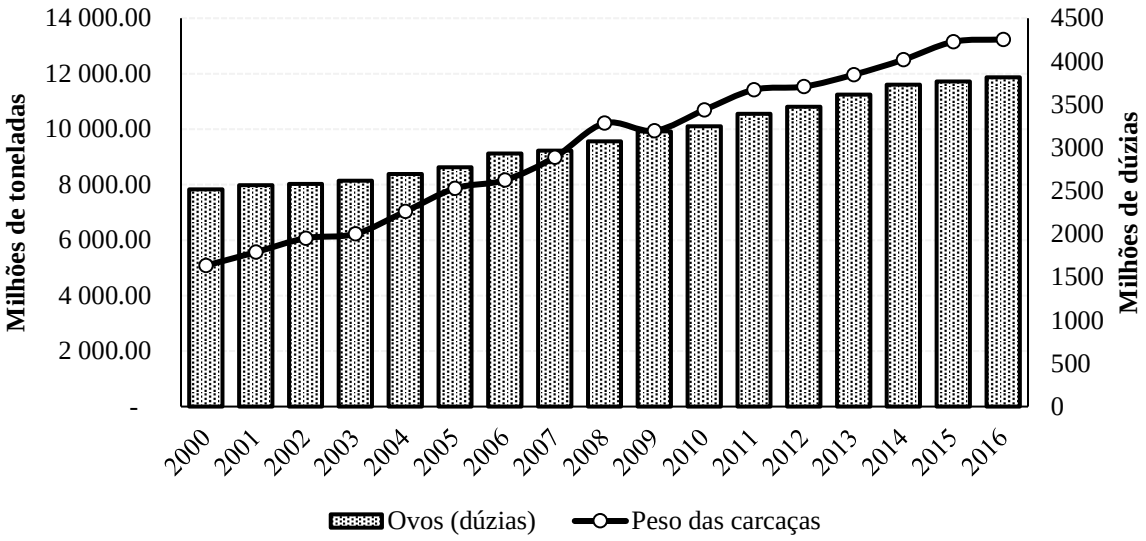

Figura 1 - Evolução da produção de carne de frango (milhões de toneladas) e de ovos no Brasil (milhões de dúzias). 2000-2016
Fonte: Elaborado pelo autor com dados do IBGE (2018).

Com alguns desses aspectos favoráveis, a região sul é responsável por aproximadamente 65% da produção e abate, sendo o Paraná o principal estado produtor, com representatividade de 33% na produção nacional, seguido por Santa Catarina e Rio Grande do Sul, com participação 16% e 14%, respectivamente (Associação Brasileira de Proteína Animal - ABPA, 2017). Do volume produzido, o mercado interno consome 66%, e o restante é destinado para exportação, realizada por esses mesmos estados, com as seguintes participações: 35% pelo Paraná, 23% por Santa Catarina e 17% pelo Rio Grande do Sul (ABPA, 2018).

Já no mercado de ovos, ao longo dos últimos 15 anos, 11 estados no Brasil foram responsáveis pela produção de 90% dos ovos de todo o país. Desses, São Paulo, Paraná, Minas Gerais e Rio Grande do Sul acumularam, continuamente, resultados acima de 60% do total produzido. A Figura 2 mostra a contribuição dos cinco maiores estados produtores de ovos entre os anos 2000 e 2016. A concentração dessa produção apresenta queda tênue e consistente ao longo dos anos, cedendo lugar a outros estados onde a atividade se expande, tais como Espírito Santo, Mato Grosso e Pernambuco.

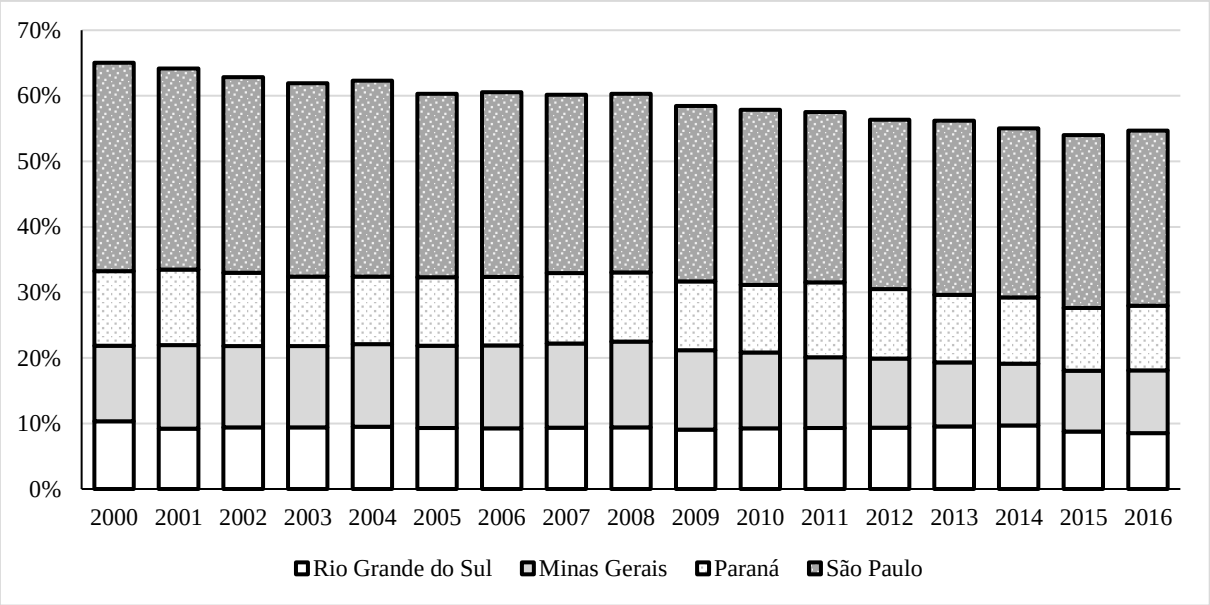

Figura 2 - Participação dos cinco principais Estados produtores de ovos no Brasil entre os anos 2000 a 2016.
Fonte: Elaboração própria com base em IBGE (2018).

A expectativa é de que, até 2020, 48,1% das exportações mundiais de frango sejam brasileiras (MAPA, 2016). Por enquanto, até o ano de 2017, a exportação de frango brasileira representou quase 36% do total mundial, parcela 31% maior que a dos Estados Unidos, que é o segundo maior exportador do produto (ABPA, 2018). A Figura 3 mostra a evolução da exportação do frango nacional desde o final da década de 1990 até dezembro de 2018.

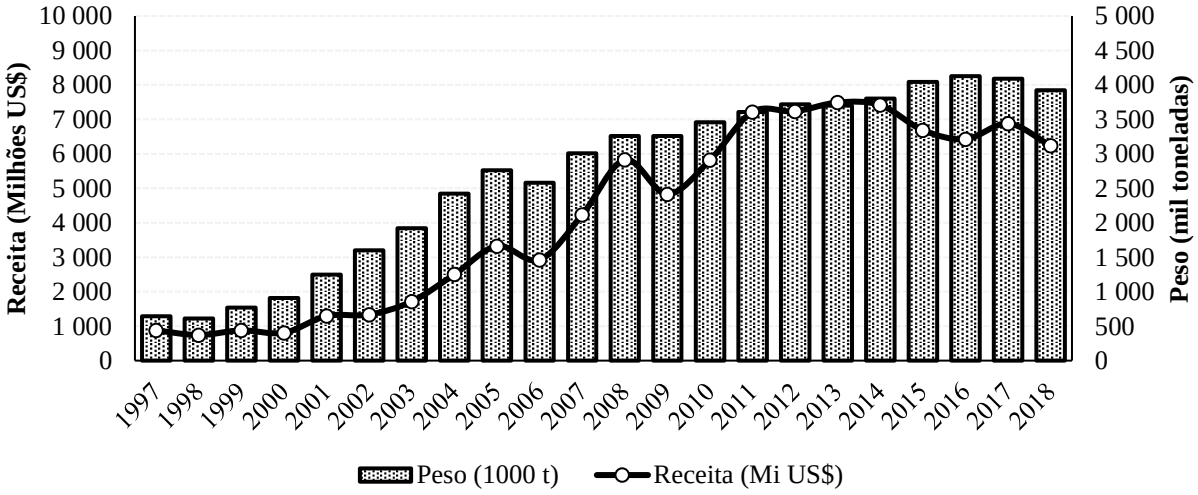

Figura 3 - Evolução do volume (1000 toneladas) e da receita de exportação de frango (US$ Milhões). Brasil, 1997-2018
Fonte: Elaborado pelo autor com dados de Comex Stat (2019).

Em 2015, a exportação de carne de frango representou cerca de 3,3% de toda receita cambial auferida pelo Brasil, sendo o 4º produto com maior valor de exportação, considerando os itens tarifários a oito dígitos da Nomenclatura Comum do Mercosul, atrás apenas de soja, minério e derivados de petróleo (Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços - MDIC, 2017). De toda carne exportada, há preferência por carnes inteiras e por pedaços de frango congelados. Desde 1997, ao menos 30% do total de exportação de carne de frango referiu-se ao primeiro grupo e ao menos 40% do total, ao segundo. Em 2015, a demanda por importação atingiu cerca de 60% para carne em pedaços e 30% para frango inteiro. O restante fica dividido entre carnes salgadas, conservas e carnes refrigeradas.

A Figura 4 mostra a exportação de carne de frango entre os anos de 2010 e 2016, segmentando-a pela representatividade do volume das categorias de produtos vendidos. A figura evidencia que, nos últimos anos, o frango inteiro vem perdendo espaço para o frango em pedaços.

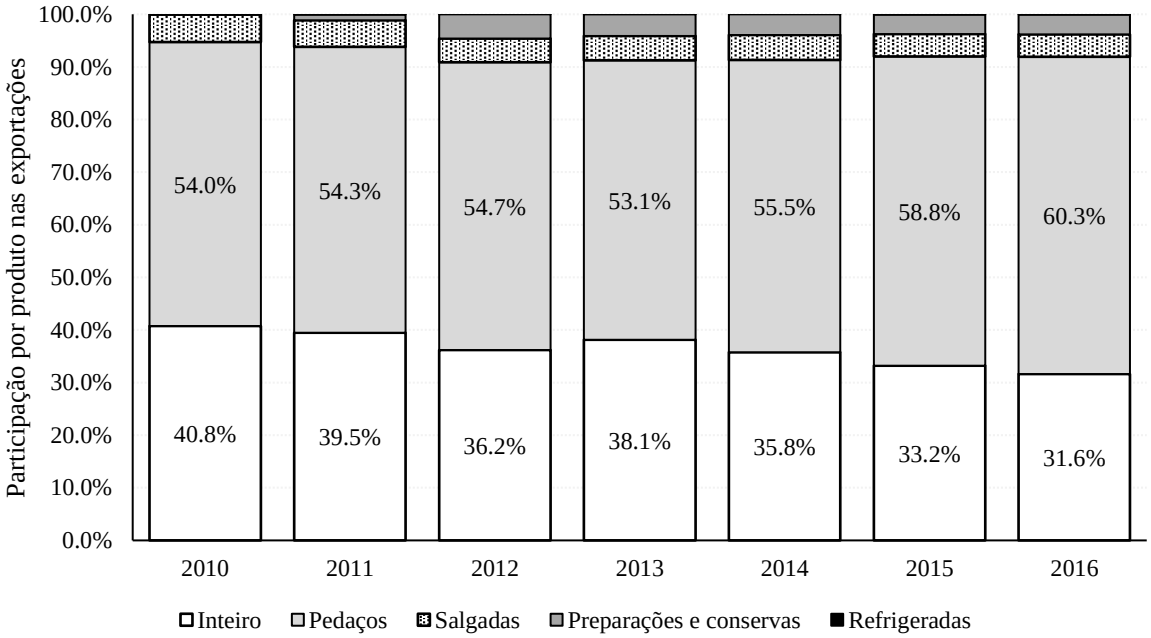

Figura 4 - Exportação de carne de frango por representatividade no volume total, Brasil, de 2010 a 2016.
Fonte: Elaborado pelo autor com dados de ALICEWEB (2017)
Nota: A participação de Carne Refrigerada foi abaixo de 0,1% entre 2010 e 2016.

Em 2015, um quinto do total exportado foi enviado para a Arábia Saudita, maior parceiro comercial do país em se tratando da carne de frango congelada, fresca ou refrigerada, incluindo miúdos. Além desse país, Japão, China, Emirados Árabes e Venezuela compõem o grupo dos cinco maiores importadores de carne de frango, segundo dados do MDIC. As cinco

principais empresas exportadoras de 2015 foram a BRF, JBS, AURORA ALIMENTOS, COPACOL e C.VALE (ABPA,2017).

De acordo com dados de USDA (2017), a produção mundial de carne de frango tem crescido ano a ano, apesar da tendência de queda na taxa de expansão da produção, no geral, entre 2006 e 2016, conforme ilustrado pela Figura 5. Estados Unidos, Brasil e China destacam-se como importantes produtores mundiais, sendo responsáveis por metade da produção total (ABPA, 2016; USDA, 2016). Além disso, a China é a principal produtora mundial de ovos de galinha. Em 2013, a indústria chinesa produziu mais de 40 milhões de dúzias de ovos de acordo com dados também de FAOSTAT (2017).

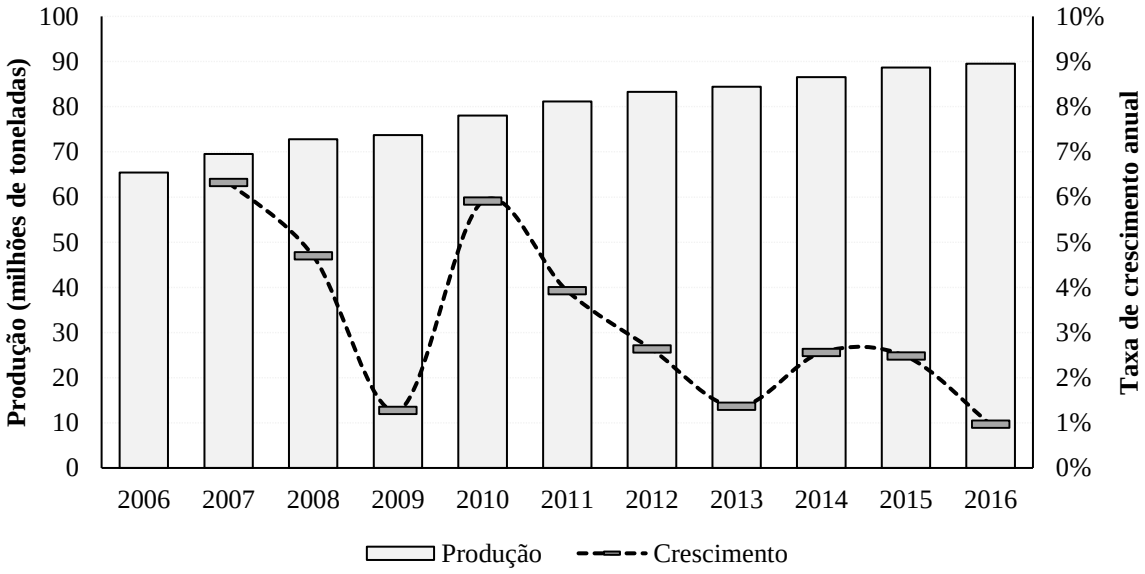

Figura 5 - Evolução da produção mundial de carne de frango (Milhões de toneladas) entre os anos 2006 a 2016.
Fonte: Elaborado pelo autor a partir de USDA (2017)

Os sistemas de produção podem variar bastante entre si: enquanto os principais países produtores adotam um modelo de produção intensivo, altamente tecnológico, em outros países ocorre o oposto, sendo encontrados sistemas de criação extensiva e menos tecnificados. De maneira simplificada, a FAO (2004) utiliza um padrão para mostrar algumas diferenças entre três sistemas de produção com tamanhos diferentes: *Village Poultry*, pequeno produtor e a produção comercial, cujos rebanhos apresentam tamanho pequeno, médio e grande, respectivamente. A Tabela 1 mostra essas diferenças.

Tabela 1 - Comparação entre produtores do tipo *village poultry*, pequeno produtor e rebanhos comercias

Critério	***Village poultry***	**Pequeno produtor**	**Produtor comercial**
Rebanho	Pequeno	Médio	Grande
Idade	Idade variada	Mesma idade	Mesma idade
Habitação	Árvores, recintos simples para a noite	Construído para guardar as galinhas por todo o período	Grandes habitações
Fonte de substituição de estoque	Incubação natural	Compra de aves de um dia	Incubação artificial ou compra de aves de um dia
Fonte de alimento	Resíduos e restos, cereais se disponível	Ração comercial se disponível, ocasionalmente ração preparada com recursos locais	Ração comercial
Sistema	Envolve culturas e produção extensiva de outros animais*	Geralmente intensivo	Intensivo
Recursos veterinários	Nenhum, vacina contra DN	Controle de doenças bacterianas, parasitárias e virais, essenciais para produção eficiente	Controle de doenças bacterianas, parasitárias e virais, essenciais para produção eficiente
Produção	Baixa, melhora com cuidados em nutrição, controle de doenças, abrigo contra predadores	Moderada	Alta, grande quantidade de recursos utilizados
Acesso a mercados urbanos	Limitado	Moderado	Extensivo
Diversidade genética	Extensivo	Moderado-limitado	Limitado

Fonte: Extraído de FAO (2004).
*Extensivo, nesse caso, quer dizer que os animais ficam soltos na propriedade.

O *Village Poultry*, também conhecido como *Family Poultry*, *Backyard Poultry*, *Scavenging poultry*, ou *Smallholder poultry* desempenha um importante papel na redução da pobreza, contribuindo para a segurança alimentar e econômica das famílias que o adotam[4] (ALDERS, AWUNI, *et al.*, 2013; FAO, 2014; HENUK, 2015). Esse modelo tem sido amplamente estudado e desenvolvido principalmente na Ásia, África e América Latina[5], sendo

[4] Devido ao seu potencial de reduzir a fome, existem algumas campanhas e manuais de incentivo, como é o caso de: (i) *Family Poultry interactions with other production systems (forestry, tree crops, annual crops, large animals, fisheries, etc): Nutritional opportunities and constraints;* (ii) *Family Poultry Development* e; (iii) *Decision Tools For Family Poultry Development*, todos lançados pela FAO. Com a mesma intenção, as Nações Unidas lançaram o *2014 International Year of Family Farming* (Henuk, 2015).

[5] O número de trabalhos que falam sobre o tema é bastante expressivo, tratando do assunto em várias partes do globo, tanto em documentos técnicos quanto em estudos de caso. Alguns exemplos são: "*The role and production systems of native chickens in Nigeria*" (Bisi et al, 2015); "*Native chickens and their production systems in Indonesia*" (Henuk et al, 2015); "*Strategies for developing family poultry production at village level – Experiences from West Africa and Asia"* (Riise, Permin e Kryger, 2005).

direcionado a países em desenvolvimento (FAO, 2002; FAO, 2014). Diversas iniciativas conjuntas em âmbito mundial[6] procuram aprimorar as ferramentas desse sistema: desde a forma de se implantar o modelo até o melhoramento genético das raças utilizadas. Estudado e adotado inicialmente por Egito, Índia, Indonésia, Nigéria e Zimbábue, o formato mais extensivo foi seguido por outros países como Bangladesh, Burquina Faso, Tanzânia e Tailândia. Recentemente, Brasil, Índia, Senegal e Suazilândia, também demonstraram interesse pela produção menos intensiva, que pode até mesmo suprir as demandas mais locais (FAO, 2008; FAO, 2014).

O Brasil possui mais de 90% da avicultura baseada no sistema integrado, que une agricultores e empresas do agronegócio (UBABEF, 2012). No enquadramento proposto pela FAO (2004), descrito na Tabela 1, corresponde ao sistema intensivo. Ao setor, o sistema integrado permite maior padronização do produto, o que tende a facilitar as exportações, além de facilitar a adoção de práticas sanitárias exigidas pelo PNSA dentro da porteira, já que o integrador orienta e determina que tais práticas sejam seguidas. Aos agricultores, se, por um lado, o sistema integrado garante a comercialização do produto, por outro, pode impedir maiores ganhos, uma vez que o pagamento é determinado pelo integrador conforme a eficiência produtiva e exige elevado aporte inicial de recursos.

A compreensão do perfil e funcionamento dos sistemas de produção em cada país e/ou região é de grande importância, uma vez que a pequena produção tem maior fragilidade sanitária, com o plantel mais suscetível ao contato com aves migratórias infectadas, o que potencializa a capacidade de disseminação da doença. Assim, a seguridade familiar e a sanidade de uma região, ou mesmo de um país podem ser comprometidas em caso de introdução de doenças exóticas. Uma vez que uma região seja afetada, não é possível garantir a sanidade dos empreendimentos comerciais, podendo resultar em perdas econômicas expressivas com prejuízos nas exportações e na comercialização interna.

Para evitar que a infecção em um ponto afete todo um país, a OIE (2017), no capítulo 4.3 do Código de Sanidade de Animais Terrestres, estabelece o conceito da regionalização (ou zoneamento) e a compartimentação. Segundo consta no material, dada a dificuldade de se garantir o *status* de livre de certa doença em todo um país, dividir o território em várias regiões, atribuindo diferentes *status*, poderia ser benéfico, consistindo no que se denomina de regionalização ou zoneamento, provisão expressa no artigo 6º do Acordo SPS. Ainda, é possível

[6] Algumas iniciativas são o *Kyeema Foundation*, o "*International Network for Family Poultry Development*" (INFPD), ou o Danida.

a uma unidade produtiva, adotar procedimentos gerenciais e de criação, tais que a garantam como livre de uma enfermidade, mesmo que esta ocorra dentro do território nacional. Este é o conceito de compartimentação ou compartimentalização (OIE, 2007). Uma vez aplicados da maneira especificada pela OIE, esses métodos podem garantir a continuidade do comércio entre países, evitando perdas econômicas, tais como as decorrentes da queda nas exportações, já que atestam a idoneidade do produto ao importador (OIE, 2007).

3 RISCOS AGROPECUÁRIOS E PERDAS ECONÔMICAS

A preocupação com os riscos relacionados à sanidade na agropecuária fica bastante clara pela quantidade de trabalhos, manuais e relatórios produzidos, todos os anos, por entidades de representação e instituições governamentais. A legislação brasileira estabeleceu medidas para prevenção e combate de doenças já no Decreto nº 24.548, de 3 de julho de 1934 e pela Lei nº 569, de 21 de dezembro de 1948.

Para a avicultura, o Programa Nacional de Sanidade Avícola (PNSA), lançado em 19 de setembro de 1994, pela Portaria nº 193, é um dos principais instrumentos de política sanitária para este setor, na alçada do governo federal, regulamentada por diversas Instruções Normativas que definem normas e regras para prevenção, controle e erradicação de doenças nos plantéis. Dentre alguns de seus manuais, estão o Plano de Contingência para Influenza Aviária e Doença de Newcastle, Procedimentos para atendimento a suspeitas de IA em aves silvestres e de subsistência, manual para prevenção e o controle da gripe aviária na avicultura de pequena escala, entre outros[7].

O PNSA define como prioridades para a política de sanidade avícola do MAPA a Salmonelose aviária e Micoplasmose aviária, além da Doença de Newcastle e Influenza Aviária, com maior destaque para as duas últimas. A Salmonela é citada em quatro variações: *Salmonella typhimurium*, *Salmonella enteritidis*, *Salmonella gallinarum* (tifo aviário) e *Salmonella pullorum* (Pulorose). Enquanto as duas primeiras variações causam maior preocupação à saúde pública, as variações *S. pullorun e S. gallinarum* são as que mais afetam a produção industrial, sendo as mais importantes para a saúde animal (Torres, Marin, Resende, & Martins, 2015b). A Micoplasmose, por sua vez, possui três espécies relevantes e expressamente mencionadas no PNSA: *Mycoplasma synoviae*, *Mycoplasma melleagridis* e *Mycoplasma gallisepticum*, sendo este último o mais comum em frangos de corte industriais (TORRES et al., 2015a).

Para as outras duas doenças, a Instrução Normativa nº 32, de 13 de maio de 2002, da Secretaria de Defesa Agropecuária, estabelece as Normas Técnicas de Vigilância, Controle e Erradicação da Doença de Newcastle e Influenza Aviária. O Decreto nº 5.741, de 30 de março de 2006, que institui o Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária (SUASA), também demanda a criação de um manual em caso da ocorrência de surtos, que é o Plano de Contingência para a Doença de Newcastle e Influenza Aviária. Por fim, a Instrução Normativa

[7] Os manuais do PNSA podem ser encontrados no seguinte endereço eletrônico: http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sanidade-animal-e-vegetal/saude-animal/programas-de-saude-animal/sanidade-avicola

SDA nº 17, de 7 de abril de 2006, aprova, no âmbito do PNSA, o Plano Nacional de Prevenção da Influenza Aviária e de Controle e Prevenção da Doença de Newcastle.

O Plano Nacional de Contingência para IA e ND divulga ações para serem executadas para prevenção e controle, tanto do vírus do gênero *Influenzavirus*, responsável pela Influenza Aviária, quanto do gênero *Avulavirus*, responsável pela Doença de Newcastle. Ainda, outras doenças devem ser mencionadas, pois são enfermidades que precisam ser notificadas à OIE em caso de ocorrência: Bronquite infecciosa, Laringotraquíte, Clamidiose, Doença infecciosa bursal ou doença de Gumboro, Doença de Marek, varíola (ou bouba) aviária, cólera aviária e Hepatite viral dos patos (MARTINS et al, 2015b). Abaixo, a Tabela 2 mostra um resumo de algumas das principais doenças que afetam a produção de frango de corte.

É importante salientar que a maior parte das doenças reduzem a produção e a qualidade dos ovos, que em muitos casos ficam impróprios para o consumo. No caso da Influenza Aviária, pode infectar humanos e levar a óbitos, e a Newcastle, embora incomum e leve, pode impactar humanos também. Estas duas, do ponto de vista do comércio internacional, são as mais relevantes para países exportadores, tal como o Brasil.

Tabela 2 – - Algumas das principais doenças na produção de frangos de corte, conforme indicado pela OIE

Causador	Doença	Agente	Mort.	Transmissão	Vetores	Combate	Comentários
Vírus	Influenza Aviária	Influenzavirus	Alta	Secreções de aves infectadas, contato com aves selvagens e alimentos contaminados, equipamentos e pessoas	Aves marinhas e aves aquáticas migratórias	Abate	Pode infectar humanos
	Newcastle	Paramixovirus Aviário 1	Alta	Contato direto, aerossóis da tosse, "ofegações" e fluídos respiratórios	Vento, fezes, insetos e roedores infectados além de outras aves	Vacina	Incomum e leve, mas pode chegar a afetar humanos
	Bronquite Infecciosa	Gammacoronavirus	Moderada-alta	Aerossóis respiratórios	Vento	Vacina	-
	Laringotraqueíte	Gallid herpesvirus 1	Baixa	Pássaros com infecção severa	Aves infectadas	Vacina	-
	Varíola aviária	Poxvirus	Baixa	Canibalismo, feridas nas aves, mosquitos	Aves, mosquitos	Vacina	-
Bactéria	Salmonela	*Samonela gallinarum* *Salmonela pullorum* *Salmonella typhimurium* *Salmonela enteritidis*	Média	Outras aves	Ratos, outras aves	Abate	Mais importantes para a saúde das aves Mais importantes à saúde pública
	Micoplasmose	*Mycoplasma gallisepticu* *Mycoplasma synoviae* *Mycoplasma meleagridis*	Baixa	Aerossóis respiratórios	Aves infectadas	Vacina	-

Fonte: Elaborado pelo autor com base em FAO, 1994; MARTINS e ECCO, 2015; MARTINS, *et al.*, 2015a; MARTINS, *et al.*, 2015b; MOÇO, C., *et al.*, 2008; ECCO e MARTINS, 2015; TORRES, *et al.*, 2015c

3.1 Newcastle e Influenza Aviária

A Doença de Newcastle é transmitida pelo vírus *Paramixovirus* Aviário 1, tendo como vetores inúmeras espécies de aves aquáticas (MARTINS e ECCO, 2015). Assim como a Influenza Aviária, esta é uma doença presente em todo o mundo e pode possuir grande patogenicidade, com alto índice de mortalidade nos plantéis afetados. O primeiro surto, no Brasil, data de 1953, no Nordeste, tornando-se endêmica (Flores, Segabinazi, Santos, & Bassan, 2006). A aparição da forma altamente patogênica da doença na década de 1970 elevou a gravidade da doença, levando a que a mesma figurasse, então, entre os maiores problemas de sanidade do Brasil. A partir do final dos anos 1980, houve redução significativa dos focos da doença. Dessa maneira, durante toda a década de 1990, o número de casos registrados foi relativamente pequeno, atribuídos às falhas sanitárias das pequenas propriedades (FLORES et al, 2006). Entre 2001 e 2006, o Brasil gozava *status* de livre da Doença de Newcastle, já que estava há, pelo menos, três anos sem ocorrência, conforme exigido pela OIE. No ano de 2006, entretanto, foi relatada à OIE sua ocorrência nos estados do Rio Grande do Sul, Amazonas e Mato Grosso.

