



THARLEY TEIXEIRA CARDOSO DE CARVALHO

**ESTUDO COMPARATIVO DE LOTES DE FRANGOS VACINADOS COM
DIFERENTES PROGRAMAS CONTRA BRONQUITE INFECCIOSA**

LAVRAS - MG

2024

THARLEY TEIXEIRA CARDOSO DE CARVALHO

**ESTUDO COMPARATIVO DE LOTES DE FRANGOS VACINADOS COM DIFERENTES
PROGRAMAS CONTRA BRONQUITE INFECCIOSA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras,
como parte das exigências do Mestrado Profissional em
Ciência e Tecnologia da Produção Animal, para obtenção do
título de “Mestre”.

Orientadora

Profa. Dra. Luciana de Paula Naves - UFLA

Coorientadores

Dr. Jorge Luis Chacón Villanueva

Dr. Higor Henrique Aranda Cotta

LAVRAS - MG

2024

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Carvalho, Tharley Teixeira Cardoso de.

Estudo comparativo de lotes de frangos vacinados com
diferentes programas contra bronquite infecciosa / Tharley Teixeira
Cardoso de Carvalho. - 2023.

80 p.

Orientador(a): Luciana De Paula Naves.

Coorientador(a): Jorge Luis Chacón Villanueva, Higor
Henrique Aranda Cotta.

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal de
Lavras, 2023.

Bibliografia.

1. simulações econômicas. 2. abatedouro. 3. genótipo G1-11. I.
Naves, Luciana De Paula. II. Villanueva, Jorge Luis Chacón. III.
Cotta, Higor Henrique Aranda. IV. Título.

THARLEY TEIXEIRA CARDOSO DE CARVALHO

**ESTUDO COMPARATIVO DE LOTES DE FRANGOS VACINADOS COM DIFERENTES
PROGRAMAS CONTRA BRONQUITE INFECCIOSA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras,
como parte das exigências do Mestrado Profissional em
Ciência e Tecnologia da Produção Animal, para obtenção do
título de “Mestre”.

APROVADO em 06 de Novembro de 2023

Dra. Luciana de Paula Naves – UFLA

Dr. Márvio Lobão Teixeira De Abreu– UFLA

Dr. Jorge Luis Chacón Villanueva – Ceva Saúde Animal

Dr. José Maurício França – Universidade Tuiuti

LAVRAS - MG

2024

Dedico esta dissertação à minha mãe, Sônia, uma mulher maravilhosa e inspiradora. Ela fez o impossível tornar-se possível, pavimentando para mim o caminho do conhecimento.

Com todo o meu amor.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Zootecnia pela oportunidade de realização do curso.

Gostaria de expressar minha profunda gratidão a todos que contribuíram para que eu concluísse esta fase de minha evolução profissional.

Minha família, vocês foram os pilares do meu apoio, oferecendo carinho, paciência e compreensão durante os momentos em que minha dedicação ao projeto exigia minha ausência.

Paulo Barreto, seu exemplo foi inspiração para busca de crescimento e sonhos maiores.

À minha orientadora, seu carinho e paciência inabaláveis foram a força que me impulsionou ao longo de todo esse percurso.

Ao meu querido colega Jorge Chacón, sua ajuda e inspiração foram fatores cruciais para que eu continuasse na busca do conhecimento e na prática da ética.

Higor Cotta, Mathilde Lecouper e Thomas Lewiner, obrigado pelo apoio no mundo complexo dos dados e estatísticas.

Obrigado Professor José Maurício França pela generosidade em compartilhar todo o seu conhecimento ao longo do meu processo de formação.

Sou grato à Ceva Saúde Animal por tornar possível minha dedicação a este projeto.

RESUMO

Ao longo dos 37 anos em que as vacinas contendo a cepa Massachusetts foram as únicas disponíveis e amplamente utilizadas, estudos clínicos controlados, experiências de campo e outras investigações científicas revelaram eficácia limitada em lidar com os desafios de BI presentes no Brasil. No entanto, a introdução de uma nova estirpe viral em 2016, a cepa BR-I, homóloga aos desafios mais prevalentes no campo, trouxe resultados promissores. Um estudo retrospectivo foi realizado avaliando-se 110 lotes de frangos de corte de quatro empresas brasileiras, a fim de avaliar o desempenho do programa de vacinação contendo a cepa BR-I em condições de campo, comparando-o com lotes vacinados com o programa convencional utilizando a vacina Massachusetts. Para isso, foram considerados resultados de desempenho zootécnico e de condenações sanitárias para uma simulação econômica comparativa. Além disso, foram investigadas correlações lineares entre os títulos sorológicos contra a bronquite e os parâmetros de interesse avaliados. Não foi observado correlações significativas entre esses parâmetros e os títulos sorológicos. Houve diferenças significativas entre os programas de vacinação em relação aos títulos sorológicos (p-valor = 0,014), ganho de peso diário (p-valor = 0,041), conversão alimentar corrigida (p-valor = 0,034), condenações parciais por aerossaculite (p-valor = 0,004) e condenações por aspecto repugnante (p-valor = 0,014). Simulações econômicas indicam uma economia importante de US\$ 1.564,82 para cada lote de 19.500 frangos quando se utiliza a vacina BR-I no programa de vacinação. Os dados foram analisados por meio de testes paramétricos e não paramétricos, além de modelos lineares, a fim de investigar as complexas relações entre as variáveis. Os resultados obtidos nos testes de comparação de médias, sejam eles paramétricos ou não, estiveram em concordância com os resultados dos modelos lineares, reforçando as conclusões desses modelos. No entanto, é relevante destacar exceções nas variáveis idade ao abate e GPD, onde os resultados diferiram entre os testes de comparação de médias e os modelos lineares. Essa disparidade sugere que essas variáveis podem ser influenciadas por fatores não abrangidos pelas análises paramétricas e não paramétricas, destacando a complexidade das relações entre as variáveis e a necessidade de uma análise estatística mais aprofundada para compreender adequadamente os padrões observados.

Palavras-chave: modelos lineares; genótipo G1-11; simulações econômicas; abatedouro.

ABSTRACT

Over the 37 years during which vaccines containing the Massachusetts strain were the only ones available and widely used, controlled clinical studies, field experiments, and other scientific investigations revealed their limited efficacy in addressing the challenges of Infectious Bronchitis (IB) present in Brazil. However, in 2016, the introduction of a new viral strain, the BR-I, homologous to the most prevalent challenges in the field, brought promising results. The aim of this study is to evaluate, through a retrospective study on 110 batches of broilers from 4 Brazilian companies, the performance of the vaccination program containing the BR-I strain under field conditions, comparing it with vaccinated flocks with the conventional program using the Massachusetts vaccine. To achieve this, variables of zootechnical performance and sanitary condemnations were used for a comparative economic simulation. Additionally, linear correlations between serological titers against bronchitis and variables of interest were investigated. No significant correlations were observed between these variables and serological titers. The results revealed significant differences between the vaccination programs regarding serological titers (p-value = 0.014), daily weight gain (p-value = 0.041), adjusted feed conversion (p-value = 0.034), partial condemnations due to airsacculitis (p-value = 0.004), and condemnations due to repulsive appearance (p-value = 0.014). Through economic simulations, a substantial saving of US\$1,564.82 was observed for each flock of 19,500 broilers in favor of the vaccination program utilizing BR-I. The data were analyzed through parametric and non-parametric tests, as well as linear models, to investigate the complex relationships between the variables. The results obtained from the comparison tests of means, whether parametric or non-parametric, were consistent with the results of the linear models, reinforcing the conclusions of these models. However, it is relevant to highlight exceptions in the variables of slaughter age and daily weight gain, where the results differed between the comparison tests of means and the linear models. This disparity suggests that these variables may be influenced by factors not covered by the parametric and non-parametric analyses, highlighting the complexity of the relationships between the variables and the need for a more in-depth statistical analysis to adequately understand the observed patterns.