Inicialmente, o modelo intensivo de produção seria um fator de maximização de riscos sanitários. Isso porque, sem o devido cuidado, a proximidade das aves confinadas e a semelhança genética seriam fatores que favoreceriam a disseminação de doenças (BNDES, 2007). Por esse motivo, o desenvolvimento de métodos preventivos para a indústria foi se intensificando (MARTINS e ECCO, 2015), com a adoção das práticas de proteção e defesa sanitárias definidas pelo MAPA e alinhadas com os preceitos internacionais, validados pela OIE.

Atualmente, pode-se afirmar que a capacidade de realizar, identificar e combater possíveis infecções, amparada por um sistema altamente tecnificado e integrado, auxiliam na agilidade das ações (UBABEF, 2012). Além disso, outras medidas como a regionalização e compartimentação auxiliam na prevenção e mitigação dos riscos econômicos e na contenção da doença.

Por outro lado, nas pequenas propriedades, as condições socioeconômicas dos proprietários e o formato de sua produção dificultam o controle da Doença de Newcastle pelos meios desenvolvidos para produções industriais, necessitando de aprofundamento e formas específicas de combate (FAO, 2014).

Assim, considera-se a Doença de Newcastle também como uma das principais preocupações para os produtores de pequeno porte, com impacto principalmente nos países em desenvolvimento, causando perdas e baixa produtividade (FAO, 2004; FAO, 2014). Em 2004,

estimou-se que, em propriedades desprotegidas, essa doença poderia matar até 80% das aves. Em geral, aves criadas soltas podem contrair a doença através do contato com aves migratórias. A prática das feiras rurais, ao proporcionar contato entre aves, também contribui para sua disseminação (FAO, 2004).

Apesar do risco econômico associado à Doença de Newcastle, a Influenza Aviária é mais complexa e potencialmente mais nociva. Mcleod *et al.* (2006) descrevem quatro razões para isso: i) a Influenza Aviária é uma doença animal que pode causar morte em humanos; ii) os efeitos são extremamente nocivos tanto para a produção quanto para a subsistência de famílias vulneráveis; iii) a doença se tornou endêmica em muitos dos países que viveram o surto de 2003/2004, sendo necessário um grande investimento financeiro para seu controle; iv) a forma como a doença se espalha, pelos movimentos migratórios das aves, é muito rápida, necessitando de um controle eficiente e igualmente rápido, caso contrário, a doença pode afetar seriamente a população mundial de aves e o comércio internacional.

Possuindo como reservatório natural as aves aquáticas, a Influenza Aviária tem grande capacidade de mutação, levando aos múltiplos subtipos. Em aves, é possível encontrar do subtipo H1N1 ao H16N9, vários deles nocivos, inclusive, às aves-reservatório. Os subtipos do vírus são comumente separados em baixa ou alta patogenicidade (*low pathogenic* ou *highly pathogenic*) (MARTINS et al, 2015b). Por patogenicidade, entende-se a capacidade do vírus de causar a doença. As infecções por estirpes de vírus *low patogenic* (*Low Patogenic Avian Influenza* ou LPAI) podem provocar doenças leves, inclusive sem sinais clínicos perceptíveis. Mesmo assim, é possível que haja uma redução da atividade, do consumo de alimento e da produção em galinhas infectadas com essas estirpes (USDA, 2007; MARTINS, *et al.*, 2015b; CENTER FOR FOOD SECURITY AND PUBLIC HEALTH - CFSPH, 2016).

Os vírus do tipo A e subtipos H5 e H7 são normalmente associados com a transmissão da IA de alta patogenicidade (*Highly Pathogenic Avian Influenza* ou HPAI). Potencialmente perigosas, podem causar grande mortalidade nos plantéis de aves e chegam, inclusive, a infectar e matar pessoas (BNDES, 2007; MARTINS, *et al.*, 2015b; CFSPH, 2016). Ainda que não sejam identificados como vírus de alta patogenicidade, outros subtipos devem ser notificados à OIE por sua capacidade de se tornarem altamente patogênicos (OIE, 2015).

Pela alta capacidade de mutação e por representar risco à saúde pública, a Influenza Aviária tem recebido atenção especial de órgãos mundiais de saúde e das políticas públicas. Em humanos, esse vírus é transmitido através do contato direto com animais infectados, vivos ou mortos. Por outro lado, mesmo os tipos mais patogênicos não são resistentes a temperaturas acima de 70º, ou seja, não há transmissão desses vírus em carnes cozidas (WHO, 2007).

A Influenza Aviária Altamente Patogênica é comumente controlada através do abate das aves (BONI et al., 2013), que é a única prática permitida para erradicar a doença no Brasil, embora outros países permitam a utilização de vacinas. Entre os argumentos contrários à vacinação, destaca-se a alegação de que os animais podem adquirir resistência ao patógeno, sendo portadores da doença sem apresentar sinais clínicos, o que representaria perigo à saúde (MARTINS, *et al.*, 2015b; MAPA, 2013).

Apesar de todo o combate, até mesmo países exportadores, com produções altamente tecnológicas e rigoroso padrão sanitário estão suscetíveis às ocorrências da doença. No segundo semestre de 2014 foram reportados casos da HPAI nos Estados Unidos e no Canadá, sendo que, no semestre seguinte, Canadá mantinha o status da doença e, no segundo semestre de 2015, ambos os países apresentavam apenas a presença de outros sorotipos (Figura 6).

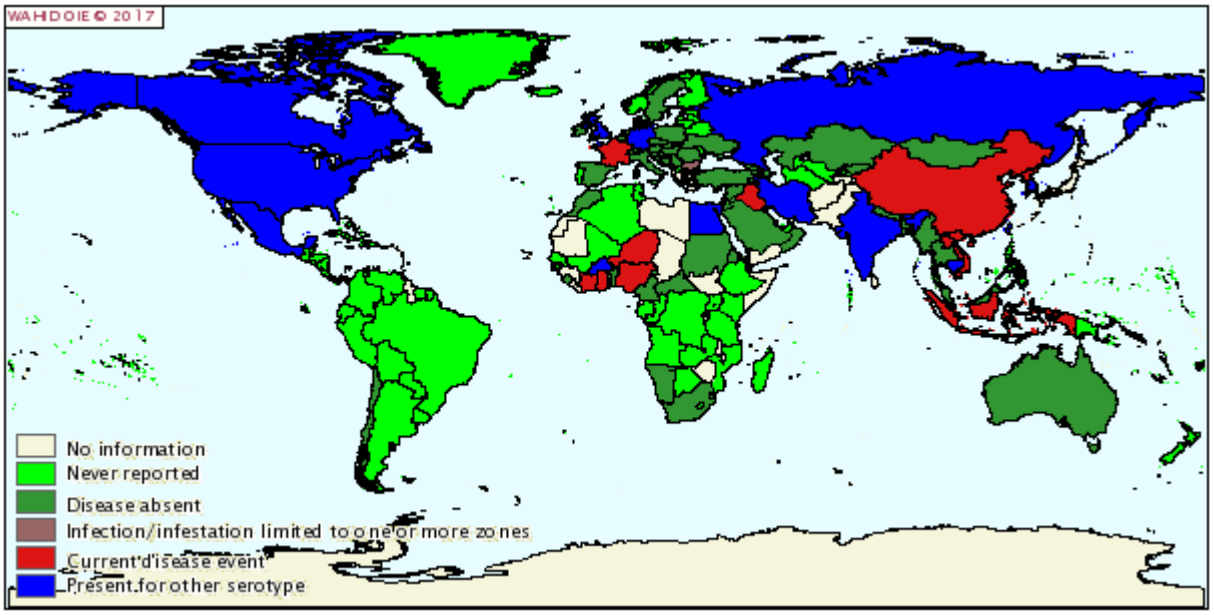

Figura 6 – Distribuição mundial da HPAI no segundo semestre de 2015.
Fonte: WAHIS, 2018.

No primeiro semestre de 2017, foram reportados casos da HPAI nos Estados Unidos, e diversos países da Europa apresentavam a presença de outros sorotipos da doença (Figura 7).

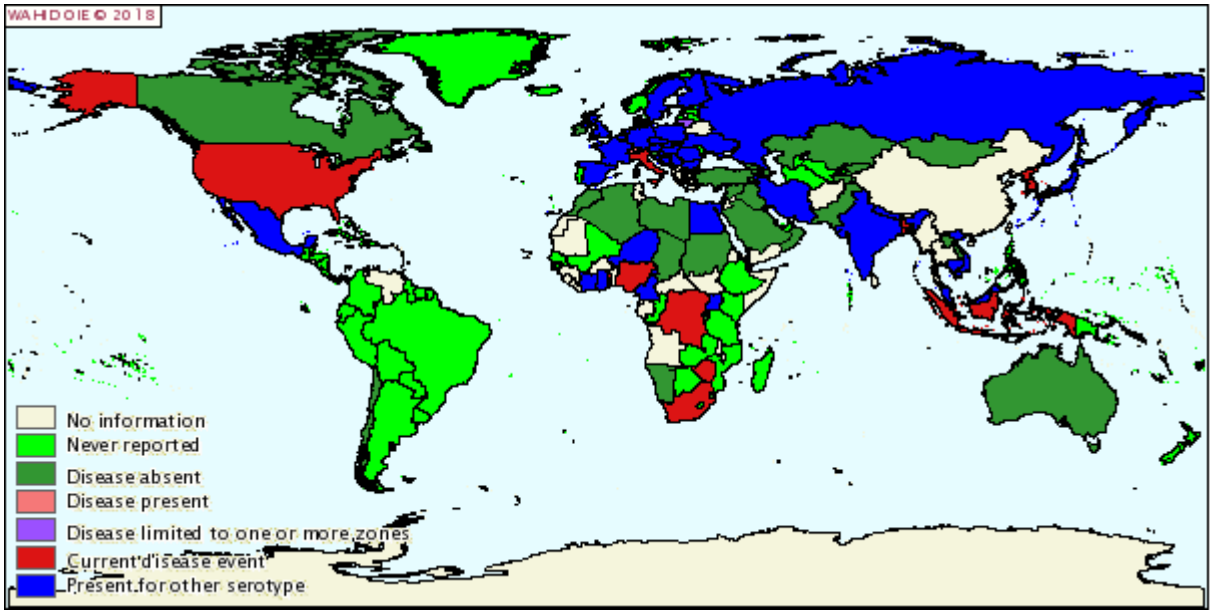

Figura 7 - Distribuição mundial do HPAI no primeiro semestre de 2017
Fonte: WAHIS, 2018.

Uma forma de garantir que os abates sanitários sejam realizados e a doença seja contida é o que ocorre em alguns países como Vietnã, Indonésia e Camboja, por exemplo, nos quais o pequeno e o médio produtor recebem uma compensação do governo por ave contaminada abatida (HALL, 2006). Segundo Paul et al. (2013), o controle da disseminação dos tipos mais severos da IA pode contribuir para a redução do risco. No entanto, a política de compensação pode resultar em menor incentivo ao controle da doença, dependendo do preço do frango no mercado e do valor de reembolso pelo abate (BONI et al., 2013). No Brasil, essa prática também está prevista, amparada pelo Decreto nº 24.548/1934 e pela Lei nº 569/1948 (MAPA, 2009; MAPA, 2013).

A avicultura industrial brasileira é livre de qualquer estirpe da doença, entretanto, no Brasil já foram encontradas as doenças do tipo LPAI, em aves domésticas, não comerciais e de subsistência. Além disso, também foram encontrados subtipos de baixa patogenicidade em aves migratórias no Sul, Norte e Nordeste brasileiro entre 2003 e 2006 (MARTINS et al., 2015b).

Em caso de ocorrência da IA nos plantéis de aves comerciais, o país, região ou compartimento volta a ser considerado livre da doença após, pelo menos, 12 meses sem apresentar novos casos desde que, evidentemente, realize o controle, vigilância e comprove a erradicação da doença, segundo consta na OIE (2007).

Em resumo, da mesma forma que ocorre com a Doença de Newcastle, no caso da HPAI, as medidas de sanidade tomadas nas produções intensivas não são necessariamente apropriadas para as produções extensivas. Novamente, pela questão socioeconômica envolvendo os

produtores do *village poultry*, as formas de prevenção e controle nesses locais devem ser pensadas e realizadas em comum acordo com a comunidade, respeitando as especificidades locais (ALDERS et al., 2013).

Para auxiliar na identificação e evitar a ocorrência de doenças mesmo em pequenas propriedades do Brasil, o Departamento de Saúde Animal (DSA) fica atento à rota migratória das aves. Áreas úmidas como: "praias, estuários, manguezais, alagados costeiros e salgados" e áreas com abundância de alimentos como o pantanal mato-grossense são constantemente monitoradas. Traça-se um raio de dez quilômetros, a partir dos pontos onde as aves são encontradas, para ser vigiado. Além disso, as propriedades que possuem aves domésticas devem ser de conhecimento do DSA, sendo localizadas via georeferenciamento e verificadas periodicamente (MAPA, 2013).

A vigilância está entre as recomendações da OIE para prevenção de doenças como IA ou DN. Além disso, medidas de biossegurança que vão desde a alocação da produção em locais afastados dos pontos frequentados por aves migratórias; o controle do acesso de pessoas, aves e equipamentos aos viveiros dos frangos de corte; sanidade e higienização dos locais e equipamentos, até o manejo correto em caso de morte, estão entre as medidas indicadas pela OIE no Código de Sanidade de Animais Terrestres para a prevenção dessas doenças.

Em caso de confirmação da doença, entre as recomendações da OIE estão: o abate das aves infectadas; descarte correto das carcaças e produtos de origem animal infectados; investigação de outros plantéis de aves com possibilidade de ter contraído a doença; controle de pessoas e veículos; descontaminação das instalações; período de 21 dias de vazio sanitário antes de realizar o repovoamento da área. Todas essas medidas estão dispostas nos manuais de prevenção e controle de IA e DN.

3.2 Mensuração de impactos de crises sanitárias no setor de aves

As perdas econômicas relacionadas a doenças no setor aviário estão ao redor de 10% a 20% do valor bruto da produção nos países desenvolvidos, sendo maiores ainda nos países em desenvolvimento (FAO, 2016). Estima-se que o surto de Influenza Aviária ocorrido na Ásia, em 2003, tenha resultado em perdas de bilhões de dólares (MCLEOD et al., 2006). A possibilidade de perigo à saúde humana torna a doença especialmente perigosa e as medidas tomadas para evitá-la têm potencial para afetar o comércio mundial, como observado com as várias mudanças no padrão comercial verificadas nos anos 2000. Desta forma, diversos estudos buscaram avaliar o impacto econômico de diferentes doenças e consequentes barreiras comerciais derivadas desses eventos sanitários.

A Tabela 3 apresenta um resumo selecionado dos trabalhos identificados na literatura especializada. Mcleod *et al* (2006), Mackellar (2007), Taha (2007) e Windhorst (2015) trabalham apenas com a revisão dos acontecimentos envolvendo os surtos de Influenza Aviária, focando nos impactos econômicos de suas ocorrências, principalmente na Ásia, Europa e Estados Unidos da América.

Morgan e Prakash (2006) tratam, de uma maneira geral, sobre a ocorrência das doenças no mercado de carnes, abordando diversos países e surtos de doenças, incluindo a de Influenza Aviária. Abordam as ocorrências, em alguns países pelo globo, de mudanças políticas aos riscos de mercado e discutem os impactos na Europa. Além da revisão dos acontecimentos e de seus impactos, aplicam o modelo de curto-prazo para *commodities* da FAO (*Short-term Commodity Model* ou STM), para medir o efeito global de um surto nos principais países exportadores europeus (França, Alemanha, Reino Unido, Itália e Espanha) no mercado global.

Apesar do modelo aplicado pelos autores acima prever apenas o período de um ano a partir do choque, trabalha em escala global, com até 50 países ou regiões, calculando demanda, importações, exportações, estoques e preços, para uma dada oferta. O modelo prevê o comportamento tanto da carne de frango, afetada diretamente pela doença, quanto de outras carnes e faz uma projeção do consumo e preço de outros alimentos como trigo e milho, importantes para a indústria avícola.

Entre as premissas adotadas pelos autores, chama a atenção a ideia de que o consumo de carne de frango permaneceria estável, mesmo durante um surto da doença, já que assumem que os consumidores rapidamente seriam informados dos riscos mínimos de contrair a doença via consumo de carne. Ainda, é importante mencionar que mudanças na renda, população e nas taxas de comércio são variáveis exógenas, não capturadas pelo modelo.

Tabela 3 - Estudos disponíveis na literatura sobre os impactos econômicos da Influenza Aviaria

Autor	Período	Países afetados pela doença	Impactos Econômicos	Metodologia
Mcleod et al (2006)	Surto de 2003/04	Sul e leste da Ásia: Tailândia, Malásia, etc	Abate e morte de aves; Gastos com Controle e Erradicação; Queda de Demanda Interna; Queda de Exportações; Queda de Preços; Queda de Turismo	Artigo de revisão sem metodologia específica
Morgan e Prakash (2006)	Surto de 2003/04	Europa, Holanda	Queda de Demanda Interna; Queda de Exportações; Queda de Preços	Modelo de curto prazo para commodities da FAO (STM)², para o impacto global no curto prazo
Djunaidi e Djunaidi (2007)	Sem período específico	Mundo*	Aumento dos Preços de Exportação; Queda na Produção; Quedas na Exportação	Aproximação por equilíbrio espacial
Mackellar (2007)	Sem período específico	Sudeste asiático	Abate e morte de aves; Queda de Turismo	Artigo de revisão sem metodologia específica
Taha (2007)	2005/06	Europa	Queda de Demanda Interna; Queda de Exportações; Gastos com Controle e Erradicação	Artigo de revisão sem metodologia específica
Fachinello e Ferreira Filho (2010)	Sem período específico	Brasil*	Abate e morte de aves; Gastos com Controle e Erradicação; Queda de Demanda Interna; Queda de Exportações; Queda de Preços	Modelo de equilíbrio geral computável multirregional, do tipo bottom-up, denominado TERM-BR
Wieck, Schlueter e Britz (2012)	Surto de 2003/04	Mundo, Brasil, EUA, França, Alemanha, Holanda, China, Rússia e Japão	Troca de Parceiros Comerciais	Modelo gravitacional para a balança comercial; modelo de simulação espacial para a análise de bem-estar
Taha e Hahn (2015)	Sem período específico	Europa	Mudança nas preferências do consumidor	Modelo empírico CSB
Windhorst (2015)	Surto de 2014/15	EUA	Abate e morte de aves; Gastos com Controle e Erradicação; Queda de Demanda Interna; Queda de Exportações; Queda de Preços, Troca de Parceiros Comerciais	Artigo de revisão sem metodologia específica
Davis e Dyck (2015)	Surto de 2003/04	Sudeste asiático, China, Tailândia	Queda de Exportações; Troca de Parceiros Comerciais	Modelo de Rotterdam

Fonte: Elaboração própria.
¹Trabalhos de simulação.
² O STM é um modelo dinâmico, multiprodutos de equilíbrio parcial que faz projeções anuais para a demanda, importação, exportação, estoques e preços, dada uma oferta predeterminada para 18 alimentos básicos, cobrindo 50 países.

Para qualquer surto que ocorresse na Europa, juntamente com uma diminuição dos estoques exportáveis do Brasil, haveria impactos imediatos no mercado mundial de carne, um aumento de preço de 9% a 11% nas carnes de frango e de boi e 6% na carne de porco, a diminuição na produção de carne afetaria os preços do milho e do trigo em 2% e em 4,5% para a ração proteica, respectivamente. Para o mercado Europeu (EU-25) a carne de frango sofreria uma queda de 100% nas exportações, 0,55% no consumo, 14,35% na produção e 7% nos preços. Os autores ainda afirmam que as implicações mais amplas da proliferação de doenças animais, incluindo uma avaliação dos custos dos surtos, não podem, no entanto, ser medidas por um modelo econométrico.

Djunaidi e Djunaidi (2007) e Fachinello e Ferreira Filho (2010) fazem previsões a partir de cenários hipotéticos de ocorrência dos surtos. Djunaidi e Djunaidi (2007) realizam simulações para a ocorrência da doença no Brasil, Estados Unidos, União Europeia e Ásia e todas as possíveis combinações dessas ocorrências. Entre as premissas assumidas para o modelo estão: i) a qualidade da carne de frango comercializada é homogênea; ii) ausência de barreiras ao comércio. Essas duas premissas, segundo os próprios autores, são bastante fortes, mas facilitam a geração e análise de vários cenários. Também consideram a demanda por carne de frango constante e assumem redução de 25% na produção das regiões afetadas. Dessa forma, são apresentados os impactos no volume do comércio e os efeitos do preço de importação e exportação da carne de frango para cada cenário, os preços chegariam a aumentar 9,63%. Um ponto positivo do trabalho é que o modelo é capaz de acomodar os custos de transporte.

Já o trabalho de Fachinello e Ferreira Filho (2010), utilizando-se da análise de equilíbrio geral, aborda especificamente o Brasil, também criando cenários, nos quais a doença afeta determinados estados brasileiros, de acordo com o local de introdução da doença. São elaborados três cenários: no primeiro, apenas Rio Grande do Norte e no segundo cenário, apenas São Paulo seriam afetados por um surto de gripe aviária. O terceiro cenário é a ocorrência mais geral, sendo afetados Rondônia, Rio Grande do Norte, São Paulo e Rio Grande do Sul. Para todos os cenários são avaliados os impactos da doença em todo o território nacional.

O modelo usado por Fachinello e Ferreira Filho (2010) é o TERM-BR, que, de acordo com os autores, possibilita observar a interação entre as esferas regional e nacional. Além disso, simula choques na oferta e na demanda e dimensiona os efeitos sobre outros setores ligados ao setor analisado. Por ser estático, o modelo possibilita a análise da economia em um dado momento, mas não torna possível observar sua trajetória. Dentre os efeitos da ocorrência da doença estão o abate de aves e eliminação de ovos, mudança nas preferências do consumidor com substituição entre as carnes; redução da demanda externa e restrições no comércio

interestadual de produtos avícolas. Nos cenários desenhados pelos autores a queda na atividade nacional de produção de aves vivas chega a 46,76%, devido a uma redução de 45% no abate e de 7,41% na produção de ovos, os preços da carne de aves chegam a cair 20,06%, o nível de emprego e o PIB caem respectivamente 0,22% e 0,19%.

Wieck, Schlueter e Britz (2012) utilizam dois modelos: o modelo gravitacional de Heckman para estimar as mudanças no comércio internacional e o modelo de simulação de equilíbrio espacial parcial para as mudanças no bem-estar. Assim, é analisado o efeito da Influenza Aviária nas exportações de carne de frango cozida e crua do Brasil, EUA, França, Alemanha, Holanda, China para o Japão, Rússia e países restantes. O modelo gravitacional analisa três políticas comerciais relacionadas à IA: i) cancelamento das importações tanto de carne cozida como crua; ii) cancelamento de importações apenas de carne crua e iii) observância do princípio da regionalização. Ainda, o modelo espacial *multi-commodity* analisa o efeito dessas medidas no bem-estar desses países.

No caso da carne crua, Wieck, Schlueter e Britz (2012) verificam que ocorre o cancelamento de importações, tornando-a praticamente proibida; por outro lado, o princípio de regionalização é um estímulo ao comércio. Para a carne cozida, o modelo foi inconclusivo, dependendo muito do estado da doença nos países envolvidos (se é livre de IA, se tem a doença do tipo LPAI ou do tipo HPAI). Um dos pontos-chave do trabalho é mostrar a queda do bem-estar a partir do banimento de importações. Os autores estimaram, para o pior cenário, uma queda de 0,1% tanto na demanda quanto na oferta de carne, e um aumento de 0,4% nos preços mundiais praticados para carne do frango.

A possibilidade de contaminação via importação de carne é um dos motivos apontados para a imposição de medidas de quarentena pelos países importadores, porém, de acordo com os autores, essa forma de transmissão da doença é pouco recorrente, verificando-se que a sua introdução e transmissão ocorre, na maior parte dos casos, pela migração de aves. Os resultados obtidos pelos autores quanto à queda do bem-estar e à incidência de transmissão da doença por via comercial torna ainda mais questionável a medida de proibição do comércio como forma de sanar o risco de disseminação da doença.

No estudo de Wieck, Schlueter e Britz (2012), a transmissão da doença foi modelada via importação de carne contaminada. Entretanto, como já ressaltado, sabe-se que a maior parte das infecções são contraídas a partir da migração de aves. Por isso, segundo os próprios autores, os efeitos colaterais (infecção e abate de aves) ligados aos riscos da oferta são superestimados e seriam melhor representados por custos fixos, dependentes do número de surtos ocorridos no

território. Outro ponto é que o princípio da regionalização não pôde ser analisado com o modelo de simulação por falta de dados mais desagregados dos países.

Taha e Hahn (2015) utilizam o modelo CSB (Central Bureau of Statistics), um modelo diferencial proposto inicialmente por Keller e Van Driel (1985), para avaliar o efeito que os surtos de H5N1 na Europa tiveram sobre a demanda de importação do Bloco UE-27. Para tanto, eles trabalham com cinco categorias de produtos, entre eles frango cozido e frango *in natura*. De acordo com os autores, os casos de HPAI ocorridos no continente mostraram impactos estatisticamente significativos na mudança de preferências do consumidor europeu, levando-os a um maior consumo de carne cozida ao longo do tempo.

Por fim, Davis e Dyck (2015) tratam do choque no comércio no nordeste asiático estimando resultados para o Japão e Coreia e as mudanças na sua relação comercial com China e Tailândia que, até a ocorrência dos surtos em 2003/04, eram os principais fornecedores de carne de frango para aqueles dois países. Aplicando o modelo de Rotterdam[8] estima-se a demanda de importação por carne de frango cozida ou *in natura*, por fornecedor, de acordo com o país importador. O estudo analisa dados para o Japão, de 1996 a 2013, e para a Coreia, de 2003 a 2013, examinando os efeitos dos surtos de Influenza Aviária sobre a demanda de importação de frango de ambos países compradores.

O modelo aponta que os surtos da doença resultaram na substituição dos parceiros comerciais para fornecimento de carne de frango congelada, apesar de mantidas as importações de carnes cozidas da China e Tailândia. Segundo os autores, os resultados mostram que é possível que haja a substituição dos produtos congelados pelos produtos cozidos nesses mercados, caso ocorra um surto da doença.

Os surtos de Influenza mostraram-se bastante danosos para os mercados afetados. Em 2004, o surto da doença na Ásia mudou o paradigma do comércio internacional, reorganizando o fluxo de vendas de carne de frango: Japão e Coreia do Sul cancelaram suas importações de países asiáticos como China e Tailândia, passando a importar de outros países, como o Brasil (DAVIS e DYCK, 2015). Além da perda nas exportações, o sudeste asiático ainda sofreu expressivas perdas econômicas com o sacrifício de mais de 100 milhões de aves na época: um grande impacto principalmente para os pequenos produtores (MACKELLAR, 2007) e alguns países como a própria Tailândia e a Malásia registraram reduções expressivas no turismo (MCLEOD et al., 2006).

[8] O Modelo de Rotterdam, desenvolvido por Barten (1964) e Theil (1965), é um modelo que mede a demanda a partir de sistemas de equações diferenciais.

Todos os países asiáticos que sofreram com a doença em 2003 caracterizavam-se pela forte presença de pequenos produtores no setor de aves. Os efeitos, por sua vez, foram diferentes ao longo da cadeia e entre os tipos de produção. Tanto os produtores voltados para a exportação, quanto produtores voltados para o mercado interno, foram prejudicados com a retração na demanda. Os pequenos produtores, por outro lado, perderam menos em termos absolutos, mas muito mais em termos de seus ativos e renda (MCLEOD et al., 2006).