Keywords: linear models, G1-11 genotype, economic simulations, slaughterhouse.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1 Bronquite infecciosa.....	13
2.2 Etiologia.....	13
2.3 Histórico e epidemiologia	15
2.4 Impacto da bronquite variante BR-I.....	17
2.5 Diagnóstico.....	21
2.5.1 Isolamento viral.....	21
2.5.2 Detecção de anticorpos.....	22
2.5.3 Confirmação e tipagem de VBI por métodos baseados em ácido nucleico.....	23
2.6 Controle e prevenção.....	24
3. Hipótese de Trabalho	25
4. Objetivos	26
4.1 Objetivo geral.....	26
4.2 Objetivos específicos.....	26
4 MATERIAL E MÉTODOS	27
4.1 Coleta e organização dos dados.....	27
4.2 Desenho experimental dos estudos comparativos de campo	27
4.3 Variáveis de desempenho zootécnico.....	28
4.4 Variáveis de condenações sanitárias.....	28
4.5 Análise econômica.....	29
4.5.1 Custo da alimentação.....	29
4.5.2 Custos com condenações sanitárias.....	31
4.6 Análise Sorológica	35
4.7 Análises estatísticas.....	35
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
5.1 Variáveis de desempenho zootécnico e condenações sanitárias	39
5.1.1 Peso médio.....	39
5.1.2 Ganho de peso diário	40
5.1.3 Idade média de abate.....	42
5.1.4 Conversão alimentar corrigida	45
5.1.5 Mortalidade total	47
5.1.6 Mortalidade tardia (após 35 dias)	49
5.1.7 Mortalidade no transporte.....	51

5.1.8 Condenações sanitárias.....	54
5.2 Sorologia.....	58
5.2.1 Título sorológico individual	58
5.2.2 Título geométrico médio	61
5.3 Análise de correlações lineares.....	63
5.3,1 Parâmetros sorológicos.....	63
5.3.2 Variáveis quantitativas de desempenho zootécnico	65
5.4 Análise econômica.....	67
6 Conclusões.....	71
REFERÊNCIAS.....	72

1 INTRODUÇÃO

A avicultura industrial brasileira possui destaque internacional pelo seu alto nível tecnológico. O desenvolvimento do setor se efetivou na década de 1970, com a entrada de grandes empresas processadoras de alimentos no mercado e especialistas no processo de produção do frango. Transformações tecnológicas, técnicas de produção intensiva e o desenvolvimento de genética adaptada contribuíram para o avanço da atividade (ZEN *et al.*, 2014).

A transformação colocou o Brasil na liderança global de exportações a partir de 2004 (USDA, 2022). No último ano, as exportações brasileiras alcançaram 151 países (ABPA, 2022). O acesso a esses mercados externos se deve em grande parte aos investimentos realizados em inspeção sanitária amplamente implantada no país, o que garante aos consumidores, produtos cárneos com alta qualidade.

Uma série de políticas públicas com forte adesão do setor privado garantem alto nível sanitário do plantel avícola. O Brasil é livre de doenças de grande impacto econômico, como *NewCastle* e Influenza Aviária de Alta Patogenicidade, que são doenças de notificação obrigatória à Organização Mundial da Saúde Animal e motivo de restrição à comercialização de produtos avícolas em diversas regiões do globo (MAPA, 2022).

O padrão sanitário que o Brasil construiu concede ao país vantagens competitivas no comércio internacional. No entanto, ainda existem outras doenças que trazem preocupações aos produtores brasileiros. Devido ao seu potencial de ocasionar enormes perdas econômicas em toda a cadeia produtiva avícola, três doenças infecciosas respiratórias de origem viral se destacam: influenza aviária de alta patogenicidade, bronquite infecciosa (BI) e influenza aviária de baixa patogenicidade (WORLD BANK, 2011).

Nesse cenário, a BI desperta muita atenção, por ser uma doença de grande importância econômica para a indústria avícola brasileira. É causada por um gammacoronavírus, amplamente distribuído nos planteis de frangos, matrizes e galinhas de postura comercial em todo o território nacional (CARRANZA, 2015). Em frangos de corte, tal enfermidade está associada a redução no ganho de peso, piora da conversão alimentar e condenações sanitárias no abatedouro (ASSAYAG *et al.*, 2012a,b; CHACÓN *et al.*, 2018).

De forma geral, o controle da bronquite infecciosa na produção industrial de frangos se baseia na adoção de medidas de biossegurança, como limpeza, desinfecção, controle de acesso

e isolamento das propriedades (DE WIT, 2019; DI FABIO et al, 2009). No entanto, embora essas medidas sejam fundamentais, elas frequentemente não são suficientes para garantir um controle adequado da doença (COOK, J, 2012; DI FABIO et al, 2009; DE WIT, 2019). Nesse contexto, a vacinação das aves emerge como uma ferramenta indispensável em algumas situações (DE WIT, 2019). A escolha da cepa vacinal, a via de aplicação, o número de doses, o tipo de vacina e a idade de vacinação são todos aspectos cruciais que devem ser cuidadosamente considerados para otimizar a eficácia do programa de vacinação e garantir a saúde e produtividade das aves (DE WIT, 2019; JACKWOOD & DE WIT, S, 2013; COOK *et al*, 2012; COOK, J *et al*, 1999).

A introdução da vacinação contra o vírus da bronquite infecciosa no Brasil remonta a 1979, marcando um marco importante na avicultura do país. Inicialmente, a estratégia adotada envolvia o uso de vacinas com a cepa Massachusetts. Contudo, ao longo dos anos, tornou-se evidente que essa abordagem apresentava limitações significativas. Apesar da ampla disseminação da vacinação na avicultura brasileira, persistiam quadros clínicos da doença, resultando em consideráveis perdas econômicas para o setor (BALESTRIN, et. al., 2014^a; CHACÓN, et. al, 2009; CHACÓN, et. al, 2011; ASSAYAG, et. al, 2012a; ASSAYAG, et.al, 2012b). A causa dessa falta de eficácia foi posteriormente atribuída à ampla prevalência de uma cepa local do vírus da bronquite infecciosa, denominada BR-I, que era geneticamente distinta da cepa vacinal Massachusetts até então empregada (CHACÓN, et. al, 2011; CHACÓN, et. al, 2023). Essa disparidade genética comprometia a proteção dos lotes vacinados, uma vez que a cepa massachusetts não atinge o padrão aceitáveis de proteção contra esse desafio. Fato que é explicado pela falta de soroneutralização da cepa BR-I, pelo sorotipo massachusetts comprovados por alguns pesquisadores (CHACON, et al.,2013; CHACON, et. al, 2011; Marandino, et. al, 2019). Em um cenário de mudanças, em 2016, a aprovação da primeira vacina viva contendo a cepa BR-I representou uma transformação significativa. Estudos indicam uma melhoria substancial na proteção contra os desafios da bronquite infecciosa, uma vez que a vacina agora pertence ao mesmo grupo genético dos vírus de campo mais prevalente (CHACÓN, et. al,2013; CARRANZA, et. al; 2016; FRAGA, et. al, 2014, CHACÓN, 2011;), marcando um avanço promissor na eficácia vacinal.

Recentes relatos de empresas produtoras indicam que os impactos causados pela bronquite infecciosa transcendem as informações publicadas até o momento. Mortalidade no transporte, diminuição da eficiência dos abatedouros e aumento nos custos com mão de obra são exemplos de parâmetros que o vírus afeta (CHACÓN, 2018; ASSAYAG, et. al, 2012a;

ASSAYAG, 2012b). Desvios observados nesses indicadores sugerem uma ineficácia dos programas convencionais, que se limitam ao uso de vacinas Massachusetts, na proteção dos lotes frente aos desafios virais presentes nas granjas brasileiras.

Apesar da importância da doença, há escassez de estudos abrangentes que tenham medido os impactos das doenças na cadeia de produção de frango de corte, assim como os resultados em termos técnico-econômicos ao adotar estratégias de vacinação (ASSAYAG et al., 2012a,b; CHACÓN et al., 2018).

Dessa forma, tendo em vista a relevância do setor avícola para a economia do país, o presente estudo teve como objetivo primordial a avaliação dos impactos de um programa de vacinação, que combina a cepa BR-I com a cepa Massachusetts, sobre as variáveis de desempenho zootécnico e as condenações sanitárias de lotes de frangos de corte. Comparativamente, buscou-se analisar e contrastar esses resultados com um programa convencionalmente utilizado, que se limita à aplicação da vacina com cepa Massachusetts. Além desta análise técnica, a pesquisa incorpora uma abordagem econômica detalhada, visando oferecer informações cruciais para o setor de produção e processamento de carne de frango no Brasil. A abordagem integrada desses aspectos técnico-científicos e econômicos contribuirá para uma compreensão abrangente dos efeitos do programa de vacinação com cepa BR-I, fornecendo, assim, subsídios valiosos para a tomada de decisões e aprimoramento das práticas no setor.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Bronquite infecciosa

A bronquite infecciosa (BI) foi descrita pela primeira vez por SCHALK & HAWN (1931), como uma doença que afeta aves jovens, de dois dias a três semanas, com manifestações respiratórias. É provocada por um coronavírus, pertencente ao gênero *Gammacoronavírus* (CAVANAGH, 2005). Após a infecção inicial pelo trato respiratório, o vírus da BI (VBI) se espalha sistematicamente, infectando células epiteliais em muitos tecidos (DE WIT, 2000; DHINAKAR; JONES, 1997; JACKWOOD; DE WIT, 2013). Com o avançar dos estudos, verificou-se que a doença possui um impacto mais amplo no organismo das aves, com manifestações respiratórias, renais, entéricas e reprodutivas (CHACON, 2009; COOK; JACKWOOD; JONES, 2012; VILLARREAL et al., 2007a,b).

É uma doença altamente contagiosa, caracterizada por morbidade tipicamente de 100% e baixa mortalidade. Entretanto, a mortalidade pode ser de até 50% quando cepas que causam nefrite ou patógenos oportunistas como *Escherichia coli* complicam o quadro (COOK; JACKWOOD; JONES, 2012; DE WIT & COOK, 2019). Além disso, o trato reprodutivo de aves poedeiras e reprodutoras pode ser afetado, causando diminuição da qualidade e produção dos ovos. Quando frangas jovens são afetadas, danos ao trato reprodutivo podem resultar em poedeiras e reprodutoras que não entram em produção (COOK; JACKWOOD; JONES, 2012).