Além desses, vários outros países como Brasil, Estados Unidos e França tiveram suas transações afetadas no setor avícola, com cancelamentos parciais ou totais nas importações e exportações, ou com mudança de parceiros comerciais (WIECK, SCHLUETER e BRITZ, 2012). Na Holanda, os casos da doença resultaram em prejuízo de 500 milhões de euros ao setor e indústrias relacionadas à produção avícola (MORGAN e PRAKASH, 2016).

O risco de contaminação da produção interna e a ameaça à saúde dos consumidores resultam em maior austeridade na importação de alimentos. As exigências sanitárias tornam-se mais rígidas tanto para produtos internos quanto externos diante dos riscos de introdução e disseminação da doença (MORGAN e PRAKASH, 2006; FACHINELLO e FERREIRA FILHO, 2010). Por vezes, mesmo não existindo riscos reais à saúde ou à contaminação da produção doméstica e mesmo que sua transmissão se dê majoritariamente pela migração de aves selvagens, ocorrem proibições de importações (WIECK, SCHLUETER e BRITZ, 2012).

Assim, além das perdas na produção, derivadas do abate de aves (tanto as infectadas quanto aquelas suscetíveis à infecção) e da redução nas vendas devido ao risco, ainda são realizados novos dispêndios em biossegurança, podendo resultar até em fechamento de empresas do setor (FACHINELLO e FERREIRA FILHO, 2010). Enquanto o fechamento de empresas acaba elevando os preços (FACHINELLO e FERREIRA FILHO, 2010), quanto mais sensíveis os consumidores forem à doença, menor a demanda por produtos derivados do setor, resultando em depressão dos preços domésticos (MORGAN e PRAKASH, 2006).

A volatilidade de preços, a redução da demanda interna e externa, os gastos com biossegurança, e o abate de aves, pode resultar em perdas econômicas expressivas. Por isso, apesar de não haver caso registrado de gripe aviária no Brasil até o presente momento, o estudo de Fachinello e Ferreira Filho (2010) estima o impacto potencial de eventuais focos da doença em território brasileiro. Suas conclusões mostram que o principal fator para a redução na renda do setor é o choque sobre a demanda. Tanto a demanda nacional como a estrangeira trazem consequências econômicas mais graves do que o abate de aves sujeitas ao vírus ocasiona sobre a oferta. Novamente, quanto mais sensíveis os consumidores forem à doença, maior será a queda na demanda. Em complemento, Djunaidi e Djunaidi (2007) mostram que a ocorrência de

um surto da doença no Brasil e nos Estados Unidos teria grande impacto econômico também no comércio mundial.

Entre dezembro de 2014 e junho de 2015, os EUA vivenciaram o pior surto de Influenza Aviária Altamente Patogênica (cepas H5N8 e H5N2) em sua história. Foram afetados por volta de 42,1 milhões de indivíduos entre ovos, frangos e galinhas poedeiras e 7,5 milhões de perus. Inicialmente, a Califórnia teve a introdução da doença pela transmissão via aves migratórias. A partir de então, outros 14 estados foram atingidos pela IA, em um total de 232 surtos, com pico de ocorrências entre o início de abril e o final de maio de 2015, quando foram registradas ocorrências na maior parte das mais de 80 produções comerciais de frango atingidas pela HPAI (WINDHORST, 2015).

Apesar do número de casos e da gravidade da situação, a vacinação não foi permitida, a não ser em casos pontuais nos quais o Serviço Veterinário Nacional entendesse necessário. Para compensar as perdas diretas da produção, o governo dos EUA liberou um fundo de 698 milhões de dólares (valores correntes de 2015) para ser pago aos produtores. Contudo, não houve compensação, pelo tempo de paralisação das atividades (WINDHORST, 2015).

A Secretaria de Agricultura do Estado de Iowa, estimou os custos em 300 milhões de dólares, incluindo não apenas os custos diretos das perdas, mas também os custos de limpeza e desinfecção, além do descarte adequado das aves mortas. Houve aumento de preços nos ovos dentro dos EUA, devido à redução na produção, e a queda nas exportações chegou a 390 milhões de dólares, com a suspensão de importações de 30 nações (WINDHORST, 2015). Segundo Windhorst (2015), seriam necessários, ao menos, seis meses para que a situação comercial se normalizasse no país, desde que comprovada a erradicação da doença.

Na Europa, terceiro maior exportador mundial de carne de frango, o surto de gripe aviária em 2005/2006 causou redução de 22% na produção, com a queda na demanda interna e externa. Itália e França precisaram pedir auxílio financeiro de seus governos e da União Europeia para pagar a compensação aos produtores (TAHA, 2007). Além disso, a IA provocou uma mudança significativa no comportamento do consumidor europeu, alterando o tipo de carne importada pela Europa: de 2005 a 2014, o consumo de carne cozida dobrou, enquanto a proporção de carne de frango *in natura* reduziu mais de 60% (TAHA e HAHN, 2015).

Conforme Figura 8, em 2015 e 2016, foram registrados novos casos de HPAI tanto em aves selvagens quanto nas produções de frango de corte, chegando à França, Áustria, Dinamarca, Alemanha, Hungria, Holanda, Polônia e Suécia e deixando as autoridades em estado de alerta (ADLHOCH et al., 2016).

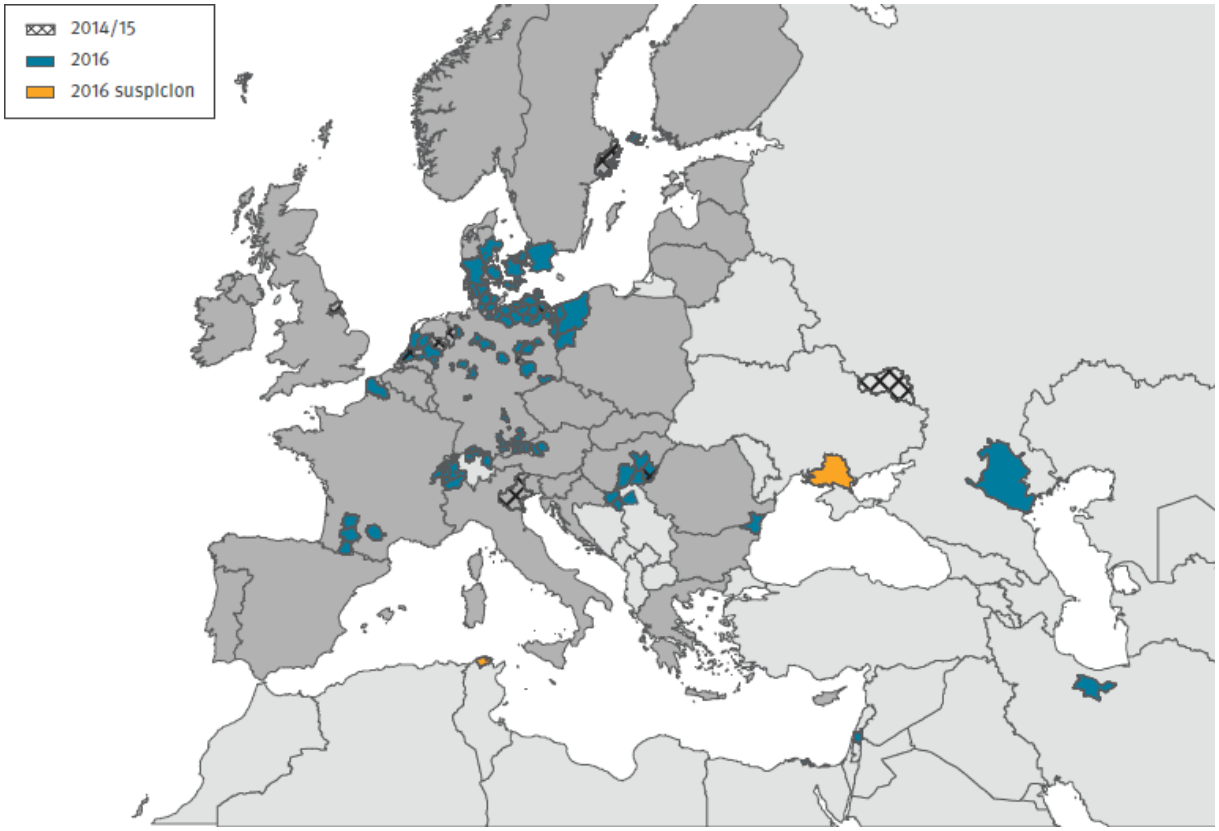

Figura 8 - Detecção do vírus HPAI (H5N8) em aves selvagens e em produções, na Europa e regiões vizinhas, de novembro de 2014 a fevereiro de 2015 e de outubro a dezembro de 2016.
Fonte: ADLHOCH, et al., 2016.

No que tange aos impactos econômicos da doença de Newcastle, o último surto para o qual se tem registro no Brasil ocorreu no segundo semestre de 2006. Segundo dados reportados à OIE, houve surto em alguns locais isolados, registrando um total de sete casos da doença, sendo quatro no Amazonas, dois no Mato Grosso e um no Rio Grande do Sul. Todas as ocorrências ficaram restritas a produções familiares (FLORES, et al., 2006; OIE, 2006). A ocorrência com maior potencial de impacto foi no Rio Grande do Sul, uma vez que este é um dos principais estados produtores do país. Nesse ano, houve queda nas exportações brasileiras, conforme visto na Figura 3.

O fechamento de 2006 mostra queda de 6% no volume de carne de frango exportado (FAOSTAT, 2017) e de 17% nas receitas cambiais (Associação Brasileira de Produtores e Exportadores de Frango – ABEF, 2007). A União Europeia, o Oriente Médio, Ásia e Rússia reduziram suas quantidades importadas do frango brasileiro em, respectivamente, 9,19%, 11%, 2,3% e 28%. Toda a Região Sul registrou queda, com destaque para o Rio Grande do Sul, que reduziu 70 milhões de toneladas na sua exportação anual, caindo para 609 milhões de toneladas,

valor abaixo do fechamento em 2004. São Paulo e Mato Grosso também tiveram reduções nas suas exportações (ABEF, 2007; UBA, 2007).

O cenário desfavorável, entretanto, não foi atribuído à ocorrência da Doença de Newcastle: segundo a Secretaria da Agricultura, Pecuária, Irrigação, Pesca e Aquicultura - SEAGRI (2006), a doença de Newcastle teve impacto pequeno pois afetou apenas o desempenho em julho e a maior parte dos embargos ocorreram apenas no raio de cinquenta quilômetros em torno do foco. O fator citado como principal para os resultados negativos foi a ocorrência de casos de Influenza Aviária na Europa e na Ásia, no início de 2006, considerados como motivo para a redução do consumo nessas regiões e do consequente choque negativo sobre as exportações brasileiras de carne de frango (ABEF, 2007; UBA, 2007).

Como alguns trabalhos são apenas de revisão dos efeitos das doenças, a título de destacar os resultados daqueles analisados, particularmente para a IA, a Tabela 4 resume a dimensão de alguns dos impactos econômicos apurados pelos autores em seus artigos.

Tabela 4 – Principais resultados obtidos por autores presentes na literatura específica sobre impactos de IA

Autor	Premissa do trabalho	Principais Resultados
Morgan e Prakash (2006)	Surto de HPAI na Europa - Queda de 1 milhão de toneladas nas exportações	Redução: de 0,55% no consumo; 7% nos preços; 6,25% nas importações e 14% na produção
Djunaidi e Djunaidi (2007)	Redução de 25% da produção nas regiões afetadas - BR, EU e EUA e as possíveis combinações	No pior cenário: elevação média de 9,6% nos preços de exportação; elevação média de 5,4% nos preços de importação
Fachinello e Ferreira Filho (2010)	Ocorrência de IA no Brasil - No RN; em SP ou RN, SP, RO e RS conjuntamente	No pior cenário: queda de 46,76% na produção de aves; queda de 19,53% no preço interno das aves; queda de 0,19% no PIB; 0,22% no emprego; 0,28% no consumo das famílias; 0,79% no volume de exportações.
Wieck, Schlueter e Britz (2012)	1) Medir o impacto de IA no comércio mundial, 2) medir as perdas de bem-estar relacionadas. Observa tanto carne cozida quanto para carne *in natura*, observando o efeito do cancelamento de importações	1) O cancelamento de importações reduz o comércio de carne de frango *in natura* em quase 100%; a regionalização auxilia aumentando 22 vezes o comércio, 2) Pode resultar em perdas nos lucros dos produtores em até 11,27%; redução dos preços ao produtor em 0,3% e aumento ao consumidor em 0,4%; redução da demanda em 0,1%.
Taha e Hahn (2015)	Medir o efeito da HPAI na mudança da preferência dos europeus por carne *in natura.*	Prova que, estatisticamente existe uma relação entre o aumento da preferência por carne cozida e os surtos de HPAI.
Davis e Dyck (2015)	Verificar o comportamento da demanda de carne de frango para o Japão e Coreia, relacionados com a HPAI. Mede o comportamento das importações do Japão antes e depois dos surtos e da Coreia de 2005-2013 com os possíveis países exportadores	Para o Japão, a demanda ficou mais sensível ao aumento de preços depois dos surtos, também mostram maior facilidade de substituir um país pelo outro na importação de frango. Para a Coreia, o modelo mostra maior sensibilidade aos preços Chineses (a redução de X nos preços causa aumento da quantidade importada em 2X) e menor sensibilidade aos preços norte-americanos

Fonte: Elaborado pelo autor.

3.3 Arcabouço legal para a prevenção e controle de doenças aviarias no Brasil

O PNSA, lançado pela Portaria nº 193, em 19 de setembro de 1994, no âmbito da Secretaria de Defesa Agropecuária (SDA), delega à SDA a competência para criação de normas para combater e erradicar as principais doenças avícolas. A partir dessa Portaria, são instituídos vários documentos com disposições que visam orientar e criar mecanismos para prevenir e combater as doenças avícolas. Isso pode ocorrer por uma disposição sobre a forma de descarte de carcaças, instituição de normas de credenciamento e monitoramento laboratorial, entre várias outras. Em 2002, o MAPA lançou um documento que reunia o aparato legislativo em torno do PNSA disponibilizado até aquele momento. No âmbito do PNSA, ainda são lançados manuais, como o Plano de Contingência de Doença de Newcastle e Influenza Aviária, cuja última atualização é de 2013.

Visto o dano potencial das doenças aviárias, tanto para indústria de carnes como para saúde humana, e cuja intervenção do Estado já foi justificada também por estudos econômicos que evidenciam o alto retorno social e econômico dos gastos em prevenção dessas doenças (MIRANDA ET AL, 2010; MIRANDA ET AL., 2016), diversas práticas de controle sanitário são adotadas visando à mitigação de riscos. Segundo o Plano de Contingência para Influenza e Newcastle, lançado pelo MAPA (2013), as rotinas preventivas são desenvolvidas tendo em vista todas as doenças de notificação obrigatória para a OIE. Segundo consta no plano, a introdução dos agentes das doenças pode ocorrer por: “trânsito de passageiros, importação de animais e material genético, produtos biológicos, lixo de bordo de aviões e navios, correspondência postal, aves migratórias”.

Por meio do Sistema de Vigilância Agropecuária Internacional (Vigiagro), o MAPA mantém constante vigília sobre as importações de produtos potencialmente perigosos, como material genético, produtos de origem biológica, e outros relacionados. Dentre as ações preventivas estão: (i) o próprio desenvolvimento contínuo do Plano Nacional de Prevenção e Controle da Doença de Newcastle e Prevenção de Influenza Aviária; (ii) vigilância e atendimento das suspeitas da doença; (iii) vigilância das aves migratórias e em produções tanto de subsistência quanto industriais; (iv) controle de trânsito interno; e, (v) capacitação do Serviço Veterinário Oficial (SVO) (MAPA, 2013).

O Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária (SUASA) foi instituído pelo Decreto nº 5.741, de 30 de março de 2006, e atua em três instâncias: central, intermediária (por meio do Serviço Veterinário Estadual - SVEs) e local. Com objetivo de garantir a sanidade animal, o SUASA dispõe do Plano de contingência para Influenza Aviária e Doença de Newcastle, que é seu Manual de Procedimentos de Gestão de Crises. A prevenção, o controle

e erradicação de doenças estão amparadas no Regulamento do Serviço de Defesa Sanitária Animal (SDSA), aprovado pelo Decreto nº 24.548/1934 e na Lei nº 569/1948. Nestes documentos são estabelecidas as medidas a serem aplicadas em caso de ocorrência de várias doenças que conferem perigo à sanidade (MAPA, 2013).

Por ser um sistema descentralizado, há maior agilidade nos processos relacionados aos SUASAs. Novos projetos agroindustriais podem ser registrados e aprovados com mais rapidez e menor custo. Além disso, os produtos inspecionados pelo SUASA de qualquer esfera podem ser comercializados para todo o país. Segundo consta no Documento Orientador sobre o Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária, a característica descentralizada do SUASA seria bastante útil para a produção familiar e no âmbito municipal (MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO - MDA, 2008).

Segundo o Projeto de Lei Orçamentária (PLOA, 2016), dos 30 bilhões de reais destinados à agricultura, 331,9 milhões são dedicados à defesa agropecuária. De acordo com dados do Ministério da Transparência, Fiscalização e Controladoria-Geral da União (2018), em 2016, foram gastos 196 milhões de reais com defesa agropecuária e três milhões de reais com defesa sanitária animal de gastos diretos do governo federal. Pelo Sistema Integrado de Administração Financeira (SIAFI), é possível observar investimento de aproximadamente 33 milhões de reais no fortalecimento do sistema unificado de atenção à sanidade agrícola. A título de comparação, as exportações anuais do complexo de carnes brasileiras, avícolas, bovinas e suínas, em 2016, totalizaram cerca de 13,9 bilhões de dólares, e somente a carne de frango “in natura”, respondeu por 5,9 bilhões de dólares FOB (MDIC, 2019).

Ainda, a Instrução Normativa nº 32, de 13 de maio de 2002, da Secretaria de Defesa Agropecuária (SDA), visa, segundo seu artigo 1º: aprovar “as Normas Técnicas de Vigilância, Controle e Erradicação da doença de Newcastle e da Influenza aviária”, entre elas: (i) a notificação obrigatória ao SVO em caso de suspeita de uma das doenças; (ii) ao receber uma denúncia sobre a presença de IA ou DN, deve ocorrer a realização de investigação por Médico Veterinário Oficial; (iii) coleta de material para análise; (iv) restrição à movimentação de aves, outros animais, pessoas e veículos na área infectada ou proximidades; (v) estabelecimento de zonas de proteção e vigilância; (vi) abate de aves infectadas ou suspeitas e descarte das carcaças e equipamentos relacionados à produção avícola; (vii) limpeza e desinfecção (MAPA, 2013).

Ainda, em caso de ocorrência das doenças de Newcastle e/ou Influenza Aviária, a Instrução Normativa da Secretaria de Defesa Agropecuária - SDA nº 17/2006 possui um completo texto no qual constam as atribuições de cada esfera, tanto federal quanto estaduais e municipais, e informa qual deverá ser a participação tanto de órgãos públicos, como empresas

do setor privado e institutos de ensino e pesquisa. São diversas ações que visam identificar a doença, eliminá-la o mais rápido possível, evitando sua dispersão, e permitir que a propriedade possa ser utilizada novamente (MAPA, 2013). A Figura 9 mostra os procedimentos preconizados para adoção após a ocorrência de suspeita de uma das duas doenças, que deve ser imediatamente reportada ao Serviço Veterinário Oficial (SVO).

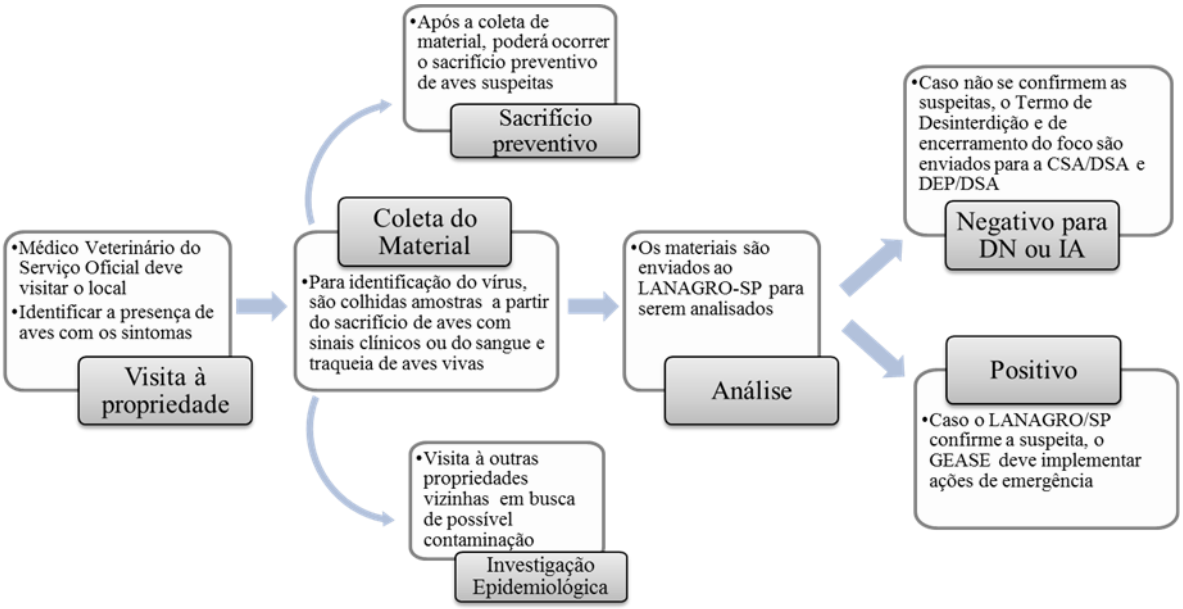

Figura 9 – Fluxograma de atuação após a notificação da suspeita de IA ou DN
Fonte: Elaborado pelo autor com base em (MAPA, 2013).

Entre as atribuições na esfera federal estão: (i) informar organizações internacionais sobre a ocorrência da doença e quais medidas estão sendo adotadas para controle; (ii) análise epidemiológica e ações para erradicação; (iii) coordenação das ações de defesa sanitária animal; (iv) controle do trânsito de animais e seus produtos; (v) realizar treinamentos direcionados às "equipes de emergência sanitária e equipes dos LANAGROs (Laboratório Nacional Agropecuário), SFAs (Superintendências Federais de Agricultura), SVEs e as entidades representativas do setor privado" e (v) "coordenar um banco de vacinas contra IA, para utilizar caso a autoridade sanitária entender necessário" (MAPA, 2013).

Os governos estaduais são incumbidos de prestar apoio na execução de ações de emergência sanitária, auxiliar na capacitação de profissionais da área e na realização da vigilância zoossanitária. Ao setor privado cabe basicamente o auxílio financeiro para ajudar o Serviço de Vigilância Oficial (SVO) no combate dos focos das doenças, por meio de fundos de compensação financeira; ajudar no desenvolvimento de ações emergenciais e na utilização de

métodos industriais consagrados que inativem o vírus em produtos de origem avícola, vindos de áreas com possibilidade de infecção (MAPA, 2013).

Uma vez identificada a ocorrência de uma das duas doenças pelo LANAGRO/SP, o Grupo Especial de Atenção a Suspeita de Enfermidades (GEASE) se responsabiliza pelas ações de emergência sanitária. Segundo a Resolução Conjunta nº. 1 da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do estado de São Paulo e o MAPA, de 07/03/2006, o GEASE tem por objetivo "prevenir, combater, controlar e erradicar as enfermidades emergenciais". Assim, são traçadas áreas no entorno do foco: a zona de proteção possui raio de três quilômetros, enquanto a zona de vigilância fica a sete quilômetros a partir da zona de proteção ou dez quilômetros do foco. O MAPA encarrega-se de declarar estado de emergência e definir um grupo para atuação (MAPA, 2013).

Nos focos de incidência das doenças são conduzidas medidas que visam evitar a infecção de pessoas e animais, bem como a disseminação da doença. Entre elas, o GEASE: (i) sacrifica imediatamente todas as aves e suínos no estabelecimento infectado; (ii) destrói todas as aves, ovos e subprodutos; (iii) realiza a limpeza e desinfecção das áreas de alojamentos e acesso das aves; (iv) proíbe a saída de equipamentos ou materiais ligados à produção avícola; (v) isola a propriedade à entrada ou saída de qualquer tipo de animal; (vi) restringe o trânsito de veículos em estradas de acesso à propriedade; (vii) comunica ao Serviço Veterinário Estadual (SVE), ao MAPA (por meio da Superintendência Federal de Agricultura - SFA); (viii) comunica ao Serviço de Inspeção Federal (SIF) dos abatedouros que receberam aves da região infectada e (ix) comunica a autoridade local de saúde pública em caso de IA de alta patogenicidade (MAPA, 2013).

A estrutura federal para a proteção, coordenação e inspeção das normas e regras de sanidade avícola conta com vários órgãos:

- Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal (DIPOA). Este é subordinado à SDA e tem como objetivos a coordenação de leis, normas e critérios para atestar qualidade e sanidade de produtos de origem animal, estando presente nas Superintendências Federais de Agricultura em cada Estado (MAPA, 2017);

O DIPOA é o responsável pelos Serviços de Inspeção Federal (SIF), presentes em todo o estabelecimento registrado nesse Departamento, e que atualmente somam mais de cinco mil (MAPA, 2017). O SIF precisa registrar e aprovar todos os produtos de origem animal. O DIPOA também deve promover a integração com os órgãos estaduais e municipais de inspeção de

produtos de origem animal, o que ocorre via Sistema Brasileiro de Inspeção de Produtos de Origem Animal (SISBIPOA) (MAPA, 2013).

- Laboratórios especializados para atender o setor agropecuário. Compete à Coordenação-Geral de Apoio Laboratorial - CGAL, em Brasília/DF, gerenciar e dar as diretrizes de funcionamento dos Laboratórios Nacionais Agropecuários (LANAGROS), além de promover a integração com órgãos governamentais e fomentar a publicação científica.

Os seis LANAGROS, distribuídos em Belém/PA; Recife/PE; Goiânia/GO; Pedro Leopoldo/MG; Campinas/SP e Porto Alegre/RS são os laboratórios oficiais do MAPA. Seu papel está no monitoramento, controle e fiscalização, tanto de bebidas quanto de alimentos.

No âmbito do tema de interesse deste trabalho, ressalta-se que o LANAGRO/SP é internacionalmente reconhecido pela Organização Mundial da Saúde Animal (OIE) como um dos dez laboratórios no mundo que podem realizar o diagnóstico de Influenza aviária e doença de Newcastle. Esse fato confere maior credibilidade internacional ao produto brasileiro, afetando positivamente as relações comerciais e as negociações sanitárias[9] (MAPA, 2017).

Para outras doenças, como micoplasmoses e salmoneloses, são realizadas atividades de inspeção que atestam que uma determinada propriedade é livre das doenças. Além disso, realiza-se o controle permanente e o combate por meio de vacinas, caso necessário. Há também um minucioso controle quanto às instalações, e que visam evitar todo o tipo de doenças. Alguns exemplos são: não estar acessível à entrada de insetos, ou aves silvestres ou outros animais; construção dos galpões de maneira a ser fácil seu acesso e limpeza; controle do transito de veículos, pessoas, equipamentos etc. (MAPA, 2002). Todos esses instrumentos visam garantir a sanidade das aves, evitando sua contaminação e, consequentemente, perdas econômicas.

Devido à dificuldade de se manter um país inteiro livre de doenças, como no caso da Doença de Newcastle e da Influenza Aviária, transmitidas via migração de aves, a OIE (2007) estabelece dois conceitos: regionalização (ou zoneamento) e compartimentação. Ambos são instrumentos úteis da política sanitária, evitando perdas associadas a doenças endêmicas; ajudando a controlar e erradicar as doenças, caso ocorram, e garantindo ao importador a idoneidade da produção, mesmo na ocorrência de casos de doença no país exportador (OIE,

[9] Notícia veiculada no site do Mapa em 27/05/2016. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/comunicacao/noticias/2016/05/laboratorio-agropecuario-se-torna-referencia-internacional>. O reconhecimento do LANAGRO/SP para realizar o diagnóstico da IA e DN permite ao Brasil tornar-se independente nesse tipo de análise, não sendo mais necessário enviar amostras ao exterior para a confirmação final. O reconhecimento foi feito por 180 países e representa a competência máxima para diagnóstico das duas doenças, de modo que todos os diagnósticos desse laboratório para estas doenças têm validade mundial.