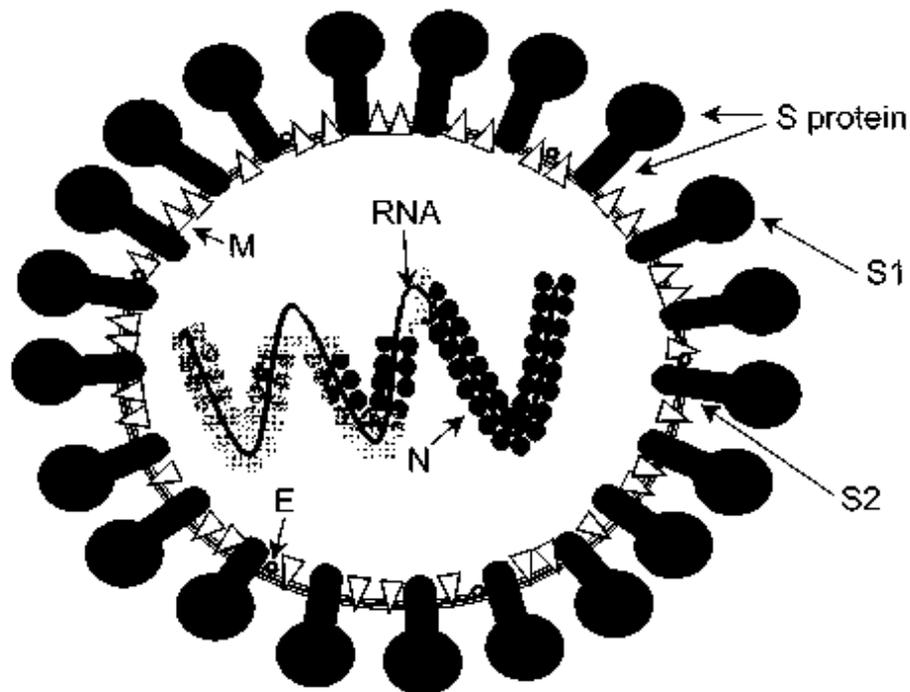
A BI não tem importância conhecida para a saúde humana. No entanto, a necessidade de controlar o VBI está se tornando cada vez mais importante. Lotes de frangos acometidos pela enfermidade necessitam muitas vezes de tratamentos com antibióticos para o controle de infecções bacterianas secundárias, e ainda há questionamentos e preocupações se essas ações podem colaborar para a indução de resistência a antibióticos em humanos (DE WIT; COOK, 2019).

2.2 Etiologia

O agente etiológico causador da BI é um vírus pertencente a ordem *Nidovirales*, família *Coronaviridae*, gênero *Gammacoronavirus* (CAVANAGH, 2005). É um vírus envelopado, pleomórfico e com diâmetro médio de aproximadamente 120 nm. Possui múltiplas projeções de superfície (20 nm) em forma de espinhos, as quais são formadas por glicoproteínas S (spike)

fortemente glicosiladas e concedem aparência espiculada ao vírion. O seu genoma é constituído de um RNA de fita simples de sentido positivo de 27,6 kb (Figura 1)(CAVANAGH, 2007).

Figura 1 - Representação esquemática do vírus da bronquite infecciosa, com suas proteínas estruturais e genoma. As proteína S, E e M estão na estrutura do envelope. Já a proteína N circunda a fita de RNA.



Fonte: CAVANAGH (2007).

A proteína S é dividida em duas subunidades: S1 e S2 constituídas de aproximadamente 535 e 623 resíduos de aminoácidos, respectivamente. A subunidade S1 desempenha funções importantes na entrada do vírus na célula hospedeira e atividade hemaglutinante, sendo o principal alvo de anticorpos neutralizantes. Já a subunidade S2 é responsável pelo processo de fusão da membrana. A subunidade S1 é a região mais variável do vírus onde ocorrem eventos de recombinação e mutação levando ao surgimento de variantes antigênicas (CANAVAGH, 2007).

2.3 Histórico e epidemiologia

O primeiro diagnóstico do VBI no Brasil ocorreu em Minas Gerais, sendo reportado por HIPOLITO (1957). Desde então, vários estudos demonstraram a disseminação e a manifestação clínica e patológica da enfermidade (BALESTRIN et al., 2014a; CHACÓN, 2009; CHACÓN et al., 2011b, 2014; DI FABIO et al., 2000; FERNANDO et al., 2017; FRAGA, 2014; FRAGA et al., 2018; VILLARREAL et al., 2007a,b).

Em 1979, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) aprovou o uso de vacinas vivas das amostras H120 e H52 do sorotipo Massachusetts de bronquite infecciosa (SILVA, 2010). Em 1980, as vacinas inativadas Massachusetts foram introduzidas no país (MONTASSIER, 2010). A partir desse momento, se tornou prática regular a vacinação com vacinas Massachusetts.

Nos primeiros anos da adoção da vacinação o Brasil obteve bons resultados, porém passado alguns anos, mesmo vacinados adequadamente com vacina Massachusetts lotes de frangos de corte, poedeiras e reprodutoras ainda seguiam manifestando sinais da BI (ABREU, 2000; MONTASSIER *et al.*, 2008; PANIAGO, 1994; SOUZA, 1998). Esse fato levou pesquisadores a investigar a circulação de estirpes variantes no território brasileiro. DI FABIO et al. (2000) observaram pelo menos cinco tipos de VBI antigenicamente diferentes do sorotipo Massachusetts, oriundos de isolados de lotes de galinhas com quadros clínicos das principais regiões avícolas do país.

Com o desenvolvimento das técnicas de biologia molecular a partir dos anos de 1990, vários estudos reportaram a existência de variantes em todo o mundo. No Brasil, MONTASSIER et al. (2008) analisaram 12 amostras isoladas nos anos de 1988, 1999 e 2000 das regiões sul e sudeste por meio de RT-PCR e RFLP do gene S1. Foram encontradas 42% (5/12) das amostras pertencentes ao genótipo Massachusetts e 58% (7/12) pertencentes ao grupo variante. CHACÓN et al. (2011) por meio do sequenciamento parcial do Gene S1 de centenas de amostras do VBI variante, observaram alta similaridade genética entre elas (entre 90,2% a 100%) e, portanto, essas foram classificadas em um mesmo grupo molecular chamado genótipo BR-I.

BALESTRIN et al. (2014) conduziram um trabalho com o objetivo de avaliar a prevalência do VBI em plantéis comerciais de frangos de corte e galinhas de três importantes regiões produtoras do Brasil (Sul, Nordeste e Centro-oeste) e determinar o tropismo dos principais genótipos circulantes para os sistemas respiratório, digestivo e urinário/reprodutivo

das aves. A maioria dos lotes estavam infectados com o genótipo BR-I (60 a 70,9%), o que demonstrou a predominância dessa variante (principalmente no trato entérico) em lotes comerciais de aves de diferentes regiões produtoras do país.

De modo semelhante, CARRANZA (2015) reporta que a variante BR-I prevalece no Brasil. O levantamento foi realizado com 453 amostras suspeitas de BI provenientes de frangos de corte, galinhas reprodutoras e poedeiras comerciais. Os autores observaram prevalência (75,9%) do grupo BR-I, distribuídas em todas as cinco regiões do país.

Uma nova nomenclatura genotípica foi proposta por VALASTRO *et al.* (2016), baseada no sequenciamento completo do gene S1. Segundo os autores, os VBI analisados de 13 isolados que circularam no Brasil de 1975 a 2009 pertencem ao Grupo genotípico I, linhagem 11 (GI-11), também chamado anteriormente de Grupo variante BR-I (CHACÓN *et al.*, 2019).

FRAGA (2014) encontrou predominância (74,5%) do grupo BR-I em amostras de órgãos analisadas no país. Ao analisar apenas dados oriundos de sequenciamento de porções do gene S1 foi observado alto grau de similaridade de nucleotídeos (92 a 98%) com as cepas BR-I. O BR-I tem sido relacionado a quadros clínicos respiratórios, infertilidade nos machos, queda na produção de ovos, problemas na formação da casca (BALESTRIN *et al.*, 2014a; CHACÓN, 2009; CHACÓN *et al.*, 2014; FERNANDO *et al.*, 2017; FRAGA, 2014; MONTASSIER, 2010; VILLARREAL *et al.*, 2007a, 2010) e distúrbios entéricos (CHACÓN *et al.*, 2014; VILLARREAL *et al.*, 2007b).

FERNANDO *et al.* (2017) realizaram análise molecular e filogenética do gene S1 de isolados de VBI obtidos de lotes comerciais de matrizes pesadas durante episódios clínicos de IB às 24, 46 e 62 semanas de idade. Os resultados revelam que os três isolados virais exibiram principalmente mutações nas regiões hipervariáveis (HVRs) do gene e proteína S1, mas foram filogeneticamente e sorologicamente relacionados, pertencendo à linhagem 11 do genótipo GI (BR-I).