2007). As duas formas, visam tornar as produções definidas, reconhecíveis e fáceis de serem rastreadas (FAO, 2007). Com isso, mesmo que uma área ou um certo produtor esteja acometido por determinada doença, é possível garantir que outras regiões ou produtores estejam livres desta e possam continuar a comercialização de seus produtos normalmente.

A regionalização promove a divisão de um país em regiões menores, atribuindo a cada uma delas um *status* quanto à sanidade (OIE, 2007); essa divisão ocorre com base em diferenças na geografia física, humana, em condições epidemiológicas, dentre diversos outros elementos que podem, em geral conjuntamente, justificar o reconhecimento de status sanitários distintos para regiões dentro de um único país. A regionalização é prevista no artigo 6º do Acordo de Medidas Sanitárias e Fitossanitárias (SPS) da Organização Mundial do Comércio (OMC) - *Adaptation to Regional Conditions, Including Pest- or Disease-Free Areas and Areas of Low Pest or Disease Prevalence.*

A compartimentação, por sua vez, é um sistema no qual todos os insumos relacionados ao processo produtivo da carne de frango e o contato com os produtores são cuidadosamente controlados. Dessa maneira, tanto a unidade produtiva quanto o fornecedor de alimentos ou suprimentos à produção podem ser definidas como uma unidade epidemiológica discreta (FAO, 2007). Com isso, mesmo que seja encontrado um foco de Influenza Aviária ou de Doença de Newcastle no Brasil, a produção nacional não é comprometida. Ainda, é importante dizer que as normas e os requisitos necessários para a compartimentação e a regionalização são diferentes para cada tipo de produção e enfermidade (OIE, 2007).

A Instrução Normativa nº 21/2014 do MAPA estabelece as normas técnicas de Certificação Sanitária da Compartimentação da Cadeia Produtiva Avícola das granjas. Por compartimentação, de acordo com essa Instrução, entende-se o plantel de aves mantido sob um sistema de gestão para o qual são aplicadas medidas de controle, vigilância e biosseguridade, que lhes confere um *status* sanitário diferenciado em relação a IA e DNC. Tanto as unidades de produção e unidades funcionais associadas, pertencentes ao compartimento, são submetidas a um rígido protocolo de biosseguridade.

Entre os fatores de risco citados pela IN nº 21 estão: (i) abastecimento de água; (ii) fornecimento de ração; (iii) proximidade de espécies susceptíveis aos vírus de IA e DNC; (iv) acesso de pessoas; (v) acesso de veículos; (vi) entrada de materiais e equipamentos; (vii) uso de vacinas e demais produtos biológicos; (viii) entrada de material genético e movimentação de aves e ovos e (ix) pragas, como roedores e insetos. Para cada fator, existe um rigoroso procedimento a ser adotado para evitar o risco de contaminação e para que seja conferido o *status* de compartimento.

Por fim, a propriedade, área, compartimento ou zona infectada é considerada livre da doença de Newcastle ou Influenza, três meses após serem aplicadas as medidas especificadas pela OIE e após comprovada a inexistência dos agentes (MAPA, 2013).

A compartimentação e a regionalização são instrumentos de gestão sanitária relevantes no âmbito dos estudos prospectivos sobre potenciais impactos econômicos em casos de crise sanitária, tendo em vista que as delimitações estabelecidas permitem restringir as áreas que passam a ter restrições de produção e comercialização em caso de surto, por exemplo da doença de Newcastle ou de IA.

Entre os procedimentos adotados para a gestão do risco da contaminação, podem ser citados: a limpeza e desinfecção periódica do compartimento, a desinfecção de veículos em sua entrada e saída, bem como um programa de manejo e descarte de aves mortas.

O compartimento é monitorado pelo SVO, que a qualquer momento pode requerer informações quanto ao alojamento, número de aves, espécies, plano de rastreabilidade de cada lote de aves do início ao fim da transação, plano de contingência em caso de infecção, mapas com informações geográficas da região do compartimento, rotas de transporte, capacitação contínua de profissionais, registro completo de consumo de água e ração, peso, produção das aves, mortalidade, produtos veterinários utilizados e outras informações (Instrução Normativa SDA nº 21, de 21/10/2014).

Atualmente o Brasil apresenta quatro compartimentos avícolas, todos eles certificados pelo MAPA. Dos compartimentos, 3 deles são de reprodução e um de produção de carne, eles estão localizados nos estados de São Paulo, Mato Grosso do Sul e Minas Gerais (Avicultura Industrial, 2018a; Avicultura Industrial, 2018b; Avicultura Industrial, 2017).

4 METODOLOGIA

Neste trabalho, adota-se uma análise benefício-custo (ABC) para examinar qual é a magnitude da contribuição econômica dos serviços laboratoriais oficiais para a garantia de renda do setor produtor e exportador de carne de frango. Buscou-se uma aproximação para os benefícios gerados ou garantidos pelo serviço de laboratórios oficiais nessa cadeia produtiva. Considerando que o foco deste estudo é evidenciar a importância econômica dos Lanagros para o agronegócio nacional e para o País de modo geral, consideram-se os custos econômicos, para fins da análise benefício-custo aqui conduzida, como aqueles incorridos pelo governo federal para manter o Lanagro-SP, particularmente aqueles serviços conduzidos nas instalações em Campinas. Outro custo levado em consideração foi o do Sistema de Vigilância Agropecuária Internacional (Vigiagro).

Os benefícios, mais relevantes de possíveis surtos, são identificados, quantificados e valorados, e a partir deles construídos cenários, tendo em conta que para manter a sanidade das granjas e as exportações de carne de frango e ovos, livres de Influenza aviaria e de Newcastle, é essencial o papel do laboratório oficial na realização dos ensaios laboratoriais para estas doenças. Esta análise inclui os ensaios laboratoriais conduzidos para o monitoramento de 100% das importações de material genético avícola, no âmbito da política de prevenção à sua entrada. Em 2018, 92,48% de todo o material genético teve como ponto de entrada o aeroporto de Viracopos, correspondendo ao valor de mercado de U$ 30,9 milhões (COMEXSTAT, 2019).

Estes cenários consideram premissas para a probabilidade de entrada das doenças, abate e morte de aves, gastos com controle e erradicação das doenças, redução nas exportações e queda na produção do setor avícola.

Outros impactos foram discutidos, mesmo não sendo possível fazer uma análise quantitativa para os mesmos, entre eles tem-se a queda de demanda interna e dos preços, aumento dos preços de exportação, mudança de parceiros comerciais no mercado internacional e mudança nas preferências do consumidor.

Mesmos os custos e benefícios de se manter a estrutura de vigilância, controle e prevenção da IA e da DNC estando intrinsicamente ligados, o cálculo dos benefícios decorrentes da introdução foi feito apenas para o caso da IA. Esta escolha se deve à falta de dados, particularmente de parâmetros que permitam inferir sobre os possíveis impactos decorrentes da entrada da DNC.

4.1 Análise benefício-custo

A análise benefício-custo tem sido muito utilizada para a tomada de decisão referente a políticas públicas em todo o mundo, inclusive no Brasil. A Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD, em inglês) publicou diferentes artigos que empregam a técnica da análise benefício-custo, como, por exemplo, para melhor entender o efeito de projetos focados em ensino e formação profissionais (HOECKEL; SHWARTZ, 2006) e para avaliar o impacto das medidas não-tarifárias no comércio de produtos agroalimentares (VAN TONGEREN; BEGHIN; MARETTE, 2009).

Na academia, também é possível encontrar estudos nesta vertente, como Sanches et al. (2014), que estimaram a relação benefício-custo de diversas estratégias de controle do cancro cítrico no estado de São Paulo.

Neste estudo, a abordagem benefício-custo é utilizada como ferramenta analítica para quantificar os impactos que surtos de Influenza Aviária teriam sobre a economia do Brasil. Para estimar o montante de benefícios dos serviços do Lanagro/SP e do Vigiagro para a cadeia de frango foi simulado um cenário hipotético de entrada da IA no Brasil, com possíveis surtos da doença em estados selecionados. A partir destes cenários, uma estimativa de perdas potenciais foi obtida. Estes cenários foram comparados em termos de custo e de benefícios com o cenário na ausência da doença, evidenciando os benefícios de se manter o país livre.

Os benefícios são estimados pela valoração das perdas que são evitadas pelo monitoramento e garantia da sanidade das aves em frente desta doença. Os custos dos serviços de prevenção foram, para fins deste estudo, delimitados pelo investimento e as despesas com a manutenção pelo governo federal para manter a Rede de Laboratórios oficial do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento em São Paulo, particularmente no laboratório de Campinas, no atendimento aos produtos vinculados à cadeia de produção de frango e da Unidade de Vigilância Agropecuária Internacional (Vigiagro) atuante no aeroporto de Viracopos, também em Campinas, por onde ingressa a maior parte do material genético para a cadeia avícola brasileira.

Portanto, nota-se que a ABC está centralizada na avaliação da viabilidade econômica da política sanitária (de prevenção das doenças aviárias) do governo federal, já que os custos considerados não incluem aqueles incorridos pelo setor privado. Por outro lado, os benefícios medidos via perdas evitadas são majoritariamente auferidos pelos produtores de aves, frigoríficos e exportadores. Da mesma forma que os custos da prevenção podem estar subestimados neste estudo, entende-se que também os benefícios estão. Isto porque doenças como a Influenza Aviária tem implicações para a saúde humana bastante sérias, e, portanto,

outros impactos sociais e econômicos estariam associados à eventual entrada da mesma no território nacional.

Para calcular a relação benefício-custo, utiliza-se a seguinte equação:

$$\frac{B}{C} = \frac{\sum_{j=0}^{n} \frac{R_j}{(1+i)^j}}{\sum_{j=0}^{n} \frac{C_j}{(1+i)^j}} \quad (1)$$

Onde: R_j corresponde aos benefícios da adoção de programas de defesa agropecuária no ano *j*; C_j é o custo de programas de defesa no ano *j; i* é taxa de desconto; *n* é a vida útil do programa ou da ação adotada.

4.2 Referencial teórico[10]

Segundo Zerbe e Bellas (2006), a utilidade, medida econômica do bem-estar individual, não pode ser comparada entre as pessoas porque não pode ser medida e porque as medidas de utilidade resultantes das funções de utilidade são ordinais e não cardeais. Se, no entanto, a utilidade fosse mensurável e comparável entre as pessoas, seria possível conceber uma regra para aprovar ou rejeitar projetos com base em seu efeito sobre a utilidade combinada dos indivíduos.

Tal regra de decisão é chamada de critério de bem-estar social. Para desenvolver o critério de bem-estar social que apoia o ABC, considera-se que a utilidade seja mensurável. Desta forma, em termos matemáticos, o bem-estar social é uma função dos níveis de utilidade dos N indivíduos em uma sociedade:

$$W = W[U_1, U_2, U_3, \cdots, U_N] \quad (2)$$

A derivada parcial do bem-estar social em relação à utilidade de qualquer indivíduo i, $(\partial W / \partial U_i)$, indica quão importante é esse indivíduo na função de bem-estar social. Os projetos geram ganhos líquidos para alguns indivíduos e perdas líquidas para outros e a função de bem-estar social descreve como os ganhos e perdas devem ser comparados. Se as mudanças nos níveis de utilidade de todos os membros de uma sociedade fossem conhecidas, o efeito marginal de um projeto no bem-estar social seria dado por:

$$dW = \sum_{i=1}^{N} \frac{\partial W}{\partial U_i} \cdot dU_i \quad (3)$$

onde dU_i são as mudanças na função de utilidade para o individuo i.

[10] Referencial teórico seguiu Zerbe e Bellas (2006).

Idealmente, o objetivo de qualquer projeto público deve ser aumentar o bem-estar social. Como resultado, o critério apropriado pelo qual qualquer projeto deve ser julgado é se ele aumenta o valor da função de bem-estar social, ou seja, se aumenta o bem-estar da sociedade. No entanto, isso é operacionalmente impossível. Funções explícitas de bem-estar social não existem. Mesmo se houvesse tal função unanimemente acordada, as funções de utilidade individual não seriam facilmente observáveis e as mudanças na utilidade não podem ser medidas. Assim, avaliar projetos de acordo com seus efeitos na utilidade individual e no bem-estar social é impossível. Com algumas modificações, no entanto, o critério do bem-estar social pode se tornar mais prático.

Se os indivíduos maximizam as suas utilidades, existe uma relação útil entre a utilidade marginal e os benefícios líquidos. Uma pessoa maximizando a utilidade sujeita a uma restrição orçamentária resolve o problema:

$$\max_{x} U(X), \text{ sujeito a } \mathrm{P'X} = Y \tag{4}$$

Onde X é um vetor das quantidades de bens consumidos, $U(X)$ é a função de utilidade dos indivíduos, P é um vetor de preços e Y é a renda dos indivíduos.

Utilizando Lagrange, chega-se à seguinte solução:

$$U(X) + \lambda[Y - \mathrm{P'X}] \tag{5}$$

Que possui como condições de primeira ordem:

$$\frac{\partial U}{\partial x_i} = \lambda \mathrm{P}_i \tag{6}$$

Nesta situação, λ é interpretado como a utilidade marginal da renda. Se um indivíduo está maximizando a utilidade e experimentando uma mudança nas quantidades de bens consumidos, a mudança total na utilidade resultante dessa mudança é a soma dos efeitos das mudanças na utilidade:

$$dU = \sum \frac{\partial U}{\partial X_i} \cdot dx_i = \sum \lambda \mathrm{P}_i \, dx_i = \lambda \sum \mathrm{P}_i \, dx_i \tag{7}$$

Assim, a mudança na utilidade resultante de uma mudança no consumo de um indivíduo é igual à utilidade marginal de sua renda, λ , multiplicada pela soma do produto dos preços e quantidades da mudança de consumo. No entanto, para qualquer indivíduo, $\sum \mathrm{P}_i \, dx_i$ é o valor dos benefícios líquidos (NB) do projeto. Portanto, para qualquer indivíduo:

$$dU = \lambda * \mathrm{NB} \tag{8}$$

Obtém-se o resultado de que a mudança no bem-estar social pode ser descrita como:

$$dW = \sum_{i=1}^{N} \frac{\partial W}{\partial U_i} \cdot \lambda_i \mathrm{NB}_i \tag{9}$$

onde $\partial W / \partial U_i$ é o efeito marginal sobre o bem-estar de um aumento da utilidade do indivíduo i, λ_ié a utilidade marginal da renda do individuo i, NB_i é a medida monetária do valor dos benefícios líquidos acumulados do individuo i.

Para a solução da análise custo benefício, o peso social de cada pessoa é o mesmo. Isto é, $\partial W / \partial U_i = 1$ para todos os indivíduos. Isso resulta na equação simplificada para a mudança no bem-estar social:

$$dW = \sum_{i=1}^{N} \lambda_i \mathrm{NB}_i \cdot \tag{10}$$

Desta maneira, a mudança no bem-estar social é igual à soma das utilidades marginais de cada indivíduo multiplicada pelo seu benefício líquido. Para esta simplificação, é necessário assumir três suposições: a primeira é que todos os indivíduos possuem a mesma importância na sociedade; a segunda garante que se o projeto aumenta a riqueza total das pessoas, ele vai ser classificado como desejável, pois o aumento de riqueza sempre é desejável, independentemente de para qual indivíduo este aumento vai; e, por último, se de fato existem algumas pessoas que importam mais para a sociedade do que outras, os programas de transferência direta de riqueza podem ser usados para ajudar essas pessoas.

Assumindo que a utilidade marginal da renda dos indivíduos é a mesma, a equação 10 pode ser reescrita como:

$$dW = \sum_{i=1}^{N} \mathrm{NB}_i \tag{11}$$ [11]

Onde, na equação 11, o bem-estar social aumenta quando os benefícios de um projeto são positivos. Ou seja, o projeto é economicamente desejável se possuir benefícios positivos.

4.3 Construção dos cenários

Dois cenários foram construídos na análise benefício-custo (ABC) com o objetivo de identificar e mensurar os impactos máximos de uma eventual entrada da IA. Nesse sentido, o cenário **Base** considera a manutenção dos serviços prestados pelo Lanagro/SP e pelo Vigiagro, sendo consideradas medidas preventivas ou de controle da doença, evitando-se os choques ou perdas ocasionadas pelas mesmas nesses mercados. Ou seja, supondo sucesso de 100% do

[11] Para todos os indivíduos $\partial W / \partial U_i = 1$.

sistema de defesa, ressaltando a importância dos trabalhos do Lanagro/SP, em evitar a entrada da doença está no Brasil.

No segundo cenário, chamado de cenário ***Stress***, foram estimadas perdas máximas que ocorreriam, considerando a ausência dos programas de controle e prevenção da influenza aviaria. A ausência ou a redução das políticas de prevenção à entrada da IA acarretaria a elevação do risco de ingresso e de ocorrência de um possível surto desta doença, dada pelo aumento da probabilidade de uma falha na vigilância. Desse modo, as perdas estimadas para este cenário representam as perdas no pior contexto, com maior probabilidade de introdução e disseminação da doença.

Nesta análise os gastos governamentais para manter o Lanagro/SP e Vigiagro são considerados como custos na ABC, enquanto os benefícios são medidos pelas perdas que são prevenidas com a entrada da IA no Brasil. O cenário ***Stress*** (**cenário S**) foi contrastado com o cenário **base** (**cenário B**) para obter a relação benefício-custo. Os benefícios analisados são resumidos na Tabela 5, e estão descritos em detalhes nos próximos itens.

Tabela 5 – Benefícios identificados e quantificados dos serviços do Lanagro/SP e Vigiagro relacionados à prevenção da Influenza Aviaria no Brasil

Número	Benefícios	Quantificado e valorado
1	Perdas evitadas com abate e sacrifício sanitário	X
2	Perdas evitadas com queda na produção de carne e ovos	X
3	Perdas evitadas com redução das exportações devido a um foco	X
4	Compensação pela realocação e venda dos produtos exportáveis no mercado nacional	X
5	Perdas evitadas com queda da remuneração do setor avícola	X
6	Perdas evitadas com choque nos preços e demanda interna	

Fonte: Elaborado pelo autor.

A fórmula utilizada para o cálculo dos benefícios associados à ocorrência de possíveis surtos da doença de IA foi a seguinte:

$$B_t = \left\{ \sum_{n=0}^{27} [(VP_{tn}^1 - VS_{tn}^1) + (VP_{tn}^2 - VS_{tn}^2) + (VP_{tn}^3 - VS_{tn}^3 - VS_{tn}^4) + (VP_{tn}^5 - VS_{tn}^5)] \right\} \quad (12)$$

onde B é o benefício para um determinado ano t, n é o enésimo estado, VP_{tn}^1 é o valor do plantel brasileiro projetado em cada ano no cenário Base, VP_{tn}^2 é o valor da produção de carne e ovos

projetado para cada período, VP_{tn}^{3} é a receita projetada do comercio internacional da carne de frango e de seus produtos para cada ano, VP_{tn}^{5} é a remuneração do pessoal ocupado no setor de aves e seus subprodutos projetada para cada ano; e VS_{tn}^{1} o valor do plantel projetado em caso da introdução do vírus da IA (cenário *Stress*), VS_{tn}^{2} é o valor da produção projetado para a carne e ovos em caso da introdução do vírus da IA, VS_{tn}^{3} é a receita projetada do comercio internacional da carne de frango e seus produtos em caso da introdução do vírus da IA, VS_{tn}^{4} é a compensação recebida pelo setor produtivo em caso de bloqueio às exportações da carne de frango e de seus produtos no cenário de introdução do vírus da IA, a partir da realocação desses produtos no mercado doméstico, e VS_{tn}^{5} é a remuneração do pessoal ocupado no setor de aves em caso da introdução do vírus da IA.

4.4 Simulações de Monte Carlo

Com o objetivo de entender a dinâmica dos possíveis impactos com o não oferecimento dos serviços Lanagro/SP e do Vigiagro foram realizadas simulações utilizando o método de Monte Carlos. A partir desse método, pretende-se obter os prováveis impactos gerados pela introdução da doença em estados brasileiros pré-definidos e a distribuição de impactos para os choques nos planteis, na produção de carne e no comercio internacional, com o intuito de inferir os benefícios gerados pelo sistema de saúde animal oferecido pelos dois serviços oficiais coordenados pela Secretaria de Defesa Agropecuária, na forma de perdas evitadas.

Para estas simulações, os parâmetros incertos na análise ABC foram variados simultaneamente, através de distribuições de probabilidade pré-definidas para gerar uma distribuição de valores prováveis das variáveis de interesse. Na Tabela 6 foram elencadas todas as variáveis empregadas nas simulações e suas respectivas distribuições. Adotaram-se as distribuições triangular, normal e binomial; realizaram-se 10.000 interações para garantir a convergência do resultado. A janela de simulação foi de 10 anos, tomando-se como base as informações de custos e preços do ano de 2017 e, portanto, realizando projeções para o período de 2018 a 2027.

Tabela 6 – Variáveis, distribuições e fonte das variáveis utilizadas nas simulações

Variável	Distribuição	Fonte dos dados
Taxa de crescimento da produção de ovos, rebanho e produção de carne	Triangular (a,b,c)	MAPA (2018)
Dinâmica do preço do frango vivo	Normal (μ,σ^2)	Embrapa - 2013 a 2017
Dinâmica do preço do frango resfriado	Normal (μ,σ^2)	Cepea - 2008 a 2017
Dinâmica do câmbio	Normal (μ,σ^2)	Bacen - 2005 a 2017
Tempo até a retomado do comercio internacional	Multinomial (a,b)	Johnson et al. (2011)
Probabilidade de introdução da IA	Binomial (n,p)	Reischak (2016) e Lanagro/SP

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para a taxa de crescimento da produção de ovos, taxa de crescimento do rebanho e taxa de crescimento da produção de carne foi usada a distribuição triangular para estimar os valores futuros na construção dos cenários. Segundo Vose (1997), a distribuição triangular é comumente escolhida para modelar parâmetros adotados com base na opinião de especialistas[12]. Desta forma, utilizou-se a distribuição triangular com a taxa de crescimento mínima (a), taxa de crescimento mais provável (b) e maior taxa de crescimento (c) identificadas pelos valores estimados pelo MAPA (2018). Assim, tem-se a equação 13, abaixo, para expressar o crescimento da produção de ovos, rebanho e produção de carne:

$$VP_t^s = VP_{t-1}^s + (VP_{t-1}^s \times TC) \tag{13}$$

onde VP_t^s é o valor do plantel de aves, produção de carne de frango e seus produtos para a situação s no ano t, TC é a taxa de crescimento com distribuição $T(a, b, c)$.

Os valores futuros do preço do frango vivo, preço do frango resfriado e do cambio foram gerados através da distribuição normal[13], utilizando a média (μ) e o desvio padrão (σ^2) observados na janela histórica de cada variável. Para o câmbio considerou-se o período histórico de 2005 até 2017; para o preço do frango vivo e o preço do frango resfriado utilizaram-se, respectivamente, a janela histórica disponível de 2013 até 2017 e de 2008 até 2017. A fórmula 14 para empregada para estimar os preços que foram usados nas simulações.

$$P_t^c = P_{t-1}^c + (P_{t-1}^c \times DP) \tag{14}$$

[12] Uma opinião de um especialista em sua especialidade, presumivelmente bem baseada em informações factuais e de ponta no seu campo de atuação.

[13] Para as séries utilizadas, foi realizado o teste de Anderson-Darling (1954) e, em nenhum dos casos, a hipótese nula de que a amostra segue uma distribuição normal foi rejeitada.

onde P_t^c é o preço para o produto c (frango vivo, frango congelado e câmbio) no ano t, DP é a dinâmica do preço com distribuição $N(\mu, \sigma^2)$.

No caso do tempo, até a retomada do comercio internacional foi utilizada a distribuição multinomial com os períodos observados por Johnson et al. (2011), podendo assumir, com a mesma probabilidade, diferentes prazos para a retomada das exportações aos mesmos valores previamente vigentes antes do surto. Os prazos para a retomada das exportações que foram simulados variaram de 4, 5, 6 a 11 meses. Esta distribuição foi selecionada para esta variável já que pouco se sabe sobre o seu comportamento.

Por último, assumiu-se a distribuição binomial para a probabilidade de introdução do vírus da IA em território nacional. As probabilidades foram extraídas do banco de dados do Lanagro e de Reischak (2016) e serviram como proxy para a análise de risco proposta.

4.5 Pontos de partida e situações desenhadas

O cenário ***Stress*** foi segmentado em 14 possíveis situações e estruturado de forma a permitir sua comparação via resultados da ABC. Estas situações combinam diferentes pressuposições sobre: a) probabilidades para a introdução da IA, diferindo para os estados com registro da ocorrência de surtos, e que se refletirão em distintos graus de impacto sobre o mercado interno; b) aceitação pelos países importadores da compartimentação das granjas, o que reduz a abrangência dos choques sobre as exportações das regiões com surtos de IA; c) taxa de crescimento das exportações e da produção interna após a ocorrência de surtos; d) ocorrência de maiores gastos do setor público com políticas preventivas, ou não, como resposta ao registro de surtos no período anterior; e e) existência ou não de efeitos dos surtos sobre o mercado de emprego no setor da avicultura. As premissas a respeito desses cinco elementos e sua combinação caracterizando cada situação simulada estão identificados na Tabela 7.

Tabela 7 – Quadro resumo das situações e respectivas premissas avaliadas no cenário ***Stress***

Situação	Probabilidade de entrada da IA	Impacto no comercio internacional	Taxa de crescimento atividade após surto[1]	Ocorrência de reintrodução da IA	Impacto no mercado de trabalho
1	Reischak	sem compartimentação	Impacto	Sim	Não
2	Reischak	sem compartimentação	Potencial	Sim	Não
3	Reischak	sem compartimentação	Impacto	Sim	Sim
4	Reischak	com compartimentação	Impacto	Sim	Não
5	Reischak	com compartimentação	Potencial	Sim	Não
6	Reischak	sem compartimentação	Impacto	Não	Não
7	Reischak	com compartimentação	Impacto	Não	Não
8	Lanagro	sem compartimentação	Impacto	Sim	Não
9	Lanagro	sem compartimentação	Potencial	Sim	Não
10	Lanagro	sem compartimentação	Impacto	Sim	Sim
11	Lanagro	com compartimentação	Impacto	Sim	Não
12	Lanagro	com compartimentação	Potencial	Sim	Não
13	Lanagro	sem compartimentação	Impacto	Não	Não
14	Lanagro	com compartimentação	Impacto	Não	Não

Fonte: Elaborado pelo autor.
[1]Taxa de crescimento para o plantel, produção de ovos, produção de carne de frango e exportações.

Inicialmente, para as situações de 1 a 7 e para as situações de 8 a 14 foram diferenciadas as probabilidades de introdução do vírus da IA. No primeiro grupo foram consideradas as probabilidades de entrada da doença utilizando Reischak (2016) como referência. No segundo grupo de situações, dados originados dos resultados dos ensaios laboratoriais para a IA, realizados pelo Lanagro/SP, que tiveram resultados positivos para os tipos de vírus de Influenza, foram usados para inferir as probabilidades de entrada da doença.

Para as situações 1, 2, 3, 6, 8, 9 e 13, na simulação de um surto da IA em território nacional, assumiu-se que todos os países que praticaram bloqueio das importações dos EUA no surto de 2014-2015, descontinuariam as importações brasileiras de carne de frango de todas as regiões do país. Para as situações 4, 5, 7, 11, 12 e 14 considerou-se que os mercados internos já estariam operando sob o sistema de compartimentação, de forma que os importadores de carne

de frango e seus produtos, ao realizarem medidas de bloqueio das importações diante de um surto da IA, levariam este sistema em conta e teriam a mesma reação registrada durante o surto nos EUA (2014-2015) em relação ao seu comércio internacional.

Outra suposição foi sobre o comportamento do produtor interno e das exportações da carne e produtos de frango, nas situações 2, 5, 9 e 12, quando simulados os surtos da doença, assumiu-se que, após a crise sanitária, a taxa de crescimento da produção e da exportação foi calculada com base no potencial de produção (Premissa "Potencial"). Ou seja, assumiu-se que, mesmo com as perdas devido ao surto de IA, o setor produtivo e o exportador se recuperariam em 12 meses, após a introdução do vírus, de modo a alcançar a mesma produção do cenário Base (sem surto). Esta situação exigiria grande dispêndio de recursos e dependeria bastante das perspectivas futuras do setor. Para as demais situações, a taxa de crescimento da produção doméstica e das exportações brasileiras de produtos avícolas após a crise sanitária foi aplicada sobre o nível de produção impactada, e, portanto, assumindo um prazo mais longo para recuperar o nível de produção anterior à crise (Situação "Impacto"). Estas premissas estão descritas pela expressão (15) abaixo:

$$VPS_t^s = \begin{cases} VS_{t-1}^s + (VS_{t-1}^s \times TC), \text{se taxa de crescimento} = \text{impacto} \\ VP_{t-1}^s + (VP_{t-1}^s \times TC), \text{se taxa de crescimento} = \text{potencial} \end{cases} \quad (15)$$

onde VPS_t^s é o valor do plantel de aves, produção de carne de frango e seus produtos para a situação s no ano t, no período seguinte a um surto da doença.

Em quatro situações (6, 7, 13 e 14) assumiu-se que, após o surto da doença, os serviços do Lanagro/SP e Vigiagro seriam retomados, de modo que se pressupõe que os gastos públicos realizados com políticas de prevenção à entrada da IA serão bem-sucedidos em reduzir a probabilidade de reintrodução da IA e de novos surtos. Na Tabela 7, são as situações com premissa "Não" para a reintrodução do vírus. Nestes casos, os custos e benefícios foram considerados até o ano de ocorrência do surto, e a relação benefício-custo foi calculada considerando na análise todos os anos até aquele em que ocorreu o surto da doença.

Por último, em duas situações, foram considerados os possíveis choques no mercado de trabalho do setor produtivo de aves e seus produtos.

Na Tabela 8 foram elencadas todas as variáveis consideradas, assim como suas fontes de dados. As variáveis descritas abaixo serviram como ponto de partida para os 10 anos da janela de projeções. Para o cálculo do valor presente, foi utilizada a taxa de desconto de 3,61%, calculada com base na mediana da taxa Selic para 2023, extraída do sistema de expectativas de mercado (BACEN, 2019a), e deflacionada pela meta da inflação de 2021 (BACEN, 2019b).

Tabela 8 – Variáveis e fonte das variáveis utilizadas nas simulações

Variável	Valores e unidades	Fonte e ano de referência
Plantel nacional de aves	1.425.699.944 – Cabeças galináceos	IBGE - 2017
Peso das carcaças de frango abatidas	13.607.352.198 kg	IBGE - 2017
Valor da produção de ovos	R$ 13.548.015.000	IBGE - 2017
Preço do frango resfriado	R$ 3,63/kg	Cepea - 2017 - média ano
Preço do frango vivo	R$ 2,36/kg	Embrapa - 2017 - média ano
Taxa de câmbio US$/R$	R$ 3,3074/US$	Bacen - Dez/2017
Peso frango vivo	2,72 kg	Andreazzi (2018)
Impacto produção de ovos e carne de aves	Redução de 12%	Dobrowlska e Brown (2016)
Impacto morte de aves	Morte de 12% do plantel	Dobrowlska e Brown (2016)
Estados para simulação da introdução doença	Região Sul, Centro-Oeste (- GO), Sudeste (- ES), BA, PE, PA, AL BA, CE, MA, PE, PI, RO, SE e TO	Reischak (2016) e Lanagro (2015)
Países com suspensão das importações do Brasil	Mesmos do surto 2014/2015 nos EUA	Swayne (2017)
Período para retomada das exportações	4,5,6 ou 11 meses	Johnson et al. (2011)
Número de estabelecimentos considerados na estimação dos impactos sob a ótica da compartimentação	Número de estabelecimentos que estão sob inspeção sanitária federal, estadual ou municipal por estado	IBGE - 2017
Taxa de desconto	3,61% ao ano	Bacen (2019a; 2019b)
Remuneração anual dos trabalhadores	7.083.716.654 - RS	MTE - 2017

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.5.1 Introdução da doença Influenza Aviaria

Diversas rotas de transmissão, incluindo migração ou comércio de aves silvestres, comércio de aves vivas e seus produtos, como carne e ovos, e transmissão mecânica associada a um movimento de pessoas e objetos contaminados podem ser associadas à introdução dos vírus da IA em regiões livres (WIECK, SCHLUETER e BRITZ, 2012; REISCHAK, 2016; PORTZ et al, 2003).

Reischak (2016) identificou a presença de anticorpos para diferentes subtipos do vírus de IA em aves de subsistência, situadas no entorno de áreas frequentadas por aves migratórias. Foram analisadas 2816 amostras de aves de subsistência, colhidas entre 2011 a 2015 pelo Serviço Veterinário Oficial, como parte das atividades de vigilância ativa do MAPA para prevenção da influenza aviaria. As amostras foram enviadas para o Lanagro/SP, no qual se identificou a presença do vírus da IA em 101 delas, todas de baixa patogenicidade, que tinham como origem os estados de Bahia (BA), Mato Grosso do Sul (MS), Pará (PA), Pernambuco (PE), Rio Grande do Sul (RS), Santa Catarina (SC) e São Paulo (SP).

A autora constatou que entre os principais fatores da ocorrência da doença estão: Existência de aves anseriformes, presença de mais de uma espécie de ave na mesma exploração, alta densidade de aves, existência de pontos de atração de aves silvestres (lagos e açudes), evidência de contato próximo entre aves domesticas e aves migratórias, presença de aves de múltiplas idades, ocorrência de comercialização de aves e seus produtos, aves criadas em liberdade e utilização de agua superficial para dessedentar as aves.

Entre os estados que estão suscetíveis à ocorrência da doença de IA, o Rio Grande do Sul, Santa Catarina e São Paulo têm o potencial para enfrentar as maiores perdas decorrentes de eventuais crises sanitárias, tanto em perdas diretas pelo setor impactado quanto pelas perdas indiretas, derivadas do impacto sobre a imagem dos produtos nacionais. Mesmo em outros setores vinculados à cadeia de produção avícola, o prognóstico é de efeitos negativos, assim como de gastos adicionais que os governos desses estados teriam para conter a disseminação da doença. Estes três estados estão entre os principais produtores de carne de frango e de ovos no Brasil.

Vale ressaltar que, além das rotas migratórias, as rotas comerciais atuam como um dos possíveis pontos de ingresso das doenças, de modo que, ao se levar em conta que o estado de São Paulo é o principal acesso ao material genético importado pela avicultura, seu risco de ser impacto pela entrada do vírus via estes fluxos é elevado. De acordo com o MDIC (2019), os pontos de ingresso, em 2018, do material genético no território brasileiro são o aeroporto internacional de Viracopos - Campinas/SP, o Aeroporto Internacional de São Paulo -

Guarulhos/SP e o Aeroporto Internacional do Rio de Janeiro, correspondendo respectivamente a 92,48%, 3,64% e 3,88% de todo material genético importado.

Em razão do risco sanitário, a inspeção de animais é, obrigatoriamente, realizada nos pontos de entrada, como portos e aeroportos (MAPA, 2018). Isso ocorre para toda importação de material biológico animal, incluindo o das aves, sendo que produtos de risco, originários de regiões afetadas pela IA não têm entrada permitida no Brasil. Mesmo com a existência de laboratórios privados, todas as análises de material genético importado passam pelo Lanagro/SP.

Toda a importação de material originário de outras regiões é acompanhada de certificação sanitária internacional, comprovando que o produto é isento de risco. No caso, o Brasil importa aves e ovos férteis para reposição de material genético, destinados a granjas de reprodução, atividade esta que fica sob estrita fiscalização do MAPA, por meio de normas que asseguram a certificação sanitária de origem destes produtos, e a condição sanitária destas aves e ovos no seu destino, dentro do país (MIRANDA et al.,2016).

Em 2018, 87,85% dos ovos fertilizados destinados à incubação tiveram como origem os Estados Unidos, seguido pela França, Canadá, Holanda e Reino Unido, que corresponderam respectivamente a 5,06%, 2,66%, 2,35% e 2,08% do total importado (MDIC, 2019). Cabe destacar que Estados Unidos e França registraram recentemente surtos de Influenza aviaria, respectivamente, em 2015 e 2016.

Para as situações de 1 a 7, assumiu-se como probabilidade de introdução da doença o percentual de amostras positivas encontradas por Reischak (2016), mesmo que entre os subtipos de hemaglutinina identificados não estivessem presentes o H5 e H7, que constituem os dois subtipos altamente patogênicos, que provocam a Influenza aviaria de alta patogenicidade. A autora analisou amostras de 2.816 aves de subsistência, colhidas no período de 2011 a 2015, criadas no entorno de sítios de aves migratórias. Os sítios de aves migratórias foram selecionados de acordo com critérios previstos no Plano de Prevenção à Influenza Aviária em Aves Silvestres e de Subsistência (BRASIL, 2006). Os materiais foram colhidos pelo Serviço de Vigilância Oficial (SVO), como parte das atividades de vigilância ativa para influenza aviaria realizada pelo MAPA, e consistiam de amostras de soro, suabes de cloaca e suabes de traqueia. Todos os ensaios laboratoriais foram realizados no Lanagro/SP.

Desta maneira, para calcular as probabilidades de entrada por estado, foram divididas as amostras positivas, verificadas pela autora, pelo número total de amostras por estado. Com as probabilidades de entrada calculadas (Tabela 9), assumiu-se uma distribuição binomial, para

cada ano, e para cada um dos estados considerados pela autora como suscetíveis à entrada da doença.

Tabela 9 – Proxy para a probabilidade de entrada da Influenza aviária, por estado, conforme dados de Reischak (2016)

Estados	Amostras positivas para Influenza aviaria	Amostras negativas para Influenza aviaria	Probabilidade de entrada
Pará	3	326	0,91%
Pernambuco	4	281	1,40%
Bahia	1	249	0,40%
São Paulo	35	221	13,67%
Santa Catarina	22	799	2,68%
Rio Grande do Sul	31	368	7,77%
Mato Grosso do Sul	5	381	1,30%

Fonte: Elaborado pelo autor com base em Reischak, 2016.

Nas situações de 7 a 14, para estimar alguns dos benefícios gerados pelos serviços de prevenção à entrada de doenças, neste estudo considerando-se o papel do Vigiagro e do Lanagro/SP, para a cadeia de frango, tais benefícios foram medidos como perdas evitadas. Especificamente no que tange à prevenção da IA, e, ainda para inferir sobre as probabilidades de ocorrência da IA para os diferentes estados brasileiros, foram usados dados da base eletrônica de informações das amostras processadas e dos ensaios conduzidos no Lanagro/SP, obtidas para o ano de 2015.

Do total das amostras relacionadas ao setor de avicultura e seus produtos, que deram entrada e foram analisadas pelo Lanagro de São Paulo, foram consideradas 3.067 amostras, submetidas aos seguintes ensaios - Real Time Influenza, Real Time PCR Influenza e Sorologia Influenza (ELISA e HI). Estes ensaios foram conduzidos em amostras de aves mortas, aves vivas, soros, órgãos, ovos bicados, fezes frescas, suabes de cloacas e suabes de traqueia. Do total de amostra, 81 originaram-se do campo, 119 referiam-se a trânsito internacional (importação) e o restante não possuía descrição no banco de dados, o que, possivelmente, está relacionado ao alto número de amostras que o Lanagro recebeu devido ao inquérito para a IA e DNC, que ocorreu no mesmo ano. Desse total, 28 amostras tiveram resultado Positivo nos ensaios mencionados acima. Cabe enfatizar que a adoção desses resultados positivos como referência para inferir sobre as probabilidades de ocorrência de IA é um pressuposto forte, já

que não é possível concluir sobre a sua patogenicidade somente pelas informações disponíveis no banco de dados usado neste estudo.

A partir dos resultados do banco de dados do Lanagro/SP calculou-se a razão das amostras positivas pelo total de amostras por estado, e como já mencionado, estes percentuais foram usados como proxy para a probabilidade de uma possível introdução da IA. Na Tabela 10 observam-se esses níveis de frequência de resultados positivos para presença de IA que, embora não sendo de alta patogenicidade, foram adotados para conduzir a análise de risco e, portanto, a estimativa dos benefícios dos serviços de prevenção oficial à introdução da IA no Brasil.

Tabela 10 – Proxy para a probabilidade de entrada da Influenza aviária, por estado com base nos resultados dos ensaios realizados em aves no Lanagro/SP, referente ao ano de 2015

Estados	Amostras positivas para Influenza aviaria	Amostras negativas para Influenza aviaria	Probabilidade de entrada
Rondônia	4	356	1,11%
Maranhão	8	112	6,67%
Pernambuco	8	1704	0,47%
Alagoas	4	156	2,50%
Sergipe	4	688	0,58%
Bahia	4	872	0,46%
Minas Gerais	4	832	0,48%
Paraná	20	1984	1,00%
Santa Catarina	8	1348	0,59%
Rio Grande do Sul	32	208	13,33%
Mato Grosso do Sul	4	740	0,54%
Mato Grosso	12	972	1,22%

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados do Lanagro.

Nestes cenários assume-se que, uma vez registrada a entrada da doença, o setor privado e o governo controlariam e evitariam a sua disseminação, embora estes gastos de combate à disseminação da doença não estejam sendo estimados neste estudo, o que pode representar um elemento de superestimação dos benefícios, pela subestimação dos custos da crise sanitária.

Para as situações 6, 7, 13 e 14 quando houver a introdução da doença, os serviços prestados pelo Lanagro e Vigiagro são retomados, o que se pressupõe minimizar a possibilidade

da introdução da doença, voltando ao cenário base, e para as demais situações a introdução da doença pode ocorrer de forma independente sem estar relacionado a surtos anteriores. Sendo assim, nas demais situações simuladas, com exceção destas supra listadas, é possível ocorrer mais de um surto na janela de 10 anos.

4.5.2 Abate e morte das aves

A ocorrência de Influenza Aviária pode levar à morte e ao sacrifício de animais doentes ou em contato com os contaminados nas áreas afetadas. Para a IA de alta patogenicidade, Rushton et al (2005) descreveram que a doença apresentou taxas de mortalidade acima de 50% em rebanhos afetados na Ásia, no surto de 2003, em regiões onde grande parte das aves estavam em propriedades desprotegidas, onde são criadas soltas.

No Brasil, no entanto, o modo de produção predominante é intensivo e o nível de integração da cadeia produtiva é elevado, o que confere agilidade na solução de eventuais problemas. De acordo com Martins e Ecco (2015), o setor adota práticas de proteção e defesa sanitária definidas pelo MAPA e alinhadas com os preceitos internacionais, validados pela OIE. Contudo, estas práticas não podem ser assumidas como padrão nas criações de subsistência e pequenas explorações de aves de corte e de postura nas diversas regiões brasileiras.

No estudo de (FACHINELLO e FERREIRA FILHO, 2010), o percentual adotado no cenário em que há diversos focos no estado de São Paulo foi de 1% de abate do plantel de aves. Já no cenário em que ocorrem diversos focos nos estados de Rondônia, Rio Grande do Norte, São Paulo e Rio Grande do Sul, as perdas poderiam chegar a 2% do estoque de aves e 1% do estoque de ovos.

Para o presente trabalho, foi utilizado o percentual de 12% para o abate e sacrifício dos animais do estoque de aves nos estados afetados. Este valor foi baseado no surto que ocorreu nos EUA, em 2014-2015. O surto foi causado pelas variedades H5N8, H5N1 e H5N2 e atingiu 21 estados norte-americanos, afetando 50,5 milhões de aves em estabelecimentos comerciais. Entre os estados mais afetados, Iowa, principal produtor de ovos, perdeu 70% do seu estoque de poedeiras (USDA, 2016; DOBROWOSLSKA e BROWN, 2016; RAMOS et al, 2017; SWAYNE et al, 2017)

Ao adotar o mesmo valor observado no surto do EUA (2014-2015), para o abate e sacrifício dos animais do estoque de aves, pretende-se ser mais realista com relação às perdas que podem ocorrer por conta do surto da gripe aviária. Cabe ressaltar que os custos tendem a estar subestimados em função da dificuldade de projeção dos mesmos para uma eventual situação de crise sanitária.

Para a simulação não foi considerada a possibilidade de transmissão da doença entre os estados. USDA (2016) e Singh (2018) afirmam que entre as principais vias de transmissão entre granjas é pelo compartilhamento de trabalhadores e equipamentos pelos estabelecimentos, dispersão aérea do vírus e a entrada de animais selvagens no mesmo recinto que se encontram as aves comerciais.

Para o cálculo das perdas evitadas com o abate de aves e queda da produtividade foi utilizado o efetivo de rebanho de galináceos, número de cabeças, e a produção de ovos de galinhas, em mil dúzias, da Pesquisa Pecuária Municipal - PPM do IBGE (IBGE, 2018a), e o peso total das carcaças de frango abatidos da Pesquisa Trimestral do Abate de animais, da mesma fonte (IBGE,2018b). Também foram usados o valor bruto da produção dos ovos de galinha, disponibilizado pelo IBGE (IBGE, 2018a), preço do frango resfriado para SP do CEPEA (CEPEA,2018) e preço do frango vivo publicado pela EMBRAPA (EMBRAPA, 2018). Para o preço do frango vivo, foi feita uma média dos preços das praças de MG, PR, SC e RS, ponderadas pelo seu percentual na produção nacional. Foi adotado, para cálculo do valor do frango vivo, o peso de abate como 2,72 quilogramas (ANDREAZZI, 2018).

Para a produção de ovos, quantidade de animais abatidos e o efetivo do rebanho foi aplicada a taxa de crescimento do MAPA (2018) para os próximos 10 anos. As simulações foram realizadas assumindo-se uma distribuição triangular, onde os valores adotados como mais provável, valor mínimo e valor máximo correspondem ao crescimento mais provável, limite inferior e limite superior apresentados nas projeções do MAPA (2018). Para o preço do frango vivo e preço do frango congelado foi empregada a distribuição normal, tendo como médias e variâncias os valores das séries históricas de cada variável, como mencionado anteriormente.

4.5.3 Queda de exportações e impacto no comércio internacional

O zoneamento e a compartimentação, instrumentos disponíveis para a política sanitária e aplicados na proteção contra a IA, contribuem com o comércio internacional em caso de surto de doenças, uma vez que, sob tais práticas, em caso de surto da doença, a comercialização dos produtos animais fica restrita apenas na região afetada pela doença, enquanto o restante do país pode continuar a exportar (SWAYNE et al, 2016; JOHNSON, et al., 2011).

Segundo OIE (2018), o zoneamento consiste em dividir o país em regiões geográficas e a compartimentação refere-se à definição de certos subconjuntos de fazendas que residem sob um sistema de gestão comum, obedecendo a certas medidas rigorosas de vigilância, controle e

biossegurança, possibilitando o estabelecimento de zonas infectadas e zonas livres durante os surtos.

Deste modo, para estimar as perdas potenciais decorrentes da entrada da IA foram considerados dois agrupamentos de situações distintos. Na primeira (situações 1, 2, 3, 6, 8, 9, 10 e 13) assume-se que, para todo o Brasil, são interrompidas as exportações de carne de frango, aves vivas, ovos e demais produtos de aves destinadas aos mesmos países que impuseram qualquer tipo de banimento ou interrupção de importações dos EUA, por ocasião do surto de 2014/2015. Ou seja, pressupõe-se que não seriam reconhecidas as políticas de zoneamento e compartimentação do Brasil, de modo que, quando houvesse o surto de IA, todo o país fosse penalizado.

Para o segundo grupo de situações (situações 4, 5, 7, 11, 12 e 14) foi considerado que as exportações dos produtos avícolas do Brasil seguiram o mesmo padrão verificado para os EUA, após o surto de IA de 2014/2015, quando se constataram três padrões de interrupção nas exportações por parte dos países compradores. Países mais exigentes com relação a situações sanitárias interromperam as exportações para o país inteiro; e, países menos exigentes, que se dividiram em dois grupos, sendo que o primeiro grupo interrompeu apenas para os estados afetados e o segundo, para as regiões afetadas. Nesta última, os países importadores reconheceriam e aceitariam o zoneamento e a compartimentação, fazendo com que os impactos da suspensão das exportações fiquem restritos às áreas ou aos produtores afetados.

No surto de IA em 2014/2015 nos Estados Unidos, 17 parceiros comerciais suspenderam a importação de aves e seus produtos, correspondendo ao valor de US$ 869 milhões, o equivalente a 13% do valor total das exportações do país para o período. Os países que aplicaram esse tipo de suspensão foram: Argentina, Equador, Marrocos, Argélia, África do Sul, Omã, Turquia, Catar, Kuwait, Azerbaijão, Rússia, Bielorrússia, China, Coreia do Sul, Sri Lanka, Tailândia, Indonésia e Nova Zelândia (SWAYNE, et al. 2017). Na Tabela 11 estão listados todos os países e o tipo de suspensão praticada sobre o comércio.

Tabela 11 – Países que suspenderam as importações dos EUA devido ao surto de IA em 2014/2015

Medidas tomadas	Países
Suspensão em todo território nacional	África do Sul, Argélia, Argentina, Azerbaijão, Bielorrússia, Catar, China, Coreia do Sul, Equador, Indonésia, Kuwait, Marrocos, Nova Zelândia, Omã, Rússia, Sri Lanka, Tailândia e Turquia
Suspensão no estado afetado	Arábia Saudita, Armênia, Barein, Benin, Cazaquistão, Chile, Cuba, Filipinas, Iraque, Japão, Jordânia, México, Peru, República Dominicana, Ucrânia, Uruguai e Vietnã
Suspensão apenas na região afetada	Alemanha, Áustria, Bélgica, Bulgária, Canada, Colômbia, Costa Rica, Croácia, Dinamarca, El Salvador, Eslováquia, Eslovênia, Estônia, Espanha, França, Grécia, Guatemala, Holanda, Honduras, Hungria, Irlanda, Itália, Letônia, Lituânia, Macedônia, Nicarágua, Polônia, Portugal, Reino Unido, Rep. Tcheca, Romênia, Suécia e Taiwan

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados de Swayne, et al (2017).

Para o presente trabalho, com exceção dos países mais exigentes, os demais compradores foram considerados adeptos da compartimentação e, portanto, continuariam importando carne das demais regiões, com ausência de surtos da doença.

Para a retomada das exportações, nos dois conjuntos de situações analisadas, foram adotados os intervalos observados por Johnson et al. (2011), que variam de 4 a 11 meses, para a retomada das exportações de países exportadores de produtos avícolas após surtos da doença de IA. Os autores identificaram que o comércio internacional foi retomado em até 11 meses após os surtos de AI e NC que ocorreram na China, Hong Kong, Dinamarca, Holanda, Reino Unido e Estados Unidos, no período de 1997 a 2007.

O prazo de 4 meses é o mínimo necessário, dado que haveria o abate e descarte das aves, limpeza e a desinfeção dos recintos afetados, e somando-se, ainda, a esse período, o tempo necessário de incubação, que é de 21 dias, de acordo com a OIE (2013). Para retomar a produção dos frangos de corte, são necessários 42 dias, que correspondem ao período de um ciclo (EMBRAPA, 2003); e para galinhas poedeiras, um prazo de 3 a 5 meses para a reposição dos estoques de aves (RAMOS et al., 2017).

Os dados de exportação foram coletados no sistema Comex Stat, da SECEX/MDIC, selecionando-se os seguintes itens tarifários, conforme seu NCM (Nomenclatura Comum do Mercosul):

- Animais vivos: 01051110 (Galos e galinhas, peso <= 185 g, de linha pura/híbrida, para reprodução), 01051190 (Outros galos e galinhas, vivos, peso não superior a 185g), 01059200 (Outros galos e galinhas, vivos, de peso <= 2.000 g), 01059300 (Galos e galinhas, vivos, de peso superior a 2.000 g) e 01059400 (Outros galos e galinhas, vivos, de peso <= 2.000 g).
- Ovos: 04071100 (Ovos fertilizados destinados à incubação, de aves da espécie *Gallus domesticus*), 04072100 (Outros ovos frescos de aves da espécie *Gallus domesticus*), 4081100 (Gemas de ovos, secas), 4081900 (Gemas de ovos, frescas, cozidas em água ou vapor, etc.), 4089100 (Ovos de aves, sem casca, secos), 4089900 (Outros ovos de aves, sem casca, frescos, cozidos em água), 35021100 (Ovalbumina seca) e 35021900 (Outras ovalbuminas).
- Carne de frango in natura: 02071100 (Carnes de galos/galinhas, não cortadas em pedaços, frescas/refrigeradas), 02071200 (Carnes de galos/galinhas, não cortadas em pedaços, congelada), 02071300 (Pedaços e miudezas, de galos/galinhas, frescos/refrigerados) e 02071400 (Pedaços e miudezas, comestíveis de galos/galinhas, congelados).
- Preparos de carnes de frango: 16023210 (Preparações e conservas de galos e galinhas, com conteúdo de carne ou de miudezas superior ou igual a 57 %, em peso, não cozidas), 16023220 (Preparações e conservas de galos e galinhas, com conteúdo de carne ou de miudezas superior ou igual a 57 %, em peso, cozidas), 16023230 (Preparações e conservas de galos e galinhas, com conteúdo de carne ou de miudezas superior ou igual a 25 % e inferior a 57 %, em peso) e 16023290 (Outras preparações e conservas de galos e galinhas).

A taxa de câmbio usada na conversão das receitas cambiais de exportação para Reais foi a taxa comercial de compra, do Banco Central, obtido na base dessa própria fonte.

Para projetar a evolução das exportações dos produtos derivados das aves foi adotada a taxa de crescimento do MAPA (2018) para os próximos 10 anos. As simulações foram realizadas a partir de uma distribuição triangular, tendo como valores mais provável, valor mínimo e valor máximo o crescimento mais provável, limite inferior e limite superior que foram projetados no estudo do MAPA. Para a taxa de câmbio, a distribuição normal foi escolhida, utilizando as médias e desvio-padrão da série histórica.

Para definir o intervalo até a retomada das exportações, adotou-se uma distribuição multinomial, testando-se os subcenários de retomada das vendas externas após 4,5,6 e 11 meses,

a partir do final do surto. Na situação na qual foi considerado o impacto apenas para as áreas afetadas, considerou-se o número de estabelecimentos que estão sob inspeção sanitária federal, estadual ou municipal por estado, sob a pressuposição de que apenas uma dessas unidades de abate tenha sido afetada pela introdução da doença em algum compartimento.

Embora supondo as perdas incorridas no comercio exterior, adota-se a pressuposição que os produtos que seriam exportados sejam vendidos internamente, compensando parte das perdas via realocação e venda dos produtos banidos do mercado internacional para o mercado nacional. Para tanto, adota-se que os produtos que deixaram de ser exportados foram vendidos internamente ao preço que corresponde a 64,43% do preço de exportação. O valor adotado nesta proxy foi obtido através da divisão dos preços praticados internamente pelos preços praticados no comercio internacional. Como não se dispõe de bases que informem os preços praticados pelas empresas exportadoras no mercado internacional, este preço médio de exportação é uma proxy, calculada pela divisão do valor total pelo peso total dos produtos exportados.

4.5.4 Mercado de trabalho

Para obter os impactos econômicos decorrentes da perda da massa salarial do setor, pela redução de postos de trabalho, nas situações 3 e 10 foram considerados os mesmos choques ocorridos na produção de cada cenário. Ou seja, se houver a introdução da IA, tomando-se uma perda na produção de 12%, a queda da remuneração do setor será na mesma proporção, de 12%, fazendo com que a massa salarial do ano seja adicionada às demais perdas decorrentes do surto.

Mesmo para regiões onde seja predominante a produção oriunda de pequenos produtores, ou produtores não integrados, onde se pressupõe que a introdução da IA causaria impactos mais significativos na renda da atividade, provavelmente estes produtores tenderiam a mudar de atividade ou, devido a diversificação na produção, tenderiam a realocar os seus recursos em outras atividades que já exercem.

Para regiões amplamente dependentes da avicultura, tendo sua economia, emprego e renda atrelados à essa atividade, um choque decorrente da introdução da IA, causaria impactos não só em termos agropecuários, mas também choques na indústria e serviços, transbordando também, para perdas de receitas tributarias dos munícipios, estados e do governo federal.

Para o surto de 2015-2016 dos EUA, Decision (2015) quantificou o impacto na economia estadunidense, chegando à conclusão que a indústria nacional de poedeiras foi fortemente afetada, tendo que esperar de 18 a 24 meses antes de alcançarem o nível de produção anterior ao surto, devido aos procedimentos de quarentena. No total, de impacto direto foram 7,634 empregos a menos no setor, resultando em um impacto de U$270.191.945.