O sequenciamento de isolados virais de órgãos de frangos de corte (traqueia, pulmão e sacos aéreos) com sintomatologia respiratórias coletados em 1975 a 1989 e preservados por congelamento confirmou que as mesmas também pertenciam ao genótipo variante brasileiro GI-11 (ABREU, 2000; ABREU *et al.*, 2006; VALASTRO *et al.*, 2016). Esses resultados demonstram que apesar da adoção massiva de vacinação, o grupo variante BR-I mostrou-se estável ao longo do tempo e persistente por mais de 40 anos nas granjas avícolas do país (CHACÓN, 2023; VALASTRO *et al.*, 2016).

Chacon et al. (2023) realizaram um estudo de sorotipagem que envolveu 11 isolados de cepas do vírus BR-I, coletadas de casos clínicos em lotes comerciais no período de 2003 a 2019. Os resultados do teste de neutralização viral (VN) indicaram uma eficácia de 94,75% de neutralização com um dos isolados BR-I, enquanto a eficácia foi de 30% ou menos quando testada contra outras cepas de referência global. As análises das sequências de nucleotídeos e aminoácidos revelaram níveis de identidade que variaram de 84,3% a 100% e 83,5% a 100%, respectivamente, entre esses isolados. Em comparação com outros genótipos, as identidades oscilaram entre 57,1% e 82,6% para as sequências de nucleotídeos e de 46,6% a 84,4% para as sequências de aminoácidos. Os achados deste estudo confirmam que o grupo genético BR-I pertence a um novo sorotipo, o qual compartilha o mesmo nome.

Os autores observaram que os VBI brasileiros coletados ao longo de um período de 44 anos são inquestionavelmente atribuídos ao genótipo e sorotipo BR-I, o que atesta a persistência desse vírus no território brasileiro.

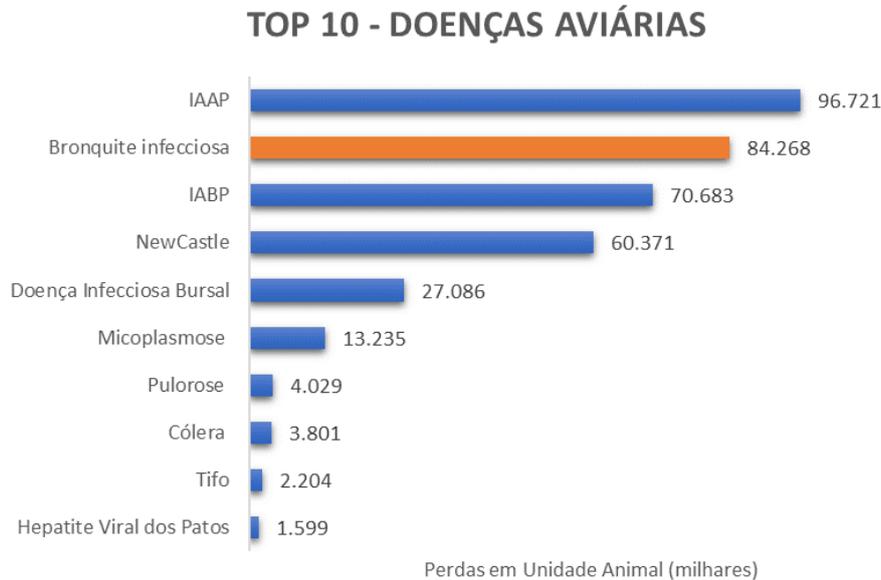
Acredita-se que o vírus BR-I tenha tido origem no estado de Minas Gerais e que tenha sido disseminado a partir desse ponto central. As rotas de circulação dessa cepa envolveram deslocamentos de ida e volta entre MG e o estado de São Paulo (SP). A partir desse eixo geográfico central, observou-se uma disseminação mais ampla em direção ao sul, atingindo outros estados brasileiros, como Paraná, bem como países do sul, como Uruguai e Argentina. Além disso, essa disseminação se estendeu em outras direções, abrangendo a região Centro-Oeste, representada por Goiás, e o norte, incluindo o estado do Amazonas. Esse padrão de dispersão sugere uma ampla mobilidade e interação dessa cepa do vírus BR-I em diferentes regiões geográficas (CHACON, et al. 2023).

2.4 Impacto da bronquite variante BR-I

É importante destacar o estudo realizado pelo WORLD BANK (2011), no qual as perdas econômicas provocadas por doenças infecciosas em aves foram estimadas em todo o mundo, a partir da análise de dados do *Sistema de Informações Mundial para Saúde Animal* (WAHIS) da Organização Mundial da Saúde Animal. Para os cálculos, foram contabilizadas as perdas por morte, sacrifício sanitário e descarte parcial e total de carcaças no abatedouro. O estudo concluiu que as três doenças de maior impacto global são influenza aviária de alta patogenicidade, BI e influenza aviária de baixa patogenicidade (Figura 2). Segundo este mesmo estudo, a BI gerou uma perda de 84.268.000 Unidades Animais (UA) por ano. Considerando

que cada ave representa 0,015 UA, chegamos a um número de perda de mais de 5,6 bilhões de aves inteiras anualmente no mundo.

Figura 2- As dez doenças de maior impacto econômico para a avicultura industrial no mundo.



Legenda: IAAP: influenza aviária de alta patogenicidade, IABP: influenza aviária de baixa patogenicidade.

Fonte: Adaptado de WORLD BANK (2011).

Sabe-se ainda que as dimensões dos impactos não se restringem aos parâmetros analisados no estudo do WORLD BANK (2011), já que tal enfermidade também afeta o desempenho zootécnico dos animais e o seu aproveitamento industrial (ASSAYAG *et al.*, 2012b; CHACÓN *et al.*, 2018; JONES *et al.*, 2019).

A BI tem alta prevalência em frangos de corte causando quadros respiratórios, renais e entéricos. Nos quadros clínicos respiratórios mais severos, a variante BR-I (GI –11) é a mais frequentemente detectada no país (ASSAYAG *et al.*, 2012a; BALESTRIN *et al.*, 2014; CARRANZA, 2015; CHACÓN *et al.*, 2011; FERNANDO *et al.*, 2017; FRAGA, 2014).

Diferentes isolados do VBI variante BR-I, produziram sinais clínicos leves a intermediários e causaram danos ciliares moderados a graves, quando inoculados experimentalmente. Lesões histopatológicas leves foram observadas na traqueia e rins, mostrando a patogenicidade das cepas variante BR-I (CHACON, 2009). Quadros clínicos de diarreia, nefrite e orquite com conseqüente redução da fertilidade também foram associados com o vírus variante BR-I (CHACÓN *et al.*, 2014; VILLARREAL *et al.*, 2007a,b).

ASSAYAG et al. (2012a) apresentaram um estudo de três anos de observações clínicas e análises moleculares de lotes comerciais de frangos oriundos da regiões Sul e Centro-Oeste do Brasil. A partir do sequenciamento parcial do gene S1 por RT-PCR, dois vírus foram detectados, um grupo Massachussetts e um grupo variante BR-I. Nos períodos de baixa ocorrência de sinais clínicos no campo e baixa condenação no abatedouro, a média de prevalência do vírus Massachussetts foi de 56%, enquanto o vírus variante BR foi de 41%. Nos swabs coletados durante os períodos com maiores sinais clínicos no campo e condenações por aerossaculite significativamente maior no abatedouro, a média de prevalência do vírus BR foi de 82%.

Os quadros de bronquite infecciosa podem se complicar com a associação de patógenos oportunistas, como *E. coli* (JACKWOOD, 2012), levando conseqüentemente a um aumento do uso de antibioterapia. ASSAYAG et al. (2012a) observaram que em lotes com menor incidência de sinais clínicos da BI, apenas 3% deles foram medicados. Já no grupo com maior incidência de sinais clínicos, 25% dos lotes receberam antibioticoterapia.

CHACÓN, et al. (2018) analisaram dados de 26,4 milhões de frangos de corte, oriundos de lotes comerciais naturalmente desafiados com cepa variante BR-I e vacinados apenas com vacinas contendo cepas Massachussetts e concluíram que houve gastos de 8 a 14 dólares para cada 1.000 aves tratadas com antibiótico. ASSAYAG et al. (2012a), baseados em dados de lotes comerciais de frangos de corte de diferentes regiões do país concluíram que para cada 1 bilhão de frangos abatidos por ano, 11% dos lotes apresentaram sinais clínicos de BI, correspondendo a um total de 110.000.000 de aves com problemas. O peso médio dos frangos foi de 2,1Kg e a conversão alimentar média foi 1,854. Os lotes que apresentaram sinais clínicos de BI tiveram piora de 80 gramas em conversão alimentar por kg de peso vivo, totalizando uma perda de 18.480 toneladas de ração. Considerando o valor da ração utilizado de US\$ 399,51 por tonelada, houve uma perda total de US\$ 7.382.946 por ano. Ao fazer uma estimativa desses impactos para valores atuais, chegamos a US\$ 8.965.572 por ano, considerando o custo da ração de U\$ 485,15 por tonelada apontado pela EMBRAPA (2023).