Em termos de impactos indiretos, segundo o autor acima, os 9 setores mais afetados foram o de comercio atacadista, fabricação de alimentos para animais, cultivo de grãos, processamento de soja e outras oleaginosas, mercado imobiliário, refinaria de petróleo, transporte rodoviário, cultivo de sementes e oleaginosas e atividades de apoio à agricultura e silvicultura, somando junto com os impactos diretos a quantia de U$2.604.638.907. Os autores estimaram que o governo federal teve uma queda em U$248,6 milhões e os estaduais e municipais tiveram uma queda em U$135.1 milhões em impostos e taxas.

Os impactos devem ser diferentes entre grandes e pequenas propriedades, mais especializadas ou diversificadas. No caso do sistema integrado vertical, prevalecente no Brasil, os impactos ocorreriam de forma significativa em toda a cadeia produtiva, afetando desde o fornecimento de insumos, produção agrícola de grãos, indústria processadora, indústria de alimentos, sistema de logística até o produtor final.

Os dados referentes ao mercado de trabalho foram coletados no sistema Dardo, do MTE, coletando-se o número de vínculos ativos e a remuneração dos trabalhadores em dezembro de 2017, em valor nominal, e que foram multiplicados por 13 para obter a remuneração anual do setor. As informações foram agregadas conforme as atividades econômicas do CNAE 2.0 para as seguintes subclasses: abate de aves (1012101), comercio atacadista de aves abatidas e derivados (4634602), comercio atacadistas de aves vivas e ovos (4633802), criação de frangos para corte (0155501), criação de outros galináceos, exceto para corte (0155503), produção de ovos (0155505) e produção de pintos de um dia (0155502).

Considerou-se que a remuneração dos trabalhadores será mantida em valores reais de 2017 para os 10 anos de projeção.

4.5.5 Mudanças no preço e na demanda interna

Para o presente estudo, não foram quantificados os impactos decorrentes das mudanças nos preços, foram apenas descritos alguns impactos esperados com o surto da doença.

Mcleod et al (2006), Morgan e Prakash (2006) e Windhorst (2015) identificaram queda na demanda interna em momentos de surto de Influenza Aviária, embora não tenham quantificado a mesma.

Sousa e Osaki (2006) observaram, entre dezembro de 2005 e maio de 2006, uma diminuição de 21% das exportações brasileiras de carne de frango; neste mesmo período houve queda nos preços internos de 12% e diminuição na oferta interna de 19%. Os autores acreditam que o mercado doméstico não seria capaz de absorver toda a oferta da carne, acarretando na

redução dos preços e na diminuição da produção e atribuíram os choques no mercado interno de carne de frango aos focos de IA que ocorriam no mundo

Com base no surto de 2015, nos Estados Unidos, devido às aves perdidas, houve contração no fornecimento de ovos; enquanto as restrições comerciais às exportações de aves dos EUA diminuíram o número de consumidores internacionais disponíveis. Estas duas mudanças de mercado aumentaram e diminuíram os preços, respectivamente, e afetaram as receitas de todos os produtores. Para a produção de ovos, os aumentos de preços superaram as perdas de produção, pois houve variação positiva de 61% nos preços e queda de 10% na produção em relação ao ano anterior ao surto. A produção de ovos caiu durante 9 meses, dado que demora de 3 a 5 meses para repor o estoque de aves poedeiras e que o inventário de animais reprodutores maduros precisa aumentar, para que seja viável produzir aves substitutas a taxas mais altas que o normal (RAMOS et al., 2017).

Travassos e Coelho (2017) estimaram a elasticidade-preço do frango inteiro no Brasil em -1,333, para o período de 2008/2009 com dados da POF/IBGE. Com a demanda elástica, choques nos preços ocasionam uma resposta ao consumo de frango, onde uma queda de 10% nos preços leva a um aumento de 13% na quantidade demandada do bem.

4.5.6 Custos considerados

Para obter os custos econômicos, foram considerados todos os gastos incorridos pelo governo federal para manter a Rede de Laboratórios oficial em São Paulo (Lanagro/SP) e os recursos alocados pelo serviço da Vigilância Agropecuária Internacional - Vigiagro, responsável pela coleta das amostras e encaminhamento ao Lanagro. Estes dois serviços estão sendo usados como uma proxy para se delimitar os gastos do governo federal com os serviços de prevenção à entrada de doenças aviárias no Brasil.

O Lanagro/SP e o Vigiagro são fundamentais no controle e no gerenciamento de risco da introdução, disseminação e estabelecimento da IA, dado que todos os ensaios relacionados a estas doenças, assim como para os ensaios realizados sobre material genético importado, são conduzidos apenas no Lanagro/SP (MIRANDA, 2016). O Vigiagro, por sua vez, é responsável pelo controle e fiscalização de importação, exportação e de trânsito internacional de produtos agropecuários nos portos, aeroportos e fronteiras e portos secos do Brasil, visando prevenir o ingresso de pragas e doenças vegetais, assim como de enfermidades animais no País (MAPA, 2019).

Para estimar o custo de funcionamento do Lanagro/SP, foram utilizados os recursos orçamentários disponibilizados pelo MAPA, Figura 10, que compreende recursos alocados para

investimentos, despesas correntes, incluindo pagamentos de terceiros e a remuneração do pessoal efetivo do Lanagro/SP, vinculado à Superintendência Federal da Agricultura de São Paulo (SFA/MAPA), cuja gestão orçamentária é do Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Para o cálculo dos indicadores econômicos, foi usada a despesa empenhada no ano de 2017, disponível nos relatórios anuais de gestão dos Lanagros MAPA (2017b), que totalizou R$ 22.086.768,16, sendo R$ 1.174.015,75 para investimento e o restante para custeio. Destaca-se que esse montante foi 31,8% menor que os recursos empenhados no ano de 2016.

Para obter o valor dos recursos orçamentários disponível para o Vigiagro e os gastos com pessoal do Lanagro/SP e Vigiagro, usou-se como fonte Miranda (2018). Com relação aos recursos destinados ao Vigiagro, o orçamento disponível foi de R$ 7.943.530,99 em 2017, e despesas com pessoal, de R$ 190.324.171,31. As despesas com pessoal compreendem a remuneração de 257 auditores fiscal federal agropecuários, 182 auditores fiscal federal veterinários, 70 agentes de atividades agropecuárias, 40 agentes de inspeção sanitária e industrial de produtos de origem animal e 79 agentes administrativos. O Lanagro/SP apresentou em 2017, no seu quadro de funcionários, 29 auditores fiscal federal agropecuários, 51 funcionários do quadro técnico e 24 do quadro administrativo, totalizando um custo anual R$ 14.950.874,8.

Para a análise de risco proposta, considerou-se que o orçamento e os gastos com pessoal do Lanagro/SP e Vigiagro serão mantidos constantes, em valores reais, para os 10 anos de projeção.

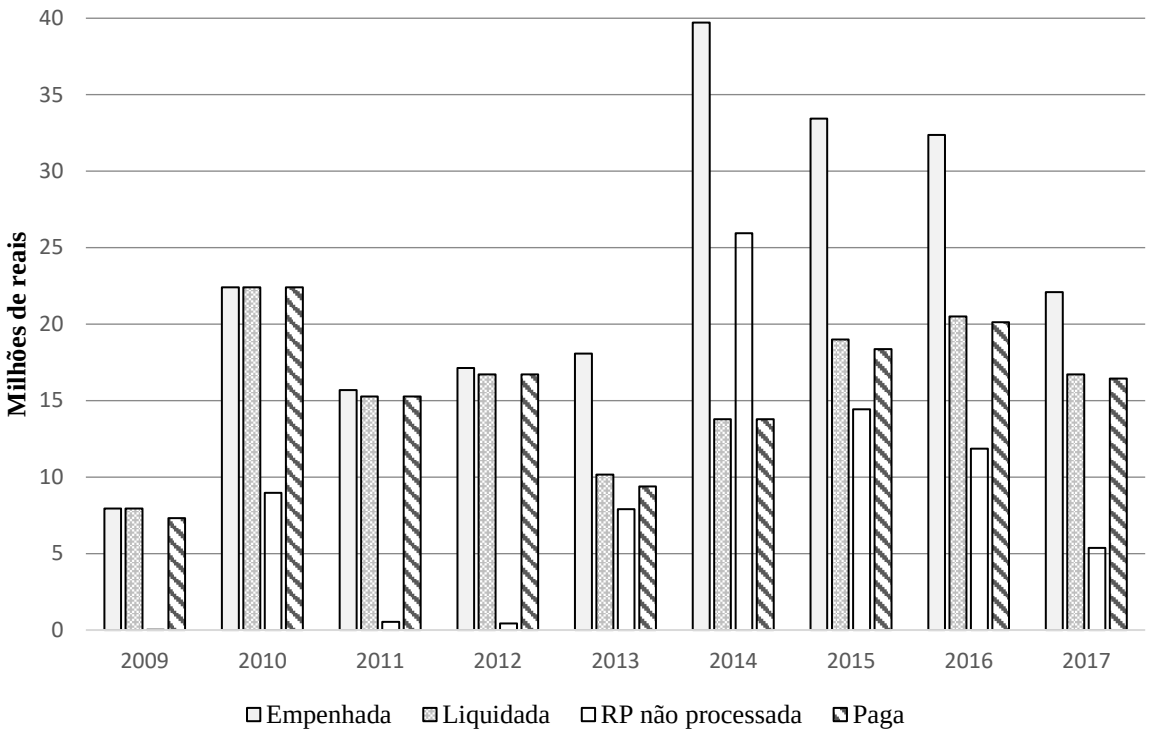

Figura 10 - Evolução da execução orçamentária e financeira do Lanagro/SP apresentada por tipo de despesa (em milhões R$). 2009-2016.

Fonte: Elaboração própria, com base nos dados do Relatório de Gestão do Lanagro

5 RESULTADOS

Nesta seção foram comparados os benefícios entre o cenário **Base**, onde se mantem os custos com a política de prevenção, assumindo 100% de sucesso em manter o Brasil livre da IA, e o cenário ***Stress***, onde não se tem o custo com a política, e pressupõe-se que há uma probabilidade de introdução da doença. Como já explicado, essa probabilidade é distinta para cada estado e foi estabelecida considerando os dados de Reishak (2016) e os dados do Lanagro/SP, que se encontram na tabela 9 e tabela 10, respectivamente. Foram realizadas simulações de modo que ao longo dos 10 anos, aleatoriamente, os surtos poderiam ocorrer nos estados descritos nestas tabelas.

Para todas as simulações as variáveis que diferenciam as situações foram apresentadas na tabela 7. Entre as diferentes situações, são assumidas diferentes premissas que vão desde a probabilidade de introdução da doença, comportamento dos efeitos das restrições no comercio internacional, taxa de crescimento após o surto do plantel, produção de carne de frango, produção de ovos e exportações, choque no mercado de trabalho e reintrodução do vírus. Para esta última, na análise proposta, após o surto da doença, o governo vai realocar os recursos novamente na política de prevenção, já que no cenário **Stress,** pressupõe-se, *a priori*, que não houvesse política de prevenção. Esta pressuposição, embora pareça irreal, tem como objetivo evidenciar a relevância econômica da existência desse tipo de atuação da política de defesa agropecuária, pela comparação do cenário atual com um cenário hipotético de ausência da política.

Para o comercio internacional, devido a indefinição do período após o qual o país pode retomar suas exportações dos produtos de origem avícola, adotou-se uma distribuição multinomial pela qual o comercio poderia ser suspendido durante 4, 5, 6 ou 11 meses de forma aleatória nas simulações de Monte Carlo.

5.1 Abate e morte das aves

O sacrifício ou a morte de animais é uma das perdas evitadas decorrente da introdução da IA. Esta perda potencial foi estimada com base nos dados da Tabela 12, que mostra o efetivo do plantel de aves no país (em galináceos), para o Brasil e estados selecionados, referentes a 2017. Na mesma tabela, constam os dados de peso de carcaça abatida por estado e, nas três últimas colunas, são apresentados os valores brutos de produção de aves, da produção do abate e da produção de ovos.

Tabela 12 – Efetivo de rebanho e produção de produtos avícolas e valor da produção no Brasil e estados selecionados, 2017

Estados	Efetivo de rebanho (Milhões cabeças - galináceos)	Peso total das carcaças (T)	Valor do rebanho - R$ milhões	Valor da produção carne - R$ milhões	Valor da produção de ovos - R$ milhões
Brasil	1.426	13.607.352	7.741	49.395	13.548
Rondônia	5	33.837	27	123	116
Pará	24	158.970	128	577	163
Maranhão	11	3.299	62	12	65
Pernambuco	38	140.483	209	510	879
Alagoas	9	3.894	47	14	128
Sergipe	6	2.488	34	9	105
Bahia	44	268.542	241	975	281
Minas Gerais	127	960.664	690	3.487	1.345
São Paulo	200	1.594.613	1.085	5.788	3.161
Paraná	361	4.326.406	1.959	15.705	1.157
Santa Catarina	154	2.088.919	835	7.583	785
Rio Grande do Sul	156	1.661.929	849	6.033	967
Mato Grosso do Sul	26	453.562	140	1.646	170
Mato Grosso	60	489.010	324	1.775	652

Fonte: Elaboração própria, com base nos dados do IBGE, CEPEA e EMBRAPA.

Na Tabela 13, foram calculadas as principais estatísticas das perdas potenciais da ocorrência da IA no Brasil, em termos de morte e sacrifício de animais (em valores monetários) para os cenários desenhados. Assumindo as probabilidades de entrada de Reishark (2016), as perdas diretas com morte e sacrifício de animais no caso de ocorrência de surtos, em média, atingiriam pouco mais de R$ 2,057 bilhões a valor presente para os 10 anos de projeção nas situações 1, 3 e 4 simuladas.

Essas perdas diretas com morte e sacrifício, para o mesmo período, em valor presente, foram estimadas em R$ 364 milhões nas situações 2 e 5, que se diferencia das situações anteriores já que, neste caso, pressupõe-se que, após a introdução da IA, o setor produtivo realizaria o investimento necessário para alcançar o patamar de produção anterior à crise sanitária. Finalmente, para as situações 6 e 7, essas perdas diretas alcançariam R$ 114 milhões

em valor presente, lembrando que nestas últimas, após a crise sanitária no cenário Stress, os serviços de fiscalização nos pontos de entrada das importações e da avaliação da conformidade providos pelos ensaios laboratoriais oficiais, aqui aproximados pelos custos de operação do Lanagro/SP e do Vigiagro, seriam oferecidos novamente diminuindo a probabilidade de introdução da IA.

Portanto, todas as situações representam os resultados em termos de perdas diretas com morte e sacrifício dos animais, no cenário que pressupõe a ausência dos serviços de prevenção à entrada da doença da IA, e, portanto, considerando como provável a ocorrência de surtos.

Tabela 13 – Estatísticas dos impactos de perdas no plantel de galináceos devido a surto de IA. Ano-base 2017. R$ Milhões em valor presente (2018 – 2027).

Estatísticas	Situação 1, 3 e 4	Situação 2 e 5	Situação 6 e 7	Situação 8, 10 e 11	Situação 9 e 12	Situação 13 e 14
Máximo	54.790	6.039	2.182	27.190	4.202	2.809
Média	2.057	364	114	1.271	225	68
Desvio padrão	2.596	388	101	1.727	266	86
10%	146	50	16	37	9	3
25%	559	133	76	238	70	6
50%	1.317	264	100	744	152	64
75%	2.577	460	141	1.613	290	98
90%	4.688	763	194	3.039	496	145
95%	6.650	1.042	258	4.361	691	190
99%	12.080	1.882	458	8.247	1.329	370

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para as situações 2 e 5 e situações 9 e 12, que consideraram que o setor produtivo retomaria sua produção a um nível pré-surto, os impactos foram fortemente reduzidos, representado apenas 11,02% do impacto máximo medido para as situações 1,3 e 4, e 15,45% daquele medido nas situações 8, 10 e 11.

Além da taxa de crescimento do plantel de aves, a evolução dos preços também auxiliou na dinâmica dos impactos. Para os preços praticados internamente para o frango vivo, foram utilizadas as séries históricas para se obter a média e desvio-padrão, para assim, assumindo que a variação das séries siga uma distribuição normal, os valores para a janela de estimações sejam gerados. O valor adotado para o primeiro ano de projeção, que é 2018, foi de R$1,81 por quilo vivo, e já está atualizado com o valor registrado no mercado (EMBRAPA, 2019). Cabe, no

entanto, ressaltar que esse valor efetivo observado no mercado de frango vivo em 2018 foi inferior ao de 2017 pois a fonte de dados descontinuou o acompanhamento das cotações em regiões que apresentavam um preço maior, mas que eram menos representativas na produção nacional. Tal queda nos preços não afeta de forma direta as projeções, pois o preço empregado corresponde às principais regiões produtoras do Brasil.

Na Figura 11, observa-se o comportamento de preços utilizados nas projeções, assim como a sua média, mediana e quantis de 5%, 30%, 70% e 95%. Observa-se que de 2013 a 2017 o preço do frango vivo apresentou um ligeiro aumento de 0,047%, atingindo seu maior valor em 2016 e seu menor valor em 2014, respectivamente de R$2,61 e R$2,29 por quilo. Para os valores projetados para a mediana, o preço do frango vivo alcançaria R$ 1,98/kg, apresentando uma variação de 5,13% em relação ao valor de 2018.

O quilo do frango para os seus quantis 30% e 70%, chegaria a custar, respectivamente, R$3,63 e R$1,06, mesmo sendo pouco provável que um valor baixo neste nível ocorra, as projeções não seriam prejudicadas dado que valor médio projetado no decimo ano foi de R$3,41, fazendo com que na média, o preço tenha uma variação de 83% em relação a 2018.

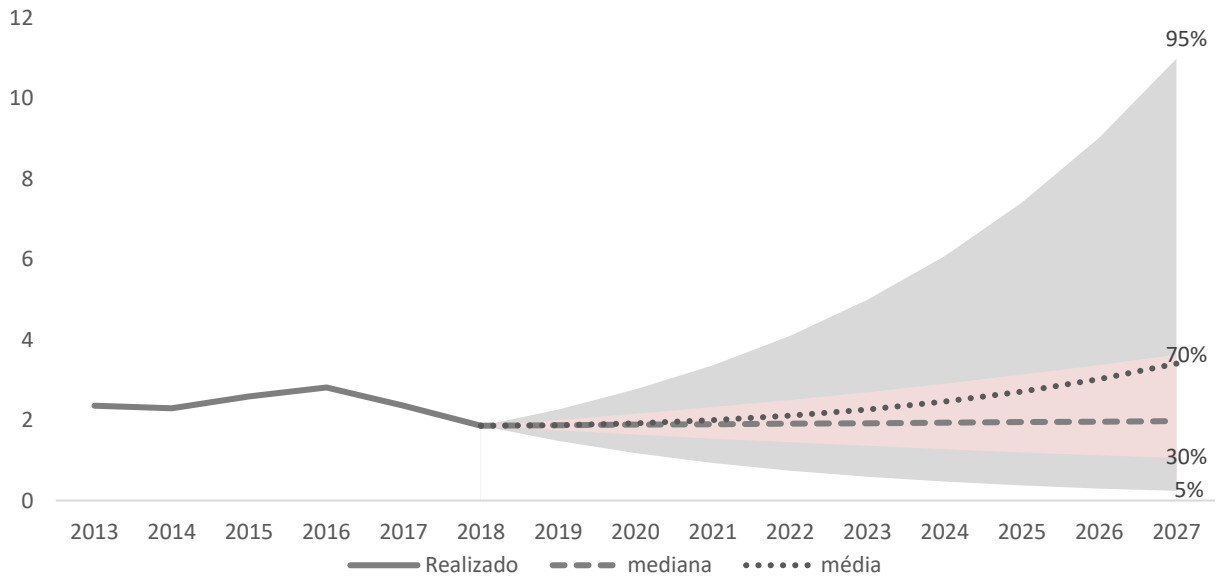

Figura 11 – Dinâmica do preço do frango vivo utilizado nas projeções. Em R$/kg
Fonte: Elaborado pelo autor.

5.2 Perdas na produção de carne de frango e ovos

A Tabela 14 e a Tabela 15 apresentam, respectivamente, as estatísticas obtidas a partir das simulações de Monte Carlo realizadas para as perdas na produção de carne de frango e na produção de ovos estimadas como resultado de uma eventual entrada da IA no Brasil.

Na Tabela 14, verifica-se que o choque de redução de receitas geradas no setor de abate de frango atinge um valor máximo presente de R$ 127,1 bilhões em valor bruto total da produção, tendo uma perda média de R$ 14,2 bilhões, para a situações 1, 3 e 4 considerado um período de projeção de 10 anos.

Para a situações 8, 10 e 11, que assume quase todas as premissas das situações 1, 3 e 4, considerando apenas de diferente as probabilidades de introdução da doença em território nacional, o valor máximo atingido nestas situações foi de R$ 98,32 bilhões e apresentando na média impacto de R$ 9,91 bilhões, correspondendo a 5,5 vezes o impacto observado nas situações 9 e 12, e 18,16 vezes maior que o impacto das situações 13 e 14.

Tabela 14 – Estatísticas dos impactos na produção de carne de frango no Brasil devido a surto de IA. Ano-base 2017. R$ Milhões em valor presente (2018 – 2027).

Estatísticas	Situação 1, 3 e 4	Situação 2 e 5	Situação 6 e 7	Situação 8, 10 e 11	Situação 9 e 12	Situação 13 e 14
Máximo	127.100	19.600	6.896	98.320	20.730	6.191
Média	14.200	2.563	814	9.913	1.799	546
Desvio padrão	11.590	1.895	526	9.954	1.662	607
10%	1.739	608	89	18	3	1
25%	6.135	1.231	608	2.591	669	2
50%	11.710	2.196	786	7.700	1.413	634
75%	19.510	3.477	1.027	13.890	2.530	873
90%	29.040	4.992	1.365	22.010	3.906	1.183
95%	36.970	6.069	1.712	28.600	4.902	1.584
99%	52.330	8.807	2.544	45.370	7.357	2.721

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para os preços praticados internamente para a carne resfriada de frango, o valor de 2018 foi atualizado com o valor levantado no mercado (CEPEA, 2019) e a partir desta data foram estimados os valores futuros utilizando a média e o desvio padrão dos retornos históricos da série. Na Figura 12, observa-se o comportamento dos preços usados para as projeções do preço

do frango resfriado, assim como a sua média, mediana e os valores limites dos quantis de 5%, 30%, 70% e 95%.

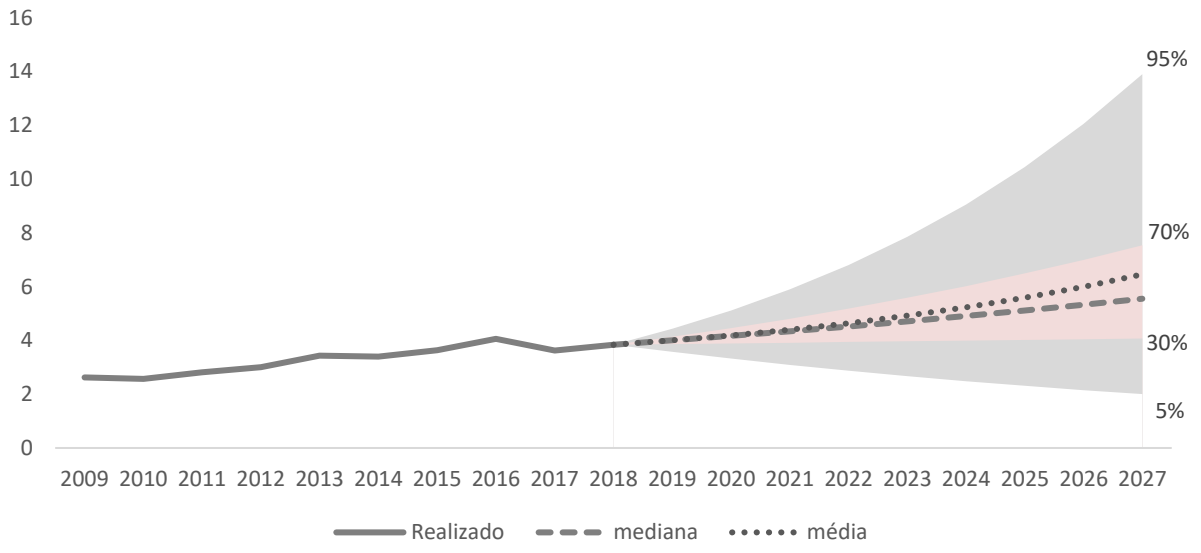

Figura 12 – Dinâmica do preço do frango resfriado utilizado nas projeções. Em R$/kg
Fonte: Elaborado pelo autor.

O preço do frango resfriado apresentou um aumento de 35,5% de 2009 a 2018, sendo que em 2009 sua cotação era de R$ 2,62 por quilo, atingindo, em 2017, R$3,63 por quilo. A dinâmica projetada para os 10 anos seguintes mostra certa similaridade com a evolução histórica da série. Desse modo, a mediana e a média desse preço se apresenta, respectivamente, no decimo ano de projeção, os valores de R$ 5,55 e R$ 6,45, ou seja, equivalentes a uma variação de 44,6% e 68,2% em relação à mediana e à média do período histórico, em relação a 2017. Nos quantis 70% e 30% o preço praticado no mercado interno para a carne de frango resfriada corresponde simultaneamente a R$ 7,54 e R$ 4,07 por quilo.

Para as perdas na produção de ovos, observa-se na Tabela 15 que se verificou uma queda, em média, de R$ 3,48 bilhões ao longo dos 10 anos, para as situações 1, 3 e 4, decorrentes da simulação de surtos de IA no Brasil. As perdas estimadas no valor da produção de ovos chegaram a atingir o valor máximo de R$ 13,23 bilhões nas projeções para estes cenários.

Justificam-se impactos maiores nas situações de 1 a 7 comparadas às situações de 8 a 14 devido às probabilidades de ocorrência de surtos adotadas em cada um desses dois conjuntos de situações e pelos estados de introdução da IA, pressupostos na construção dos cenários. Para estas situações de 1 a 7, assumiu-se a possibilidade de se ter um surto em São Paulo, que é o

maior produtor de ovos do Brasil, correspondendo a 23,33% de toda produção nacional. Enquanto para as situações de 8 a 14 não existe a possibilidade de introdução do vírus neste estado.

Tabela 15 – Estatísticas dos impactos na produção de ovos no Brasil devido a surto de IA. Ano-base 2017. R$ Milhões em valor presente (2018 – 2027).

Estatísticas	Situação 1, 3 e 4	Situação 2 e 5	Situação 6 e 7	Situação 8, 10 e 11	Situação 9 e 12	Situação 13 e 14
Máximo	13.230	2.909	799	6.260	959	418
Média	3.482	690	246	1.120	220	77
Desvio padrão	2.450	452	168	835	151	61
10%	408	117	22	76	16	6
25%	1.420	388	98	450	122	10
50%	3.250	624	298	1.015	212	96
75%	5.116	959	398	1.630	306	123
90%	6.874	1.299	448	2.264	422	141
95%	7.890	1.502	509	2.654	499	161
99%	9.857	1.956	591	3.422	637	232

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nas situações 2 e 5 e situações 9 e 12, a mediana dos impactos corresponderam respectivamente a R$ 624 milhões e 212 milhões, observando-se queda significativa dos impactos em relação as situações que consideram que as taxa de crescimento dos rebanhos e produção de carne e ovos fossem prejudicadas por surtos passados. Para a mediana dos impactos nas situações 1, 3 e 4 ocorreram perda de R$ 3,25 bilhões e para as situações 8, 10 e 11 a mediana dos impactos correspondeu a R$ 1,01 bilhões. Logo, nota-se que a taxa de crescimento dos plantéis após uma crise sanitária é um parâmetro relevante na simulação dos impactos projetados entre os diferentes cenários.

5.3 Impactos nas exportações de aves e seus produtos

Levando em consideração os possíveis choques nas exportações de aves e seus produtos, foram calculadas as perdas potenciais na receita de exportação de todos os estados brasileiros para aves vivas, carne de aves e produtos de aves, ao se projetar a evolução do setor ao longo de 10 anos com probabilidade de ocorrência de IA.

Nas Tabela 16 e Tabela 17 são apresentadas, respectivamente, as perdas nas receitas de exportação para aves vivas, carne de aves e produtos de aves, por conta da entrada da IA no Brasil, para os cenários Stress propostos. Para as situações 1, 2, 3 6, 8, 9, 10 e 13, assumiu-se que todos os países que suspenderam as importações de produtos de frango dos EUA, em resposta ao surto de 2014/2015, tiveram as exportações brasileiras, para todos os estados independente daquele onde o foco é simulado, suspensas durante um período de 4 a 11 meses no mesmo ano da ocorrência do surto da doença.

Para as situações 4, 5, 7, 11, 12 e 14, adotou-se o mesmo padrão temporal e geográfico de suspensão das importações registrado em 2014/2015, nos EUA. Nessa ocasião, os países realizaram suspensão das importações de três formas distintas: países que definiram a suspensão das importações para o país inteiro, países que adotaram suspensão apenas do estado afetado e países que adotaram suspensão das importações apenas da região afetada.

Ao se considerar o segundo grupo de situações, ou seja, aquelas que consideram a compartimentação, assumiram-se os números de estabelecimentos que estão sob inspeção sanitária federal, estadual ou municipal por estado (IBGE) como proxy da região afetada. Esta estratégia analítica teve como objetivo quantificar possíveis efeitos que a adoção da compartimentação pelo sistema produtivo teria na mitigação de crises sanitárias no setor avícola, principalmente em termos de exportações.

Tabela 16 – Estatísticas dos impactos da ocorrência de IA sobre as receitas brasileiras de exportação de aves e seus produtos, situação sem compartimentação. Ano-base 2017. R$ Milhões em valor presente (2018 – 2027).

Estatísticas	Situações 1 e 3	Situação 2	Situação 6	Situações 8 e 10	Situação 9	Situação 13
Máximo	341.300	148.000	36.620	315.000	160.600	30.830
Média	91.050	39.770	8.966	92.690	39.680	8.993
Desvio padrão	49.460	22.420	3.213	48.760	21.640	3.125
10%	24.320	10.160	6.130	27.720	11.120	6.202
25%	57.260	24.150	7.394	59.090	24.760	7.363
50%	90.850	39.010	8.991	92.330	38.910	8.917
75%	123.800	54.140	10.790	124.800	53.560	10.720
90%	154.400	68.850	12.550	154.100	67.070	12.580
95%	174.000	78.180	13.780	173.600	76.730	13.730
99%	212.200	98.620	16.640	213.800	96.380	16.760

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 17 – Estatísticas dos impactos da ocorrência de IA sobre as receitas brasileiras de exportação de aves e seus produtos, situação com compartimentação. Ano-base 2017. R$ Milhões em valor presente (2018 – 2027).

Estatísticas	Situação 4	Situação 5	Situação 7	Situação 11	Situação 12	Situação 14
Máximo	103.800	43.360	15.090	127.500	50.140	17.630
Média	24.650	10.350	3.768	25.420	10.530	3.729
Desvio padrão	15.070	6.356	1.384	15.190	6.323	1.363
10%	7.631	3.158	2.496	7.957	3.274	2.448
25%	13.970	5.837	3.088	14.660	6.030	3.010
50%	22.580	9.431	3.765	23.430	9.717	3.692
75%	33.350	14.060	4.537	34.060	14.110	4.462
90%	44.730	18.800	5.346	45.560	18.940	5.287
95%	52.600	22.100	5.871	53.440	22.240	5.876
99%	68.620	29.190	7.228	68.980	28.370	7.353

Fonte: Elaborado pelo autor.

Quando se comparam os impactos causados sem e com a adoção de compartimentação, observa-se uma grande diferença entre as duas situações no que tange às perdas em exportações ocasionadas pela crise sanitária. Na primeira categoria, sem compartimentação (situações 1, 2, 3, 6, 8, 9, 10 e 13), ao longo dos 10 anos, o valor máximo das perdas em exportação foram registrados para a situação 8 e 10 com R$ 315 bilhões, estimado com base na probabilidade de ocorrência de surto calculada usando os dados dos ensaios positivos do Lanagro. Igualmente significativo foi o montante de perdas estimadas para a Situação 1, de R$ 341,3 bilhões, também sem compartimentação, mas com probabilidade de ocorrência da IA fundamentada no estudo de Reischak.

Os montantes das perdas máximas em exportações são bastante inferiores nas situações 6 e 13, respectivamente, de R$ 36,62 bilhões e R$ 30,83 bilhões. Esta diferença entre as situações 6 e 13 e a situação 8 e 10 e 1 decorre da pressuposição de não reintrodução do vírus para o restante da janela de simulação, fazendo com que o impacto fique limitado apenas ao primeiro ano da introdução da doença. Logo, nota-se que há diferenças muito significativas dos montantes de perdas estimadas em função dos efeitos das crises se estenderem a mais de um ano em função de reincidência do vírus e novos focos.

Na segunda categoria de situações (4, 5, 7, 11, 12 e 14) os impactos, ao longo dos 10 anos, atingiram o valor máximo de R$ 103,8 bilhões para a situação 4 e de cerca de R$ 127,5

bilhões para a situação 11, sendo diferenciados pela probabilidade de introdução do vírus e os possíveis estados que seriam afetados (Tabela 17).

Em média, quando comparadas as situações com e sem compartimentação do sistema produtivo, os impactos quando da adoção dessa prática ficaram 70% menores que os da situação sem a prática.

Um abatimento ao benefício computado na forma de perdas evitadas foi a compensação pela realocação e venda dos produtos exportáveis no mercado nacional. Ou seja, ao realocar os produtos que deixaram de serem comercializados no exterior, para o mercado doméstico, há uma recuperação, mesmo que parcial, das receitas com o frango e os demais produtos cuja comercialização foi prejudicada pela crise sanitária. Este efeito seguiu comportamento idêntico ao adotado para a mensuração dos impactos sobre o comercio internacional, dado que todo produto que não fosse exportado seria vendido no mercado interno, a um preço que corresponde a 64,43% do valor praticado internacionalmente.

Na Tabela 18 e Tabela 19 são apresentados a média, mediana, desvio padrão e percentis, selecionados por estado, para os dois conjuntos de situações. Os valores estão em R$ milhões e correspondem ao valor presente acumulado para os 10 anos de simulação. Como a compensação pela realocação dos produtos que seriam exportados abateu do montante de benefícios calculados pelas perdas evitadas nas receitas brasileiras de exportação, os seus valores apresentaram sinais negativos.

Tabela 18 – Estatísticas do abatimento das perdas evitadas com exportação pela realocação e venda dos produtos exportáveis no mercado nacional, situação sem compartimentação Ano-base 2017. R$ Milhões em valor presente (2018 – 2027).

Estatísticas	Situações 1 e 3	Situação 2	Situação 6	Situações 8 e 10	Situação 9	Situação 13
Mínimo	-219.900	-95.350	-23.600	-202.900	-103.500	-19.870
Média	-58.660	-25.620	-5.777	-59.720	-25.560	-5.794
Desvio padrão	31.870	14.450	2.070	31.420	13.940	2.014
1%	-137.000	-63.830	-10.730	-137.800	-62.200	-10.820
5%	-112.200	-50.380	-8.882	-111.900	-49.450	-8.855
10%	-99.500	-44.370	-8.089	-99.360	-43.240	-8.104
25%	-79.770	-34.880	-6.955	-80.410	-34.510	-6.907
50%	-58.540	-25.140	-5.794	-59.490	-25.070	-5.746
75%	-36.910	-15.600	-4.764	-38.090	-15.960	-4.744
90%	-15.670	-6.552	-3.949	-17.890	-7.189	-3.997

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 19 – Estatísticas do abatimento das perdas evitadas com exportação pela realocação e venda dos produtos exportáveis no mercado nacional, situação com compartimentação. Ano-base 2017. R$ Milhões em valor presente (2018 – 2027).

Estatísticas	Situação 4	Situação 5	Situação 7	Situação 11	Situação 12	Situação 14
Mínimo	-66.860	-27.940	-9.724	-82.180	-32.300	-11.360
Média	-15.880	-6.670	-2.428	-16.380	-6.787	-2.403
Desvio padrão	9.712	4.095	892	9.789	4.074	878
1%	-44.370	-18.830	-4.665	-44.450	-18.320	-4.742
5%	-33.890	-14.240	-3.783	-34.460	-14.330	-3.788
10%	-28.820	-12.120	-3.445	-29.360	-12.210	-3.407
25%	-21.490	-9.058	-2.924	-21.950	-9.095	-2.875
50%	-14.550	-6.077	-2.426	-15.100	-6.262	-2.380
75%	-9.004	-3.762	-1.990	-9.446	-3.887	-1.940
90%	-4.921	-2.035	-1.608	-5.128	-2.110	-1.578

Fonte: Elaborado pelo autor.

Outro fator que afetou o perfil e a dinâmica dos impactos foi a taxa de cambio utilizada nas simulações. Para a projeção dessa taxa de cambio, consideraram-se a média e o desvio padrão das séries históricas de dados. Assim, assumindo que a variação das séries siga uma

distribuição normal, foram gerados os valores de câmbio para a janela de estimações. Novamente, para a variável taxa de câmbio, o valor de 2018 foi atualizado com o valor realizado para dez/18 (BACEN, 2019). Na Figura 13, observa-se o comportamento do câmbio adotado nas projeções, assim como a sua média, mediana e os quantis de 5%, 30%, 70% e 95%.

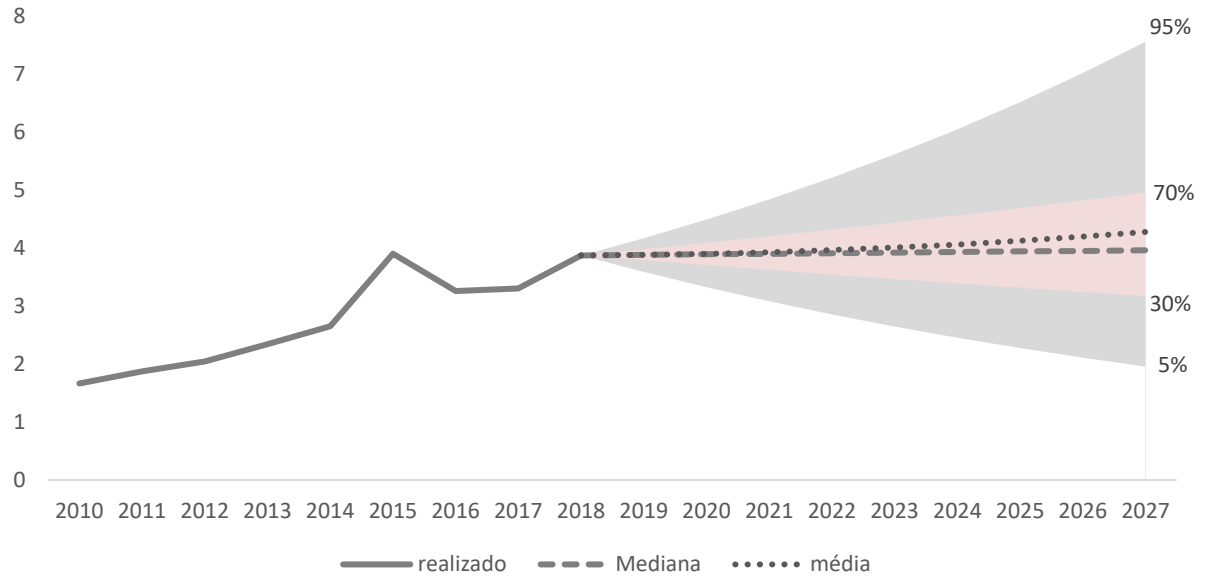

Figura 13 – Dinâmica da cotação do dólar simulado nas projeções. Em R$/U$.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para projetar a dinâmica futura do preço do dólar, foi usada a média dos retornos diários para projetar valores anuais, diferente do valor usado para o preço do frango vivo e do frango congelado, que adotaram os retornos anuais. Esta premissa foi adotada devido à alta volatidade do índice, fazendo com que, ao longo de 10 anos, os valores ficassem muito fora da realidade. Desta maneira, os valores empregados nas projeções, na média, foram de R$ 4,28/US$, atingindo o valor de R$ 7,56 para o quantil 95% e 1,96 para o quantil 5%

5.4 Mercado de trabalho

Os choques no mercado de trabalho foram estimados com base nos valores de 2017 (Tabela 20). Para os choques no mercado de trabalho foram considerados os mesmos percentuais de mudanças observados para as perdas no plantel de aves e na produção de carne e ovos, condicionadas à entrada da doença no território brasileiro.

Tabela 20 – Remuneração e número de vínculos no setor de aves no Brasil e estados selecionados, 2017. Em R$ a valores constantes de 2017.

Estado	Remuneração anual dos trabalhadores - 2017	Número de vínculos -2017
Brasil	**7.083.716.654**	**311.102**
Rondônia	18.471.876	922
Pará	95.068.874	4.422
Tocantins	36.790.783	1.891
Maranhão	35.749.356	1.925
Piauí	26.463.954	1.520
Ceará	164.910.432	8.901
Pernambuco	159.574.570	8.895
Alagoas	18.873.014	1.103
Sergipe	23.807.029	1.447
Bahia	141.825.254	7.345
Minas Gerais	604.807.750	28.234
Rio de Janeiro	79.768.679	3.944
São Paulo	1.084.607.952	44.736
Paraná	1.756.145.296	76.992
Santa Catarina	1.021.588.127	39.476
Rio Grande do Sul	776.529.890	31.115
Mato Grosso do Sul	184.710.882	7.806
Mato Grosso	188.265.431	7.877

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para os cenários 3 e 10, além dos outros benefícios, estimaram-se os benefícios sobre a remuneração do setor. Na Tabela 21 foram apresentados os impactos para estes cenários. Observa-se que, na média, os impactos na remuneração do setor corresponderam a R$ 1,2 bilhão para a situação 3 e R$ 685 milhões para a situação 10.

Tabela 21 – Estatísticas dos benefícios na remuneração do setor de aves. Ano-base 2017. R$ Milhões em valor presente (2018 – 2027).

Estatísticas	Situação 3	Situação 10
Máximo	4.624	3.816
Média	1.205	685
Desvio padrão	793	575
10%	175	21
25%	599	203
50%	1.126	608
75%	1.711	1.011
90%	2.279	1.443
95%	2.626	1.760
99%	3.327	2.489

Fonte: Elaborado pelo autor.

Além dos impactos diretos causados no setor de aves, outros impactos aqui não mensurados poderiam ocorrer de forma direta e indireta em outros setores, os quais, de alguma maneira, fazem parte e se beneficiam das relações com a oferta de matéria-prima, mão-de-obra e serviços para este setor. Grande parte da avicultura está em agricultura familiar, representando importante parcela da renda do produtor, e os impactos causados, pela introdução da doença, na cesta de consumo destes produtores, não foram mensurados neste trabalho.

5.5 Benefícios e custos

Nesta seção retomam-se os resultados do cenário ***Stress*** para todas as situações em que se realizou a comparação com o cenário **Base**, mas, então, consideradas todas as perdas evitadas (benefícios) conjuntamente. Ou seja, são evidenciadas as vantagens econômicas, quantificando o que se deixa de perder economicamente, quando se mantem uma política preventiva que garante a prevenção da introdução da doença no território nacional, em comparação com o cenário de ausência desta política.

Os benefícios totais estimados via perdas evitadas, para as situações de 1 a 7, foram apresentados na Tabela 22. Para estas situações, nas quais se considerou a probabilidade de entrada da doença com base em Reishark (2016), quando se comparam os benefícios para as sete situações que se distinguem por suas premissas, notam-se grandes diferenças entre os impactos causados pela introdução da doença. Para a Situação 1 e 3, relativamente mais

pessimistas, na média, os benefícios ficaram, respectivamente, em R$ 52,14 bilhões e R$ 53,36 bilhões. Para as situações 6 e 7, que assume a retomada das ações preventivas do Lanagro/SP e Vigiagro (ou seja, minimizando a probabilidade de reintrodução da doença), os impactos médios foram de R$ 4,37 bilhões e R$ 2,52 bilhões, e o máximo atingiu R$ 17,2 bilhões e R$ 14,19 bilhões, respectivamente.

Tabela 22 – Estatísticas dos benefícios totais da política de prevenção da entrada da IA no Brasil. Ano-base 2017. Situações de 1 a 7 – R$ Milhões a valores presentes (2018 – 2027).

Estatísticas	Situação 1	Situação 2	Situação 3	Situação 4	Situação 5	Situação 6	Situação 7
Máximo	201.800	62.150	206.000	177.800	34.530	17.200	14.190
Média	52.140	12.400	53.360	34.040	7.346	4.377	2.528
Desvio padrão	28.160	7.239	28.840	20.290	4.385	1.473	971
10%	13.270	3.997	13.510	7.937	2.371	3.069	1.380
25%	32.870	7.311	33.530	19.870	4.194	3.712	2.115
50%	51.980	11.630	53.200	32.680	6.864	4.432	2.562
75%	70.870	16.730	72.610	46.240	9.878	5.184	3.013
90%	87.690	21.930	89.980	60.490	13.100	5.953	3.522
95%	99.690	25.280	101.900	69.710	15.250	6.458	3.965
99%	121.400	32.850	123.800	89.060	20.120	7.855	5.210

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na Tabela 23 foram apresentados os benefícios para as situações de 8 a 14. A diferença em relação à Tabela 22 é que as probabilidades de introdução da Influenza aviária foram aquelas baseadas nos dados dos ensaios positivos para o vírus da Influenza (independentemente de sua patogenicidade), registrados para amostras de diversas regiões do Brasil e analisados pelo Lanagro/SP.

Foi possível identificar também grandes diferenças entre os impactos que a introdução da doença causaria adotando-se essa probabilidade de introdução. Para a Situação 8 e 10, mais pessimistas, na média, os benefícios ficaram em R$ 45,0 bilhões e R$ 45,68 bilhões. Para as situações 13 e 14, que supõem a retomada dos serviços de prevenção à entrada da doença após o surto simulado, e, portanto, minimizando a probabilidade da reintrodução da IA, os impactos médios foram de R$ 3,89 bilhões e R$ 2,01 bilhões, alcançando o impacto máximo de 14,14 bilhões e R$ 11,59 bilhões, respectivamente.

Tabela 23 – Estatísticas dos benefícios totais da política de prevenção à introdução da IA no Brasil. Ano-base 2017. Situações de 8 a 14 – R$ Milhões em valores presentes (2018 – 2027).

Estatísticas	Situação 8	Situação 9	Situação 10	Situação 11	Situação 12	Situação 13	Situação 14
Máximo	222.200	50.540	224.800	201.800	27.850	14.140	11.590
Média	45.000	11.180	45.680	26.250	5.934	3.889	2.014
Desvio padrão	24.550	6.551	25.000	17.110	3.723	1.408	1.035
10%	12.960	3.533	13.090	6.069	1.555	2.505	942
25%	28.330	6.443	28.640	13.930	3.194	3.162	1.245
50%	44.230	10.440	44.890	24.350	5.479	3.877	1.984
75%	60.510	15.050	61.570	35.620	8.086	4.668	2.611
90%	76.280	19.830	77.640	48.170	10.880	5.481	3.156
95%	87.200	23.070	88.610	57.510	12.770	6.094	3.671
99%	108.100	29.730	110.200	78.020	16.940	7.406	5.222

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na Tabela 24, são apresentados os resultados da relação benefício-custo para as situações que consideraram a probabilidade de entrada assumindo as probabilidades de ocorrência de IA propostas por Reishark (2016). Cabe relembrar, conforme exposto na seção 4.5.6, que os custos aqui considerados para a análise se referem a todos os gastos incorridos pelo governo federal para manter o Lanagro/SP e os recursos alocados pelo serviço do Vigiagro, além do os gastos com pessoal do Lanagro/SP e Vigiagro. Todos os custos, na projeção, foram mantidos a valores reais constantes de 2017.

As maiores relações benefício-custo foram observadas para as situações mais pessimistas em perdas evitadas, representadas para a situação 1 cuja razão B/C foi de 26,8 e para a situação 3, cuja razão foi ainda mais alta, de 27,4, e cujos valores máximos obtidos nas simulações Monte Carlo atingiram razões de 103,7 e 105,9, respectivamente. Na média, portanto, as simulações indicam que para cara R$ 1 gasto na prevenção da introdução da Influenza aviária por meio dos serviços de fiscalização nos aeroportos e de análise laboratorial pelo Lanagro/SP, evitam-se perdas para o setor de avicultura de R$ 26,8 e R$27,4 para as situações 1 e 3, respectivamente. Atenta-se que estas perdas evitadas pela política sanitária de prevenção, estimadas pelo modelo Monte Carlo, compreendem os efeitos da doença em termos

de redução na produção, abate e sacrifício de animais doentes, interrupção de exportações e perdas de empregos na avicultura.

Para as situações 6 e 7, nas quais se considera que o impacto da doença se limitaria somente ao primeiro ano de introdução da IA, evidencia-se que, mesmo nestas situações de impactos relativamente baixos em relação às outras situações, a análise benefício-custo apresentou valores elevados. Em média, as simulações indicaram que a razão benefício-custo da prevenção da entrada da IA foi de R$ 9,3 para a situação 6, que não considera a compartimentação no impacto do comercio internacional, e de R$ 5,2, para a situação 7, que pressupõe a compartimentação da produção, e, portanto, reduz as perdas nas exportações.

Tabela 24 - Estatísticas do indicador benefício/custo. Ano-base 2017.Situações de 1 a 7 (2018 – 2027).

Estatísticas	Situação 1	Situação 2	Situação 3	Situação 4	Situação 5	Situação 6	Situação 7
Máximo	103,7	31,9	105,9	91,4	17,7	31,6	21,1
Média	26,8	6,4	27,4	17,5	3,8	9,3	5,2
Desvio padrão	14,5	3,7	14,8	10,4	2,3	6,3	3,6
10%	6,8	2,1	6,9	4,1	1,2	2,6	1,5
25%	16,9	3,8	17,2	10,2	2,2	4,4	2,5
50%	26,7	6,0	27,3	16,8	3,5	7,4	4,2
75%	36,4	8,6	37,3	23,8	5,1	13,8	7,8
90%	45,1	11,3	46,2	31,1	6,7	19,1	10,4
95%	51,2	13,0	52,4	35,8	7,8	21,3	11,5
99%	62,4	16,9	63,6	45,8	10,3	25,2	14,6

Fonte: Elaborado pelo autor.

Finalmente, na Tabela 25, são apresentados os resultados das simulações para as situações de 8 a 14 do indicador da relação benefício/custo, as quais utilizaram probabilidades baseadas nos resultados dos ensaios do Lanagro/SP. Os resultados apontam que o retorno (em perdas evitadas) para cada real gasto no Lanagro/SP e no Vigiagro é elevado, tendo mais de 90% de chances de estar acima de 1,0. Em média, essa relação foi de R$ 5,7 para a situação 9, na qual assume que o setor produtivo, após o surto, vai alcançar valores de produtividade semelhantes a situação sem surto, e de R$ 3,1 para a situação 12, que se diferencia da anterior por assumir que foi adotado o mecanismo de compartimentação. Para estas mesmas situações,

verificou-se um máximo de R$ 26,0 e R$ 14,3 respectivamente para cada real gasto no controle e prevenção da introdução da IA.

Tabela 25 - Estatísticas do indicador benefício/custo. Ano-base 2017.Situações de 8 a 14 (2018 – 2027).

Estatísticas	Situação 8	Situação 9	Situação 10	Situação 11	Situação 12	Situação 13	Situação 14
Máximo	114,2	26,0	115,5	103,7	14,3	36,6	26,0
Média	23,1	5,7	23,5	13,5	3,1	8,5	4,3
Desvio padrão	12,6	3,4	12,9	8,8	1,9	6,0	3,4
10%	6,7	1,8	6,7	3,1	0,8	2,3	1,0
25%	14,6	3,3	14,7	7,2	1,6	3,9	1,8
50%	22,7	5,4	23,1	12,5	2,8	6,6	3,4
75%	31,1	7,7	31,6	18,3	4,2	12,4	6,0
90%	39,2	10,2	39,9	24,8	5,6	17,5	9,4
95%	44,8	11,9	45,5	29,6	6,6	20,1	10,8
99%	55,6	15,3	56,6	40,1	8,7	24,1	15,1

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os dados da Figura 14 demonstram que para as situações que não consideram a compartimentação apresentam uma relação benefício-custo superior as outras situações. Pode-se também observar que para as situações onde se considera retomada da produtividade após o surto apresentam as menores relações benefício-custo.

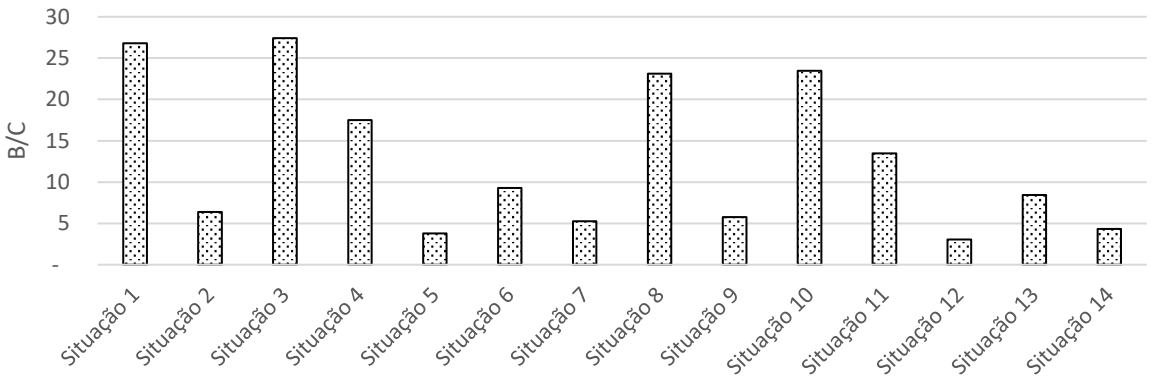

Figura 14 – Média da relação benefício-custo das situações simuladas em relação ao cenário com a permanência dos serviços do Lanagro/SP e Vigiagro.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Estes valores corroboram com a importância em se manter os serviços prestados pelo Lanagro/SP e Vigiagro ativos, mesmo que o setor produtivo tenha capital para alcançar seu nível de produção anterior após o surto da doença, isso elevaria os custos na análise, fazendo com que esta relação apresentada esteja subestimada.

5.6 Discussão final

Os resultados das simulações de Monte Carlo visam expor a magnitude das diferenças entre os recursos atualmente gastos nas políticas de prevenção da entrada de doenças animais, com alto potencial de causar prejuízos econômicos e sociais, e as perdas que tais ações evitam para um país, como o Brasil, em que a proteína animal tem um papel relevante para a geração de renda e emprego, assim como de divisas internacionais.

Embora os resultados sejam indicativos para esta discussão, é importante mencionar que as premissas adotadas nas análises benefício-custo podem introduzir um viés nos resultados alcançados. É razoável assumir pressuposições de comportamentos futuros dos preços da carne de frango, do frango vivo e do câmbio, mas assumir que os movimentos destes preços sejam independentes é uma premissa forte. Porém prever as alterações futuras do dólar ou do preço do frango extrapola o objetivo deste trabalho, e, por isso, optou-se por considerar que estes seguiriam comportamento semelhante ao seu histórico nas simulações propostas.

Raciocínio semelhante se aplica aos choques que seriam causados nos preços internos e externos e na demanda da carne de frango em um caso de surto da Influenza aviária. A não inclusão destes efeitos na análise acaba trazendo subestimação dos possíveis benefícios em se manter as taxas de introdução da IA baixas em território nacional. É possível, ainda, que outros benefícios estejam superestimados ao se excluir os efeitos cruzados de choques no setor de avicultura, sobre outros setores substitutos, como é o caso da carne bovina ou suína. Ou seja, embora uma crise sanitária possa impactar drasticamente o consumo interno de carne de frango, é possível esperar uma substituição entre as proteínas animais no mercado doméstico, com ganhos em receitas auferidas por outros setores de produtos substitutos.

Os resultados demonstram que a falta ou o enfraquecimento na estrutura de controle e prevenção a introdução da IA no Brasil pode causar uma redução significativa na produção de carne de frango e seus produtos e que os impactos de perdas nas receitas do comercio internacional destes produtos são potencialmente bastante altos. Como foi visto, quando se comparam as situações de compartimentação das granjas em relação as situações sem compartimentação, os benefícios diferenciais gerados pela adoção desta prática indicam que esse tipo de gestão sanitária das granjas, alinhado com as orientações da própria Organização

Mundial da Saúde Animal (OIE), minimiza significativamente os impactos de uma possível introdução da doença.