CHACÓN et al. (2018) relataram perdas médias na conversão alimentar que variaram de 8 a 199 gramas em um estudo com nove empresas brasileiras produtoras de frango de corte. Trazendo para valores de maio de 2022, considerando o peso vivo médio de 3kg e o custo médio da tonelada de ração em U\$ 485,15 (EMBRAPA, 2022), os impactos calculados são de 11,64 a 289,63 dólares para cada mil frangos produzidos.

As lesões no sistema respiratório, provocadas pelo VBI, podem se agravar com a associação de patógenos oportunistas, como *E. coli*, levando a quadros de aerossaculite e nos

casos mais graves contaminações difusas na cavidade celomática (JACKWOOD, 2012). A aerossaculite consiste na inflamação dos sacos aéreos das aves, caracterizada pelo espessamento e possível acometimento desses por exsudato caseoso com deposição de material fibrinoso amarelado (FERREIRA; KNOBL, 2009).

Essas lesões quando observadas pelo Serviço de Inspeção Federal (SIF) nos abatedouros, levam ao descarte parcial ou total das carcaças, dependendo da extensão das lesões, seguindo as orientações contidas no artigo 175 do Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA) do Ministério de Agricultura Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2017), que diz:

“Art. 175. As carcaças de aves ou os órgãos que apresentem evidências de processo inflamatório ou lesões características de artrite, aerossaculite, coligranulomatose, dermatose, dermatite, celulite, pericardite, enterite, ooforite, hepatite, salpingite e síndrome ascítica devem ser julgados de acordo com os seguintes critérios:

I - quando as lesões forem restritas a uma parte da carcaça ou somente a um órgão, apenas as áreas atingidas devem ser condenadas; ou

II - quando a lesão for extensa, múltipla ou houver evidência de caráter sistêmico, as carcaças e os órgãos devem ser condenados.”

SOUZA et al. (2020) estimaram a perda econômica decorrente das condenações de carcaças de aves em US\$ 175,56 milhões para o período de 2013 a 2017 no Brasil, em frigoríficos sob supervisão do SIF, sendo que as principais causas de condenação foram aspecto repugnante, contaminação, colibacilose e *caquexia*.

ASSAYAG et al. (2012b) observaram maior incidência de aerossaculite em lotes que apresentam sinais clínicos de BI, o que resultou em 0,46% mais condenações por aerossaculite, comparado a lotes normais. Isso representou uma perda financeira de US\$ 1.078.961 por ano para um total de 1 bilhão de frangos abatidos, ou seja US\$ 1,1 por mil aves.

CHACÓN et al. (2018) também observaram aumento nas condenações sanitárias no abatedouro associadas a desafios naturais de BI por cepa variante BR-I. Os incrementos observados nas condenações por aerossaculite parciais e totais foram respectivamente, 0,11 a 2,55% e 0,03 a 0,31%.

Além das condenações relacionadas à presença de lesões nas carcaças decorrentes de BI na granja (aerossaculite, colibacilose, aves caquéticas), existem outras condenações indiretas como a contaminação fecal (CHACÓN et al., 2018). Para CHACÓN et al.(2018), os lotes com processos infecciosos na granja exibem maiores condenações por contaminação fecal por dois motivos: A) Lotes de aves com tamanho desuniforme decorrente da infecção no campo terão

carcaças de tamanho desuniforme, em consequência, haverá maiores cortes não intencionais de intestinos devido aos equipamentos automáticos de evisceração no frigorífico não conseguirem trabalhar com tamanho de carcaças desuniformes. B) Cortes e rupturas dos intestinos são mais intensos e frequentes em aves com aerossaculite. RUSSELL (2003) aponta um número três vezes maior de rupturas intestinais em aves com aerossaculite. Aves doentes e desidratadas têm intestinos mais friáveis, os quais se rompem mais facilmente durante o manuseio automático ou manual durante a evisceração.

2.5 Diagnóstico

Os sinais clínicos da BI não são específicos e podem ser confundidos com outras doenças. Por essa razão, é necessário o uso de técnicas para identificar o VBI e relacioná-lo com o quadro clínico evidenciado (DI FABIO; VILLAREAL, 2009). O diagnóstico deve ser baseado na análise da história clínica, lesões, soroconversão (aumento dos títulos de anticorpos específicos anti VBI), detecção do antígeno de VBI por vários ensaios de captura de antígenos baseados em anticorpos, isolamento de vírus e detecção de RNA de VBI (JACKWOOD; DE WIT, 2013).

O trato respiratório superior é foco de replicação inicial do VBI, seguido por uma viremia que faz com que o vírus se dissemine para outros tecidos. O vírus pode ser recuperado da traqueia em maior concentração durante 3 a 5 dias do início da infecção, com queda progressiva dos títulos virais, podendo resultar em concentrações abaixo dos níveis de detecção após a segunda semana de infecção (DE WIT, 2000; DHINAKAR; JONES, 1997).

Swabs traqueais ou tecido traqueal fresco são amostras adequadas para análise, especialmente na primeira semana de infecção. Importante ressaltar que as amostras devem ser mantidas constantemente resfriadas (em gelo úmido) até serem testadas. Rins e tonsilas cecais coletadas no exame *post mortem* podem ser valiosos nos casos em que já se passaram mais de uma semana do início do quadro clínico (DE WIT, 2000).

2.5.1 Isolamento viral

A metodologia clássica de diagnóstico é essencialmente baseada em técnicas de isolamento do VBI em ovos embrionados “Specific Pathogen Free” (SPF). Amostras para isolamento de vírus geralmente são inoculadas na cavidade alantoide de embriões de galinha com 9 a 10 dias de idade. Os fluidos devem ser colhidos após 48 a 72 horas e re-inoculados em

outros conjuntos de embriões. Esse processo deve ser repetido 3 a 4 vezes antes que a amostra possa ser considerada negativa em caso de ausência de lesões ou morte de embriões (JACKWOOD; DE WIT, 2013). No entanto, essas observações não são suficientes para confirmar a presença de VBI. A presença do vírus deve ser confirmada por métodos específicos como vírus neutralização, inibição da hemaglutinação, imunofluorescência, imunohistoquímica, detecção do ácido nucleico viral ou microscopia eletrônica. (JACKWOOD; DE WIT, 2013).

Outra opção é o isolamento do VBI a partir da inoculação em anéis traqueais de embriões de galinha SPF, avaliando-se o efeito do vírus sobre a movimentação ciliar, a qual deve diminuir com a ação do vírus. Apesar de ser uma técnica presuntiva eficiente, apresenta a desvantagem de não ser sensível para amostras de campo cujo VBI não possui tropismo pelo trato respiratório podendo, portanto, resultar em falso-negativo (DE WIT, 2000). Além disso, deve-se saber que a ciliostase também pode ser induzida por muitos outros agentes. Por isso, o VBI deve ser confirmado por métodos específicos de confirmação da presença do vírus. (DI FABIO; VILLAREAL, 2009).

Ambas as técnicas de isolamento se mostraram sensíveis, mas são muito trabalhosas e demoradas (DI FABIO; VILLAREAL, 2009), fazendo com que não sejam utilizadas na rotina da indústria.

2.5.2 Detecção de anticorpos

As infecções por VBI podem ser percebidas pela detecção ou pelo aumento do título de anticorpos VBI específicos. Geralmente, para correlacionar o problema clínico com infecção pelo VBI, é necessária a amostragem pareada (DE WIT, 2000).

É importante notar que uma diferenciação deve ser feita, pois vacinas vivas atenuadas e inativadas visam gerar proteção humoral, por meio do aumento de anticorpos, que podem ser observados por títulos em testes sorológicos. Diferentes vacinas produzirão diferentes níveis de títulos de acordo com o teste utilizado (JACKWOOD; DE WIT, 2013).

As técnicas sorológicas mais comumente utilizadas na rotina diagnóstica do VBI são ensaio imunoenzimático “Enzyme Linked Immunosorbent Assay” (ELISA), inibição da hemaglutinação e vírus-neutralização (DE WIT, 2000).

Atualmente o teste ELISA é o teste sorológico mais utilizado para anticorpos contra o VBI, pois é de baixo custo e pode ser usado para testar um grande número de amostras em um curto espaço de tempo com precisão (JACKWOOD; DE WIT, 2013).

2.5.3 Confirmação e tipagem de VBI por métodos baseados em ácido nucleico

O teste qPCR, também conhecido como qPCR em tempo real, é amplamente utilizado para detectar VBI diretamente de amostras clínicas (JACKWOOD; DE WIT, 2013). As vantagens deste teste são que muitas amostras podem ser examinadas em um curto período de tempo, é econômico e fornece uma indicação do nível de ácido nucleico viral na amostra. As técnicas PCR convencional e Nested PCR também podem ser utilizadas, mas são técnicas mais trabalhosas e exigem etapas adicionais para obtenção de resultados confiáveis (CALLISON et al., 2006; JACKWOOD; DE WIT, 2013; MEIR et al., 2010).

É importante ressaltar que um teste de PCR positivo indica apenas a presença de ácido nucleico viral e não é suficiente para determinar o tipo de VBI. A identificação do tipo de VBI na amostra deve ser determinada pela análise de *amplicons* do gene S1 (JACKWOOD; DE WIT, 2013).

A combinação de um diagnóstico genérico de RT-PCR para detectar VBI com um método de genotipagem de cepa baseado no gene S1 fornece um método rápido e econômico, adequado para a detecção e identificação de rotina de VBI em amostras de campo (DE WIT; COOK, 2019; JONES et al., 2011). Na literatura científica, há vários protocolos que utilizam *primers* específicos para detecção e diferenciação de cepas (ACEVEDO *et al.*, 2013; CALLISON *et al.*, 2006; CHACÓN *et al.*, 2019; DE WIT; COOK, 2019; FRAGA *et al.*, 2018; JONES *et al.*, 2011; MARANDINO *et al.*, 2016; MEIR *et al.*, 2010; NAGUIB *et al.*, 2017). Novos ensaios são criados e validados a depender da necessidade da indústria.

No entanto, a detecção de RNA viral não garante uma infecção ativa. São necessários métodos de diagnóstico aprimorados, incluindo aqueles que podem diferenciar indiscutivelmente entre cepas de vacina e de campo, pois muitos lotes recebem uma ou mais vacinas vivas de VBI (DE WIT; COOK, 2019).

As técnicas moleculares são altamente sensíveis e específicas, mas resultados falso-negativos podem ser obtidos, em situações que não se garante tecido e momento de coleta adequados. Para garantir a detecção, a amostra de campo deve ser corretamente transportada até o laboratório para preservar uma quantidade mínima de vírus que consiga ser detectado (DE WIT, 2019).

2.6 Controle e prevenção

A melhor estratégia de controle, como de qualquer doença é a prevenção da infecção, por meio de um alto nível de biosseguridade, alojamento em idade única, limpeza e desinfecção de instalações e equipamentos e remoção da cama. No entanto, como o VBI é altamente infeccioso e tem alta prevalência, a vacinação geralmente é necessária para evitar perdas de produção (DE WIT; COOK, 2019).

As vacinas vivas atenuadas do VBI geralmente são administradas por aplicação em massa via *spray* grosso, aerossol ou água de beber (JORDAN, 2017, DE WIT; COOK, 2019). Sendo que para frangos de corte, a vacinação em *spray* no incubatório é a maneira mais comum.

O sucesso de um programa de vacinação não depende somente da escolha adequada das cepas vacinais, mas também da qualidade da aplicação dessas vacinas. Os resultados obtidos na vacinação por *spray* são muito variáveis e muitos são os fatores que interferem na resposta à vacina, como: técnicas de aplicação; quantidade, qualidade e temperatura da água utilizada para diluir a vacina; dosagem; tamanho da gota, distribuição do *spray*; combinação com outras vacinas; tamanho do lote; além da ventilação; iluminação, temperatura e umidade do ambiente (DE WIT, 2010).

O objetivo de um programa de vacinação é cobrir o espectro antigênico de isolados em um determinado país ou região. Na maioria das áreas, vários sorotipos de VBI são prevalentes, exigindo uma proteção mais ampla do que uma única cepa de vacina pode fornecer. Para aves jovens, combinações adequadas de vacinas vivas podem fornecer proteção contra múltiplas cepas (DE WIT; COOK, 2019).

É bem conhecido que um único sorotipo da vacina de VBI não fornece proteção adequada contra um desafio heterólogo. Portanto, os produtores administram mais de um sorotipo vacinal para aumentar a amplitude de proteção em seus plantéis. Essa estratégia “multi-monovalente” requer pelo menos dois sorotipos de vacinas de VBI homólogos aos vírus desafio circulantes (JORDAN, 2017).

Trabalhos publicados indicam a circulação de apenas cepas de dois genótipos em todo o território brasileiro, GI-I (Cepa Massachusetts) e GI-11 (Cepa BR-I) (ABREU, 2000; CARRANZA, 2015; CHACÓN *et al.*, 2011a; FELIPPE *et al.*, 2010; FRAGA *et al.*, 2018; VALASTRO *et al.*, 2016). Sendo que as vacinas vivas atenuadas registradas no país contém esses dois genótipos, o que permite o controle baseado em cepas homólogas aos desafios de campo.

No entanto, em 2021 foi isolado uma nova variante de BI no estado do Paraná, pertencente ao genótipo 1, linhagem 23, que foi associado a casos clínicos de aerossaculite (TREVISOL, 2022). Para essa região com circulação estabelecida de três genótipos, é necessário lançar mão de outra estratégia vacinal, o protectotipo, descrito por COOK et al. (1999).

Diante do exposto, torna-se evidente o impacto significativo que a Bronquite Infecciosa exerce sobre a avicultura brasileira. Para enfrentar esse desafio, é imperativo desenvolver modelos analíticos capazes de integrar informações de diversos pontos da cadeia produtiva de frango de corte, gerando conclusões relevantes para a sociedade brasileira acerca dos prejuízos ocasionados por essa enfermidade de maneira abrangente. Além disso, a investigação do desempenho dos programas de vacinação adotados em condições reais da indústria, por meio da comparação da performance produtiva, do aproveitamento industrial e da viabilidade econômica dos lotes de frangos de corte, mostra-se essencial, uma vez que a atividade de produção de frangos está sujeita a uma forte pressão econômica. A associação desses estudos com técnicas de diagnóstico e monitoramento confere robustez às análises, contribuindo para a formulação de estratégias mais eficazes no controle e prevenção da Bronquite Infecciosa, visando à sustentabilidade e ao desenvolvimento contínuo da avicultura no Brasil.

3. Hipótese de Trabalho

Ao longo dos 37 anos em que as vacinas contendo a cepa Massachusetts foram as únicas disponíveis e amplamente utilizadas, estudos clínicos controlados, experiências de campo e outras investigações científicas revelaram sua eficácia limitada em lidar com os desafios de BI presentes no Brasil. No entanto, em 2016, a introdução de uma nova estirpe viral, a cepa BR-I, homóloga aos desafios mais prevalentes no campo, trouxe resultados promissores. Esses resultados eram esperados, dada a eficácia demonstrada em estudos controlados.

Com base nas melhorias observadas nos indicadores produtivos dos lotes vacinados com essa nova estirpe, relatadas pelos produtores e corroboradas por estudos científicos, é possível formular a hipótese de que a proteção clínica proporcionada pelos programas com a cepa BR-I resultará em maior integridade do organismo das aves, refletindo em melhores desempenhos produtivos. Além disso, a falta de proteção pode levar a infecções bacterianas secundárias, que são motivo para o descarte de animais que apresentem essas afecções no abatedouro.

Conseqüentemente, o processamento desses animais resulta em menor aproveitamento das carcaças. Espera-se que as conseqüências das diferenças de proteção entre os programas vacinais possam ser mensuradas também em termos econômicos para fins de comparação.

4. Objetivos

4.1 Objetivo geral

Comparar dois programas vacinais (convencional contendo apenas vacina da cepa Massachusetts e alternativo constituído da combinação das cepas Massachusetts e BR-I) em lotes comerciais de frangos de corte, considerando-se resultados econômicos, de desempenho zootécnico, incidência de condenações sanitárias e perfil de produção de anticorpos anti-VBI.

4.2 Objetivos específicos

1 – Consolidar os dados de parâmetros produtivos, condenações sanitárias e resultados de exames sorológicos de lotes de frangos de corte comerciais de diferentes empresas em uma base única, seguindo os critérios de inclusão e exclusão estabelecidos na metodologia.

2- Realizar um estudo comparativo retrospectivo dos resultados zootécnicos, das condenações sanitárias e da resposta sorológica obtidos em cada um dos grupos, sob condições reais de produção comercial.

3 - Realizar uma análise econômica comparativa, com base nas médias de resultados obtidos em cada grupo, empregando uma base única de custos para os cálculos.

4 - Investigar as correlações existentes entre os parâmetros zootécnicos, as condenações sanitárias e o perfil de produção de anticorpos anti-VBI desses lotes.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Coleta e organização dos dados

A metodologia empregada neste estudo consistiu na compilação e análise de dados retrospectivos provenientes de múltiplos estudos de campo conduzidos em quatro empresas de produção de frangos de corte localizadas no estado do Paraná. Esses estudos anteriores foram realizados com o propósito de comparar o desempenho de dois programas de vacinação contra bronquite infecciosa em condições reais de campo.

Os dados dos estudos selecionados foram compilados em uma única base de dados. A inclusão e exclusão de estudos na base foram orientadas por critérios específicos estabelecidos para garantir a qualidade e relevância das informações analisadas.

Os critérios de inclusão adotados consistiram na seleção de estudos de campo que comparavam dois grupos de tamanhos equivalentes, submetidos à mesma dieta, criados no mesmo período e vacinados pela mesma via de aplicação e na mesma idade.

Todos os estudos de campo foram conduzidos de maneira independente e em períodos diversos, abrangendo o período de setembro de 2018 a fevereiro de 2021. Todos esses estudos seguiram um desenho experimental uniforme, conforme descrito a seguir.