Para a premissa adotada que o setor produtivo retomaria o nível de produção anterior ao do surto de IA, não se conseguiu capturar como os altos investimentos demandados pelo setor produtivo, afetariam os resultados elevando a relação benefício-custo. Além do tempo da quarentena, a produção de ovos ficaria seriamente comprometida até que o estoque de aves poedeiras fosse reestabelecido a níveis anteriores. A reposição do estoque despenderia grandes quantias de recursos e disponibilidade de material genético, fazendo com que o custo de produção se elevasse podendo gerar choques nos preços praticados ao consumidor.

A análise feita sobre os impactos no mercado de trabalho é válida, mas limitada apenas à remuneração do setor. Além dela, impactos seriam vistos em outros setores, como o de produção de grãos, logística, indústria processadora e indústria de alimentos, aumentando os benefícios do controle e prevenção a entrada da doença.

Para os custos, a falta de dados desagregados sobre os gastos do Lanagro/SP e Vigiagro para um possível rateio dos gastos para as atividades direcionadas a cadeia de aves e até a inclusão de gastos estaduais com a vigilância ativa e passiva da introdução desta doença em território nacional, podem trazer subestimação, para o caso do rateio, ou superestimação, para o caso de custos não levados em conta na análise. Outro ponto não levado em conta nas análises, por falta de dados, são os gastos do setor privado com o controle e prevenção da IA.

Os custos da política sanitária de prevenção certamente estão subestimados, por não incorporarem as despesas com outros serviços da SDA/MAPA, tais como as inspeções dos fiscais do Departamento de Saúde Animal às granjas e do DIPOA aos frigoríficos e abatedouros, que também podem ser entendidos como preventivos à ocorrência de doenças. Igualmente, não se consideraram os gastos dos estados com este tipo de ação preventiva, limitando-se esta análise à política sanitária federal. Por outro lado, neste estudo, há também um viés de superestimação do orçamento considerado para o Vigiagro. Isto porque, pela impossibilidade de se identificar o montante alocado para a inspeção de cargas relacionadas somente à cadeia avícola, foi usado o total dos recursos orçamentários gastos pelo governo federal com este serviço.

Vale destacar que o valor bruto da produção pecuária, que inclui a produção de bovinos, suínos, frango, leite e ovos, totalizou em 2018 R$ 189,34 bilhões de reais (MAPA, 2019). Enquanto para a Defesa Agropecuária, responsável pela execução das ações de Estado para prevenção, controle e erradicação de doenças e pragas nos animais e nos vegetais, foi destinado em 2019 um total de R$ 206,5 milhões (PLOA, 2018). Estes valores demonstram que a quantia

que se investe em defesa agropecuária é pequena, perto do montante que as cadeias de produção de proteínas geram de riqueza.

6 CONCLUSÃO

O mercado de carne de frango mostra-se importante para o Brasil, tendo relevância para o PIB, para a geração de divisas internacionais e de empregos tanto industriais, nos frigoríficos, quanto agrícolas, tendo-se em vista a relevância da avicultura em pequenas e médias propriedades rurais. As estruturas industriais eficientes, coordenadas verticalmente e altamente tecnológicas permitem que o Brasil exerça um papel de liderança nas exportações.

Para se manter como um dos principais agentes no mercado internacional, a indústria avícola brasileira demanda um grande esforço no cumprimento das medidas de sanidade animal, exigidas para o comércio dos alimentos. As doenças que afetam o setor, como a Doença de Newcastle e, principalmente a Influenza Aviária, podem resultar em perda dos ativos biológicos, risco à saúde pública, queda na demanda nacional e queda nas exportações de carne de frango com a imposição de barreiras sanitárias.

Na atualidade, as barreiras comerciais e sanitárias são entendidas como um dos maiores fatores de riscos à agropecuária nacional. Ditado pela sensibilidade dos consumidores à ocorrência de enfermidades, a imposição de barreiras sanitárias ao comércio pode resultar em severa redução da demanda do setor, afetando a renda dos produtores, gerando desemprego e, consequentemente, impactando o nível de bem-estar da população. Mais além, questões de natureza sanitária podem causar prejuízos à imagem dos produtos exportáveis brasileiros, principalmente os alimentos, o que pode exigir anos para recuperação de confiabilidade nesses mercados. Dessa forma, as avaliações de impactos econômicos sobre avicultura são importantes para fomentar e guiar as políticas de fortalecimento da defesa agropecuária.

Desta maneira, a aplicação da Análise Benefício-Custo evidencia as vantagens econômicas em se manter programas de controle e prevenção a introdução de doenças em território nacional, particularmente doenças com potencial de impacto significativo para a economia doméstica e as exportações. Estas vantagens foram identificadas com foco na produção agrícola, podendo também serem extrapoladas para toda a cadeia produtiva do setor.

Considerando possíveis choques na produção de aves e ovos, morte e sacrifício do plantel, redução das exportações e queda da remuneração do setor, os resultados da análise benefício-custo evidenciaram a importância econômica do controle e prevenção da introdução da IA, como forma de reduzir a probabilidade de ocorrência de surtos no Brasil. Para as simulações realizadas, em todas as situações e cenários, encontraram-se valores médios da razão benefício-custo das políticas de prevenção acima da unidade, indicando que o retorno

para cada Real gasto nos serviços do Lanagro/SP e Vigiagro compensa seus custos. Ou seja, essa alocação em política preventiva evita perdas econômicas para o setor e para o Brasil.

Quando comparadas as situações nas quais se considera a utilização do mecanismo de compartimentação pelo setor produtivo, os benefícios foram abrandados, ficando em média 70% menores do que em situações que consideram para status sanitário a regionalização ou em que os países tratam o Brasil como um território único. Este resultado enfatiza a importância desse tipo de instrumento da política sanitária, já que permite restringir as perdas econômicas decorrentes de uma crise sanitária por Influenza aviária.

Este estudo não tem como pretensão contribuir com a modelagem de risco sanitário, mas tão somente a modelagem de riscos econômicos associados ao problema sanitário. Avanços podem ser obtidos com a adoção de modelos específicos que reflitam os aspectos da epidemiologia da Influenza aviaria. Outro avanço possível é ampliar a análise da política de defesa agropecuária para incluir os custos das políticas sanitárias estaduais, de outros serviços sanitários do governo federal e dos próprios investimentos e despesas dos avicultores e das indústrias processadoras na sanidade do plantel e dos produtos. Esta abordagem não foi possível no presente estudo, tendo em vista a ausência de dados discriminados desses gastos.

O presente trabalho teve como contribuição a mensuração dos benefícios, com o controle e prevenção de doenças aviarias, que foram estimados utilizando o método de Monte Carlo, permitindo analisar a distribuição de impactos nas diferentes situações que foram desenhadas. Como pesquisas futuras, seria interessante realizar o processo de modelagem do conjunto das demais variáveis, como preço e quantidade produzida, de forma a permitir que eles interajam entre si, e, que os demais custos das ações públicas e privadas relacionadas à sanidade do setor, não considerados ou considerados de aproximada, sejam melhor delimitados para a cadeia de produção e comercialização de aves e seus produtos. Seria importante quantificar os possíveis benefícios que o controle e prevenção de doenças aviarias teriam quando é levada em conta a disseminação da doença para outros animais e para humanos, fato já foi registrado em outros países onde a IA ocorreu, ocasionando hospitalizações e óbitos.

REFERÊNCIAS

ANDERSON, T. W., DARLING, D. A. **A Test of Goodness of Fit**, Journal of the American Statistical Association, 49, 765, 1952.

ADHLOCH, C., BROWN, I., ANGELOVA, S., BÁLINT, Á., BOUWSTRA, R., BUDA, S., PENTTINEN, ,. P. **Highly pathogenic avian influenza A(H5N8) outbreaks:** protection and management of exposed people in Europe, 2014/15 and 2016. Euro Surveill, 1-7, 2016.

ANDREAZZI, M.A., PINTO, J.S., DOS SANTOS, J.M.G., CAVALIERI, F.L.B., DA SILVA MATOS, N.C., BARBIERI, I.O. **Desempenho de frangos de corte criados em aviário convencional e dark-house.** Revista da Universidade Vale do Rio Verde, 16(1), 2018.

ALDERS, R., AWUNI, A. J., BAGNOL, B., FARREL, P., HANN, N. **Impact of Avian Influenza on Village Poultry Production Global.** EcoHealth. Outubro de 2013.

ALICEWEB. (2017). Aliceweb. Acesso em 03 de 01 de 2017, disponível em Aliceweb: aliceweb.mdic.gov.br

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES E EXPORTADOR'ES DE FRANGO. **Relatório Anual 2006**. Relatório tecnico, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. **Relatório Anual.** Relatório tecnico. São Paulo, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. **Relatório Anual.** Relatório tecnico. São Paulo, 2018.

AVICULTURA INDUSTRIAL. (2018a) **Brasil vai buscar reconhecimento mundial para sistema de compartimentação**, 14 mar. 2018. disponivel em: https://www.aviculturaindustrial.com.br/imprensa/mapa-certifica-empresa-por-aderir-a-compartimentacao-avicola/20181010-131812-d347. Acesso em: 20/04/2019.

AVICULTURA INDUSTRIAL. (2018b) **Mapa certifica empresa por aderir à compartimentação avícola**, 10 out. 2018. disponivel em: https://www.aviculturaindustrial.com.br/imprensa/brasil-vai-buscar-reconhecimento-mundial-para-sistema-de-compartimentacao/20180314-150038-t223. Acesso em: 20/04/2019.

AVICULTURA INDUSTRIAL. (2017) **Cobb-Vantress celebra primeiro ano sob sistema de compartimentação**, 11 set. 2017. disponivel em: https://www.aviculturaindustrial.com.br/imprensa/cobb-vantress-celebra-primeiro-ano-sob-sistema-de-compartimentacao/20171211-150859-d528. Acesso em: 20/04/2019.

AYANWALE, B. A., EGENA, A. S., HENUK, Y. L., e BAILEY, C. A. **The role and production systems of native chickens in Nigeria** . Khon Kaen Agriculture Journal. 2015.

BANCO CENTRAL DO BRASIL - BACEN. Sistema de Expectativas de Mercado. disponivel em: https://www3.bcb.gov.br/expectativas/publico/consulta/serieestatisticas. Acessado em: 20/03/2019. 2019a

BANCO CENTRAL DO BRASIL - BACEN. Metas para a inflaçao. disponivel em: https://www.bcb.gov.br/controleinflacao/metainflacao. Acessado em: 20/03/2019. 2019b

BNDES. **A cadeia da carne de frango: tensões, desafios e oportunidades.** BNDES Setorial, 26, 191-232. Acesso em 03 de 01 de 2017, disponível em BNDES: http://www.bndes.gov.br/bibliotecadigital, Setembro de 2007.

BONI, M. F., GALVANI, A., Wickelgren, A., & Malani, A. Economic epidemiology of avian influenza on smallholder poultry farms. Theoretical Population Biology, 135-144 , 2013

BRASIL. Grupo Executivo Interministerial para Implantaçao do Plano Brasileiro de Preparaçao para uma Pandemia de Influenza. **Plano de prevençao ã influenza aviária em aves silvestres e de subsistencia**. Brasilia, DF, 2006.

ÇAKIR, M; BOLAND, M A.; WANG, Y. **The Economic Impacts of 2015 Avian Influenza Outbreak on the US Turkey Industry and the Loss Mitigating Role of Free Trade Agreements.** Applied Economic Perspectives and Policy, v. 40, n. 2, p. 297-315, 2017.

CENTER FOR FOOD SECURITY AND PUBLIC HEALTH. **Avian Influenza**. Iowa State University, Ames, 2016.

CEPEA. Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. Acesso em 30 de 09 de 2018, disponível em CEPEA: http://www.cepea.esalq.usp.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro.aspx. 2018.

CONAB. **Perspectivas Para a Agropecuária.** Companhia Nacional de Abastecimento, Brasília. 2015.

DAVIS, C. G., DYCK, J. (2015). **Shocks to a Trading System:** Northeast Asia Poultry Trade and Avian Influenza. International Food and Agribusiness Management Review, 18, 2015.

DJUNAIDI, H; DJUNAIDI, A. CM. **The economic impacts of avian influenza on world poultry trade and the US poultry industry**: a spatial equilibrium analysis. Journal of Agricultural and Applied Economics, v. 39, n. 2, p. 313-323, 2007.

DOS SANTOS FILHO, J. I., SCHILINDWEIN, M. M., & SCHEUERMANN, G. N. **Fatores determinantes do consumo de ovos no Brasil.** Revista de Economia Agrícola, 56, 37-46. Julho de 2009.

DOBROWOLSKA, A; BROWN, S. **The economic impact of the 2015 avian influenza outbreak on US egg prices.** In: Proc. NCCC-134 Conf. on Applied Commodity Price Analysis, Forecasting, and Market Risk Management. St. Louis, MO. 2016.

ECCO, R., MARTINS, N. R. **Laringotraqueíte infecciosa das aves e diagnóstico diferencial de outras doenças respiratórias.** Cadernos Técnicos de Veterinária e Zootecnia, 76, 79-95. Março de 2015.

EMBRAPA. EMBRAPA Suínos e Aves. disponivel em https://www.embrapa.br/suinos-e-aves/cias/precos. Acessado em 10/11/2018. 2018.

FACHINELLO, A. L., FERREIRA FILHO, J. B. **Gripe Aviária no Brasil: uma análise econômica de equilíbrio geral.** Revista Econômica e Social Rural, 48(3), 539-566. Setembro de 2010.

FAO. **Manual on meat inspection for developing countries**. PRODUCTION AND HEALTH PAPER. 1994

FAO. **The Bangladesh model and other experiences in family poultry development**. 2002

FAO. **A Technology review:** Newcastle desease. 2004

FAO. **A Global Strategy for the Progressive Control of Highly Pathogenic Avian Influenza (HPAI)**. 2005

FAO. **Poultry in the 21º Century:** Avian influenza and beyond. 2007

FAO. **The State of Food and Agriculture.** 2009

FAO. **Family Poultry Development.** Food and Agriculture Organization, Roma. 2014

FAO. **Statistical pocketbook:** world food and agriculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Roma. 2015

FAO. **Animal Production and Health**. Acesso em 14 de 01 de 2017, disponível em http://www.fao.org/Ag/againfo/themes/en/poultry/animal_health.html. 2016

FAOSTAT. (2017). Food and Agriculture Organization of the United Nations. Acesso em 06 de 01 de 2017, disponível em FAOSTAT: http://www.fao.org/

FLORES, M. L., SEGABINAZI, S. D., SANTOS, H. F., BASSAN, J. D. **Epidemimologia da Doença de Newcastle** - Revisão Bibliográfica. A Hora Veterinária, 26(153), 5. Outubro de 2006.

GAZZOLA, R., PEREIRA, V. F., SOUZA, G. S., & GUIDUCCI, R. C. **Riscos agropecuários: eventos com alta perda econômica.** Política Agrícola, 67-73. Junho de 2016

GILBERT, M. et al. **Mapping H5N1 highly pathogenic avian influenza risk in Southeast Asia.** Proceedings of the National Academy of Sciences, v. 105, n. 12, p. 4769-4774, 2008.

GUÈYE, E. **Family poultry research and development in low-income food-deficit countries:** approaches and prospects. Outlook on Agriculture, 31(1), 13-21. 2002

HALL, D. B. **The impact of avian influenza on small and medium scale poultry producers in South East Asia** (preliminary findings). Agricultural and Applied Economics Association. 2006.

HENUK, Y. L. **The role of family poultry production systems in developing countries.** Khon Kaen Agricutural Journal. 2015.

HOECKEL, K; SHWARTZ, R. Learning for Jobs OECD Reviews of Vocational Education and Training. Austria: Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), 2010.

IBGE. (2017). Banco de dados agregados. Acesso em 05 de 01 de 2017, disponível em Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA: www.ibge.gov.br/sidra

INMETRO. **Barreiras Técnicas às Exportações**: O que são e como superá-las. INMETRO. 2009.

JOHNSON, K.K., et al. **Export Market Recovery Post Livestock Disease Outbreak – Poultry. Livestock Marketing Information Center Fact Sheet.** http://lmic.info/sites/default/files/publicfiles/FS5-1111.pdf. 2011.

MACKELLAR, L. **Pandemic influenza**: a review. Population and Development Review, 33(3), 429-451. Setembro de 2007.

MARTINS, N. R., ECCO, R. **Doença de Newcastle.** Cadernos Técnicos de Veterinária e Zootecnia, 76, 33-48. Março de 2015.

MARTINS, N. R., RESENDE, J. S., ABREU, J. T., RESENDE, M. **Bronquite infecciosa das galinhas.** Cadernos Técnicos de Veterinária e Zootecnia, 76, 49-56. Março de 2015a

MARTINS, N. R., RESENDE, M., BARRIOS, P. R., MARIN, S. Y. **Influenza Aviária**. Cadernos Técnicos de Veterinária e Zootecnia, 76, 9-32. Março de 2015b

MCLEOD, A., MORGAN, N., PRAKASH, A., HINRICHS, J. **Economic and social impacts of influenza.** FAO Emergency Centre for Transboundary Animal Diseases Operations (ECTAD). 2006.

MDA. Documento orientador sobre o Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária – SUASA. Ministério do Desenvolvimento Agrário - MDA, Brasília. 2008

MELESSE, A. **Significance of scavenging chicken production in the rural community of Africa for enhanced food security.** World's Poultry Science Journal, 593-606. 2014.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Programa Nacional de Sanidade Avícola (PNSA). MAPA. 2002.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Manual de legislação: programas nacionais de saúde animal do Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Brasília. 2009.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Plano de Contingência para Influenza Aviária e Doença de Newcastle. 2013

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Código Sanitário de Animais Terrestres da OIE. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - Comissão Técnica Permanente de Bem-Estar Animal (CTBA). 2015.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Ministério da Agricultura. Acesso em 03 de Janeiro de 2016, disponível em Ministério da Agricutura: www.agricultura.gov.br/animal/exportacao. 2016.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Plano de Defesa Agropecuária - PDA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Brasília. 2016b.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. MAPA. Acesso em 30 de 01 de 2017, disponível em Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento: http://www.agricultura.gov.br/. 2017.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. MAPA. Acesso em 15 de 04 de 2019, http://www.agricultura.gov.br/noticias/valor-da-producao-agropecuaria-e-estimado-em-r-572-9-bilhoes. 2019.

MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA, COMÉRCIO E SERVIÇOS. MDIC. Acesso em 05/06/2018, disponível em Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços: http://www.mdic.gov.br/. 2018.

MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA, COMÉRCIO E SERVIÇOS. MDIC. Acesso em 05/02/2019, disponível em Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços: http://www.mdic.gov.br/. 2019.

MIRANDA, S.H.G.; NASCIMENTO, A.M.; XIMENES, V. Uma aplicaçao da Análise Benefício-Custo para políticas de defesa sanitária: alguns estudos de caso para o Brasil. Projeto de Inovaçao Tecnlogica para Defesa Agropecuária - Fundo Setorial para o Agronegócio/CNPq. Relatório (mimeo). Agosto/2010. 138p.

MIRANDA, S.H.G.; Avaliação socioeconômica de projetos selecionados do PDA Projeto de Cooperação Técnica. Outubro/2016. 191p.

MIRANDA, S.H.G.; Relatório da avaliaçao economica e financeira do PRODEFESA. Documento desenvolvido para o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), Divisão de Meio Ambiente, Desenvolvimento Rural e Administraçao de Riscos por Desastres (CSD/RND). Agosto/2018. 97p.

MOÇO, H. F., C., D. L., ANDOLFATO, L. H., ALVES, M. L., BRONZATTO, A., RAYA, D. A., PEREIRA, R. E. **Bouba Aviária.** Revista Científica Eletrônicada Medicina Veterinária. 2008.

MORGAN, N., PRAKASH, A. **International livestock markets and the impact of animal disease**. Revue scientifique et technique, 517-528. 2006.

OIE. World Organisation for Animal Health. Acesso em 01 de 02 de 2017, disponível em World Organisation for Animal Health: http://www.oie.int/. 2006.

OIE. Terrestrial Animal Health Code. World Organization for Animal Health , Paris. 2007.

OIE. OIE Terrestrial Manual. World Organization for Animal Health. Disponivel em: http://www.oie.int/standard-setting/terrestrial-manual/. Acessado em 10 do 10 de 2018. 2015.

OIE. OIE Terrestrial Manual. World Organization for Animal Health. 2018 .

OIE. OIE Terrestrial Manual. World Organization for Animal Health. Disponivel em: http://www.oie.int/standard-setting/terrestrial-code/access-online/ Acessado em 10 do 10 de 2018. 2015.

PAUL, M., BARITAUX, V., WONGNARKPET, S., POOLKHET, C., THANAPONGTHARM, W., ROGER, F., Ducrot, C. **Practices associated with Highly Pathogenic Avian Influenza spread in traditional poultry marketing chains:** Social and economic perspectives. Acta Tropica, 43-53. 2013.

PORTZ, C., OLIVEIRA, B. L., AMORIM, P. S., DAS LUZES, L. P. F., MAZUR, C., DE MORAES, C. A. **Vírus da doença de Newcastle em aves não vacinadas no Estado do Rio de Janeiro.** Ciência Rural, 33(2), 381-383. 2003.

PROJETO DE LEI ORÇAMENTÁRIA ANUAL - PLOA 2016. Disponível em: http://www.planejamento.gov.br/assuntos/orcamento-1/orcamento-cidadao. Acessado em 10 do 10 de 2018. 2016.

PROJETO DE LEI ORÇAMENTÁRIA ANUAL - PLOA 2018. Disponível em: http://www.planejamento.gov.br/assuntos/orcamento-1/orcamento-cidadao. Acessado em 13 do 04 de 2019. 2018.

RAMOS, S.; MACLACHLAN, M.; MELTON, A. **Impacts of the 2014-2015 Highly Pathogenic Avian Influenza Outbreak on the Poultry, U. S Sector**. 2017.

REISCHAK, D.**Vírus da influenza aviária: monitoramento em aves de subsistência criadas no entorno de sítios de aves migratórias no Brasil**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina Veterinária e. Zootecnia. Departamento de Medicina.137p. 2016.

REPÓRTER BRASIL Brasil. **Brazil's Poultry Industry**. Monitor, 18. Junho de 2016.

RIISE, J., PERMIN, A., KRYGER, K. **Strategies for developing family poultry production at village level** – Experiences from West Africa and Asia. World's Poultry Science Journal, 15-22. 2005.

RUSHTON, J. et al. **Impact of avian influenza outbreaks in the poultry sectors of five South East Asian countries (Cambodia, Indonesia, Lao PDR, Thailand, Viet Nam) outbreak costs, responses and potential long term control**. World's Poultry Science Journal, v. 61, n. 3, p. 491-514, 2005.

SANCHES, A. L. R. et al. Análise econômica da prevenção e controle do cancro cítrico no estado de São Paulo. Revista de Economia e Sociologia Rural, v. 52, n. 3, p. 549-566, 2014.

SCHLUETER, S. W., WIECK, C., HECKELEI, T. Regulatory SPS instruments in meat trade. Institute for Food and Resource Economics, Alemanha. 2009.

SEAGRI. Secretaria de Agricultura, Pecuária, Irrigação, Pesca e Aquicultura. Acesso em 04 de 02 de 2017, disponível em Secretaria de Agricultura, Pecuária, Irrigação, Pesca e Aquicultura: http://www.seagri.ba.gov.br. 2006.

SINGH, M et al. **Assessing the probability of introduction and spread of avian influenza (AI) virus in commercial Australian poultry operations using an expert opinion elicitation.** PloS one, v. 13, n. 3, p. e0193730, 2018.

SISCOMEX. Portal Siscomex. Acesso em 12 de 01 de 17, disponível em Portal Siscomex: http://portal.siscomex.gov.br/glossario/barreiras-nao-tarifarias, 2017

SOLUTIONS, D. I.. **Economic impact of highly pathogenic avian influenza (HPAI) on poultry in Iowa**. Decision Innovation Solutions, Urbandale, 2015.

SOUSA, D. P.; OSAKI, M.. Gripe aviária: primeiros impactos nas exportações brasileiras. 2006.

SWAYNE, D E.; HILL, R E.; CLIFFORD, J. **Safe application of regionalization for trade in poultry and poultry products during highly pathogenic avian influenza outbreaks in the USA.** Avian pathology, v. 46, n. 2, p. 125-130, 2017.

TAHA, F. A. **How Highly Pathogenic Avian Influenza Has Affected World Poultry-Meat Trade**. Economic Research Service/USDA. 2007

TAHA, F. A., HAHN, W. F. **HPAI impact on EU-27's import demand for cooked and uncooked poultry and other meats.** International Food and Agribusiness Management Review, 18, 223-244. 2015.

THE WORLD BANK. Acesso em 02 de 02 de 2017, disponível em The World Bank: http://www.worldbank.org/. 2017.

THE WORLD BANK. acesso em 05 de 06 de 2018, , disponviel em: The World Bank: https://www.worldbank.org/. 2018

TORRES, A. C. D.; COELHO, H. L. G.; CUNHA, S. F.; RESENDE, M.; ECCO, R.; MARIN, S. Y.; PREZOTTO,C. F.; MARTINS, N. R. S.. **Sanidade Avícola.** Cadernos Técnicos de Veterinária e Zootecnia(76), 96-107. Março de 2015a

TORRES, A. C., COELHO, H. L., CUNHA, S. F., RESENDE, M., ECCO, R., MARIN, S. Y., MARTINS, N. R. **Micoplasmoses.** Cadernos Técnicos de Veterinária e Zootecnia(76), 96-107. Março de 2015c.

TORRES, A. C., MARIN, S. Y., RESENDE, M., MARTINS, N. R. Sanidade Avícola. Cadernos Técnicos de Veterinária e Zootecnia(76), 108-116. Março de 2015b.

TRAMPUZ, A., PRABHU, R.M., SMITH, T.F. BADDOUR, L.M.. **Avian influenza: a new pandemic threat?**. In Mayo Clinic Proceedings (Vol. 79, No. 4, pp. 523-530). Elsevier. 2004

TRAVASSOS, G F; COELHO, A B. **Padrão de Substituição entre Carnes no Consumo Domiciliar do Brasil.** Revista de Economia e Sociologia Rural, v. 55, n. 2, p. 285-304, 2017.

UBA. Relatório anual 2006/2007. 2007.

UBABEF. **The saga of the Brazilian poultry industry** : how Brazil has become the world's largest exporter of chicken meat. União Brasileira de Avicultura, Rio de Janeiro. 2011.

UBABEF. **Sustainability: Brazilian's Poultry Industry's Competitiva Advantage.** Brazilian Poultry, p. 32. 2012.

USDA. United States Department of Agriculture. Acesso em 31 de 01 de 2017, disponível em United States Department of Agriculture: https://www.usda.gov. 2007.

USDA. **Livestock and poultry: word markets and trade.** United States Department of Agriculture. 2016.

USDA. United States Department of Agriculture. Acesso em 06 de 01 de 2017, disponível em United States Department of Agriculture: ers.usda.gov/topics/international-markets-trade/countries-regions/brazil/data/. 2017.

VAN TONGEREN, F; BEGHIN, J; MARETTE, Stéphan. A cost-benefit framework for the assessment of non-tariff measures in agro-food trade. 2009.

VOSE, D. **Monte Carlo risk analysis modeling**. Fundamentals of risk analysis and risk management, p. 45-66, 1997.

WAHIS. Wahis interface. Acesso em 10 de 01 de 2017, disponível em Wahis: http://www.oie.int/. 2016.

WAHIS. Wahis interface. Acesso em 21 de 10 de 2018, disponível em Wahis: http://www.oie.int/. 2018.

WHO. Q**uestoins and answers on anvian influenza in relation to animals, food and water.** World Health Organization. 2007

WIECK, C., SCHLUETER, W. S., BRITZ, W. A**ssessment of the Impact of Avian Influenza Related Regulatory Policies on Poultry Meat Trade and Welfare.** Agricultural and Resource Economics. Institute for Food and Resource Economics.2012

WINDHORST, H. W. **Avian Influenza Outbreaks in the USA in 2014 and 2015**. Lohmann Information, 50(2), 36-43, 2015.

YU, H., WU, J. T., COWLING, B. J., LIAO, Q., FANG, V. J., S., Z., LEUNG, G. M. **Impact of live poultry market closure in reducing bird-to-human transmission of avian influenza A(H7N9) virus:** an ecological study. The Lancet, 2017.

ZERBE, R. O.; BELLAS, A. S. A primer for cost-benefit analysis. 2006