4.2 Desenho experimental dos estudos comparativos de campo

Pintos de corte comerciais mistos, que faziam parte da produção regular da empresa, foram utilizados neste estudo. Dois grupos distintos foram formados: grupo 1 recebeu em dose única uma combinação de vacinas contendo as cepas Massachusetts e BR-I, enquanto o grupo 2 recebeu apenas uma dose de vacina contendo a cepa Massachusetts. A vacinação ocorreu através da via de spray no primeiro dia de vida dos pintos, ainda no incubatório. Após a vacinação, ambos os grupos foram enviados aleatoriamente para as granjas de produção, onde foram criados seguindo as diretrizes de manejo e ambiência estabelecidas por cada empresa.

Amostras de sangue foram coletadas dos frangos quando estavam próximos à idade de abate, com um mínimo de 20 amostras por lote de frango. Essas amostras foram enviadas a laboratórios comerciais especializados em saúde animal, que são regularmente utilizados pelas empresas para o processamento e detecção de anticorpos anti-VBI por meio de ensaios de ELISA utilizando kits fornecidos pela empresa IDEXX®.

Após o abate dos lotes, os dados de desempenho zootécnico e condenações sanitárias, foram disponibilizados pelas empresas e posteriormente compilados na base de dados utilizando Excel.

4.3 Variáveis de desempenho zootécnico

As variáveis de desempenho zootécnico que foram utilizadas estão descritas a seguir:

- Peso ao abate (kg/ave), calculado dividindo-se o peso total do lote dividido pelo número de aves que chegaram ao abatedouro.
- Ganho de peso médio diário (gramas/ave), calculado dividindo-se o ganho de peso no período pelo número de dias correspondente.
- Conversão alimentar, determinada dividindo-se o consumo de ração (em kg) pelo peso total da carne (em kg) produzida pelo lote.
- A conversão alimentar corrigida (CAC), obtida subtraindo-se do valor da conversão alimentar real (CA) o resultado da diferença entre o peso médio (PM) e o peso padrão (PP), dividido pela constante 4.
- Taxa de mortalidade (%) durante todo o período de criação, correspondendo ao número de frangos mortos em relação ao número de frangos alojados.
- Taxa de mortalidade (%) tardia, correspondendo ao número de frangos mortos após os 35 dias de idade em relação ao número de frangos alojados.
- Taxa de mortalidade (%) durante o transporte até o abatedouro, correspondendo ao número de frangos mortos em relação ao número de frangos embarcados;
- Idade (dias) dos frangos ao abate;
- Número total de aves abatidas.

4.4 Variáveis de condenações sanitárias

Foram empregadas as taxas de condenações sanitárias registradas pelos serviços de inspeção federal que supervisionam as instalações de abate. Os critérios de condenação adotados estão detalhados no Manual de Procedimentos de Inspeção e Fiscalização de Aves e Derivados em Estabelecimentos sob Inspeção Federal (MAPA, 2023).

Foram requisitados os dados das taxas de condenação por aerossaculite total, aerossaculite parcial, colibacilose, caquexia e aspecto repugnante, visto que são condenações que podem estar associadas à quadros clínicos de bronquite infecciosa.

A taxa de condenação (%) é calculada dividindo o número de observações da lesão pelo número total de aves abatidas no lote.

4.5 Análise econômica

Para conduzir a análise econômica neste estudo, estimamos os custos de alimentação e os custos associados ao descarte de carne devido a condenações sanitárias no abatedouro para os dois grupos. Essas diferenças foram consideradas apenas quando as variáveis apresentaram diferença estatisticamente significativa na comparação das médias, avaliada através da análise de variância (ANOVA) com um nível de significância superior a 95%.

Os cálculos realizados para esta análise foram baseados em um lote de tamanho padrão, consistindo de 19.500 frangos por lote e um peso médio de 3 kg por ave. Esses valores foram escolhidos por refletirem as práticas comuns na indústria de produção de frangos na atualidade. Além disso, esses parâmetros estão alinhados com os padrões frequentemente utilizados pelo Centro de Inteligência de Aves e Suínos (CIAS) da EMBRAPA Suínos e Aves, uma fonte de referência para a estimativa de custos de produção de frango de corte na região (MIELE; SANDI, 2022).

Com o objetivo de promover uma análise abrangente e facilitar a compreensão das implicações econômicas das variações estatísticas identificadas, procedemos com a conversão dos valores para dólares americanos. Essa conversão proporciona uma perspectiva internacionalmente comparável dos resultados obtidos. Utilizamos como referência a média da taxa de câmbio do dólar norte-americano para a moeda local, com base nos registros fornecidos pelo Banco Central do Brasil durante os primeiros sete meses do ano de 2023.

4.5.1 Custo da alimentação

Para realizar essa estimativa, foi empregado o valor médio do custo da alimentação de frangos de corte, expresso em reais por quilograma de ração. Esses valores foram obtidos a partir do relatório de custos de produção específico para o estado do Paraná publicado pela CIAS da EMBRAPA SUINOS E AVES, tomando como referência o valor médio registrado durante os meses de janeiro a junho de 2023 (EMBRAPA SUINOS E AVES, 2023).

As informações publicadas pela EMBRAPA Suínos e Aves, tiveram como referências para os cálculos dos custos as seguintes características específicas: Lotes criados de frangos de corte em sistema de produção com aviário climatizado de 1.500 m², pressão positiva, lotes não

sexados (mistos), alojamento inicial de 19.500 pintos, densidade de 13 aves por metro quadrado, taxa de mortalidade média de 5,5%, peso final de 2.900 gramas, ganho de peso diário de 66,5 gramas, idade de abate de 43 dias e conversão alimentar de 1,7 quilograma de ração por quilograma de peso vivo. A taxa média de conversão alimentar de cada grupo foi utilizada como fator multiplicativo para o custo da ração previamente calculado, resultando no valor total de alimentação requerido para produzir 1 quilograma de peso vivo de frango. Esses valores foram extrapolados para representar o custo de alimentação de um frango de peso médio de 3 quilogramas e para um lote composto por 19.500 aves (MIELE; SANDI, 2022).

O custo da alimentação foi estimado seguindo fórmulas descritas a seguir:

$$\text{Custo da Alimentação por ave} = \text{Taxa de Conversão Alimentar Corrigida do grupo} * \text{Custo da Ração} * \text{Peso Vivo do Frango}$$

Onde:

"Custo de Alimentação" é o custo total da alimentação necessária para produzir um frango de determinado peso.

"Taxa de Conversão Alimentar Corrigida" é a taxa média do grupo para conversão alimentar corrigida para frangos de determinado peso.

"Custo da Ração" é o custo em reais por quilograma de ração extraído do CIAS (EMBRAPA SUINOS E AVES, 2023).

"Peso Vivo do Frango" refere-se ao padrão do peso médio do frango vivo no momento do abate, que é utilizado como ponto de referência de para comparação entre os grupos.

"Número de Aves por Lote" é o número de aves por lote (19.500 aves)."

$$\text{Custo da Alimentação por lote} = \text{Custo da Alimentação por ave} * \text{Número de Aves por Lote}$$

Onde:

"Custo de Alimentação" é o custo total da alimentação necessária para produzir um frango de determinado peso (3kg).

"Número de Aves por Lote" é o número de aves por lote (19.500 aves).

4.5.2 Custos com condenações sanitárias

4.5.2.1 Condenações totais

A metodologia adotada inicia com a estimativa do número de animais afetados em um lote padrão de 19.500 aves, com base nos resultados percentuais de condenações totais de cada “causa” (por exemplo: caquexia, colibacilose, aerossaculite total, etc). Para realizar essa estimativa, procedemos multiplicando os valores observados de condenação (%) em cada um dos dois grupos de estudo pelo número constante de 19.500. Essa abordagem visa normalizar os resultados, colocando ambos os grupos em uma base comum para possibilitar uma comparação. Posteriormente, o número de aves afetadas e descartadas estimado é multiplicado pelo valor médio da carcaça de frango resfriada, seguindo a média dos valores apontados pelo Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA) da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (Esalq) nos meses de janeiro a junho de 2023.

Número de Carcaças Condenadas Totalmente por “Causa” por lote padrão (NCCT por “causa”)

$$NCCT \text{ por } \textit{“causa”} = (\textit{Condenações Totais por “causa” no Grupo em \%} * 19,500)$$

Onde:

NCCT por “causa” representa o número de carcaças condenadas totalmente devidas determinada causa em um lote padrão de 19.500 aves.

Condenações Totais por “causa” no Grupo em % representa o percentual de condenações totais de carcaças observado no Grupo para cada “causa” (ex: aerossaculite total, caquexia, aspecto regugnante ou colibacilose).

19,500 é o número fixo de aves no lote padrão.

4.5.2.2 Condenações parciais por aerossaculite

Inicia-se com a estimativa do número de carcaças afetados em um lote padrão de 19.500 aves, com base nos resultados percentuais de condenações parcial devido à aerossaculite. Para realizar essa estimativa, procedeu-se a multiplicação dos valores observados de condenação parcial (%) em cada um dos dois grupos de estudo pelo número constante de 19.500. Essa abordagem visa a normalização dos resultados, colocando ambos os grupos em uma base comum para possibilitar uma comparação.

Número de carcaças acometidas por lote padrão (N)

$$N = (\text{Condenação parcial por Aerossaculite no Grupo em \%} * 19,500)$$

Onde:

N representa o número de carcaças afetados em um lote padrão de 19.500 aves.

Condenação parcial por aerossaculite no Grupo em % representa o percentual de carcaças condenadas parcialmente devido à aerossaculite observado no Grupo.

19,500 é o número fixo de aves no lote padrão.

No prosseguimento procedeu-se à estimativa do peso total das partes do frango que podem ser aproveitadas em casos de condenação parcial devido à aerossaculite, e, por diferença, determinou-se o peso das partes a serem descartadas da carcaça. Esses cálculos foram realizados com base em um frango de peso médio de 3 quilogramas (3kg). No contexto das condenações parciais atribuídas à aerossaculite em abatedouros, a legislação estipula o aproveitamento parcial da carcaça do frango, englobando as pernas completas, o peito sem osso e as asas, enquanto o restante da carcaça e os miúdos comestíveis, como coração, moela e fígado, são designados para descarte (MAPA, 2021). Para a realização dessa estimativa, utilizou-se os valores médios de rendimento de carcaças e miúdos obtidos a partir de dados coletados junto a empresas brasileiras durante o primeiro semestre de 2023, conforme relatório publicado pelo Agristats em outubro de 2023 (TABELA 1), sendo esses valores multiplicados por um fator fixo correspondente ao peso médio de 3kg do frango vivo.

Tabela 1 - Rendimentos Percentuais da Carcaça de Frangos no Estado do Paraná (Jan-Jun 2023).

Porção da Carcaça:	Rendimento (% da ave viva):
Carcaça Total	76,30
Peito sem osso	24,60
Asa inteira	8,40
Pernas inteiras	23,50
Fígado	1,23
Moela	0,91
Coração	0,46

Legenda: Os valores apresentados na tabela refletem os rendimentos percentuais da carcaça de frangos no Estado do Paraná, para o período de janeiro a junho de 2023, considerando o peso médio da ave de 3,130 kg observado no período. Os dados foram obtidos a partir de informações de empresas participantes do programa de benchmarking e analisadas e publicadas pela empresa Agristats (FERNANDES, 2023).

Partes Descartadas da Carcaça (PDC)

$$PDC \text{ (kg/ave)} = (PM * RTC \text{ em } \%) - PAC \text{ (kg)}$$

Onde:

Peso médio Frango = Peso médio padrão do frango (kg) estipulado na análise comparativa

RTC= Rendimento de Total da Carcaça em percentual.

PAC = Partes Aproveitadas da Carcaça em kgs por ave.

Partes Aproveitadas da Carcaça (PAC)

$$PAC \text{ (kg/ave)} = PM * (RP(\%) + RPN(\%) + RA (\%))$$

Onde:

PM = Peso médio padrão do frango, estipulado para análise comparativa

RP(%) = rendimento percentual de peito sem osso em relação ao peso vivo do frango

RPN (%) = rendimento percentual de pernas em relação ao peso vivo do frango

RA (%) = rendimento percentual de asas em relação ao peso vivo do frango

Para estimar o custo das perdas de miúdos, adotou-se uma abordagem baseada na multiplicação do percentual de rendimento médio de cada miúdo, nomeadamente moela, coração e fígado, pelo peso padrão do frango vivo, o qual foi estabelecido em 3 quilogramas (3kg). Os dados de rendimento médio utilizados foram obtidos a partir de relatórios referentes ao primeiro semestre de 2023 de abatedouros brasileiros, sendo esses valores publicados pelo Agristats.

Descarte de Miúdos (DC)

$$DC \text{ (kg/ave)} = PM * (RM \% + RF \% + RC\%)$$

Onde:

RM % (Rendimento de Moela) = rendimento percentual de moela em relação ao peso vivo do frango

RF % (Rend de Fígado) = rendimento percentual do fígado em relação ao peso vivo do frango

RC % (Rendimento de Coração) = rendimento percentual do coração em relação ao peso vivo do frango

PM = Peso médio padrão do frango, estipulado em para análise comparativa

Descarte Total (DT)

$$DT \text{ (kg/lote)} = N * (PDC + DM)$$

Onde:

N = representa o número de animais afetados em um lote padrão de 19.500 aves.

PDC = Partes Descartadas da Carcaça (kg/ave)

DM = Descarte de Miúdos (kg/ave)

Depois de calcular o peso das partes a serem descartadas, o próximo passo consistiu em multiplicar esse peso pelo valor médio de comercialização de cada uma dessas partes, conforme as informações disponíveis na plataforma de Safras&Mercados (PASQUA, D. D., 2023). Para a definição dos preços dos miúdos no atacado referentes ao mês de junho de 2023, bem como

os valores de mercado do frango resfriado, recorreu-se aos dados fornecidos pelo CEPEA, considerando a média ao longo dos meses de janeiro a junho de 2023 (CEPEA, 2023).

4.6 Análise Sorológica

No momento da realização das avaliações de campo, foi coletado sangue de no mínimo 20 aves de cada lote na idade mais próxima possível ao abate, com idade não inferior a 33 dias e não superior a 50 dias. Essas amostras foram dessoradas e os soros foram encaminhados para laboratórios de saúde animal amplamente reconhecidos e rotineiramente utilizados pelas empresas produtoras para a detecção e quantificação de anticorpos contra o Vírus da Bronquite Infecciosa, empregando o teste ELISA com o kit fornecido pela IDEXX Laboratories, Inc. Os resultados das análises sorológicas foram armazenados no banco de dados da Ceva Saúde Animal. Os dados de sorologia dos lotes incluídos neste estudo foram extraídos desse banco de dados e, posteriormente, tabulados em planilhas de Excel para fins de análise. Foram analisadas variáveis como o Título Geométrico Médio dos lotes, Coeficiente de Variação dos títulos sorológicos dos lotes e títulos sorológicos de cada animal, com o intuito de realizar análises estatísticas descritivas e testes de correlação com as variáveis de desempenho zootécnico e condenações sanitárias.

4.7 Análises estatísticas

Este é um estudo do tipo caso-controle retrospectivo. As variáveis de interesse serão comparadas entre os dois grupos por meio de testes paramétricos e não-paramétricos, de acordo com a natureza dos dados. Na análise das correlações lineares entre as variáveis de interesse, utilizamos uma matriz de correlação na qual aplicamos o coeficiente de correlação de Pearson. O nível de significância, p-valor, adotado foi de 0,05.

O conjunto de dados foi submetido à análise de critérios de informação de Akaike (AIC) e critério de informação bayesiano (BIC). Essa análise visou selecionar os modelos estatísticos mais apropriados para a explicação das variáveis dependentes em estudo. Dentre os modelos considerados, estão o modelo linear misto, o modelo linear de efeitos fixos e o modelo linear de efeitos randômicos. A escolha desses modelos visa a proporcionar uma compreensão mais profunda das relações entre as variáveis dependentes e independentes, explorando se outras variáveis independentes podem igualmente influenciar os resultados analisados.

Todas as análises estatísticas foram realizadas na linguagem Python.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a avaliação dos dados e a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão estabelecidos, este estudo analisou dados de 110 lotes de frangos de corte, representando um total de 2.350.630 aves produzidas ao longo do período de setembro de 2018 a fevereiro de 2021.

Os resultados de desempenho zootécnico dos lotes estudados foram analisados e estão apresentados na TABELA 2 e 11, separados por programa de vacinação. As tabelas incluem dados referentes à idade de abate, peso médio, ganho de peso diário, conversão alimentar real, conversão alimentar corrigida, mortalidade total, mortalidade no transporte, mortalidade após 35 dias, título sorológico (TGM), condenações por caquexia, condenações por aspecto regugnante, condenações por contaminação fecal e contaminação parcial por aerossaculite. Os valores médios, desvio padrão e tamanho da amostra (n) foram registrados para cada parâmetro, comparando os programas vacinais Grupo 1 (associação de vacinas cepa BR-I e Massachusetts) e Grupo 2 (apenas vacina cepa Massachusetts).

Nesse estudo foram realizadas análises utilizando diferentes critérios de informação AIC (Akaike's Information Criterion) e o BIC (Bayesian Information Criterion) para comparar modelos estatísticos. A TABELA 3 apresenta os resultados dessas análises, onde os valores das estatísticas AIC e BIC para cada variável estão destacados em negrito. Os valores mais baixos dessas estatísticas indicam os modelos que melhor se ajustam aos dados.

Tabela 2 - Resultados de desempenho zootécnico e sorologia dos lotes de frangos de corte, agrupados por programa de vacinal.

Parâmetro	Grupo 1 (BR-I + Massachusetts)			Grupo 2 (Massachusetts)			p-valor	Teste
	Média	Desvio Padrão	n	Média	Desvio Padrão	n		
Idade de Abate	44,83	3,20	53	46,70	3,75	57	0,006	Teste t
Peso Médio (Kg)	3,079	0,296	53	3,126	0,310	57	0,415	Teste t
Ganho de Peso Diário (gramas)	68,61	3,80	53	66,97	4,5	57	0,041	Teste t
Conversão Alimentar Real	1,702	0,070	53	1,757	0,077	57	0,000	Teste t
Conversão Alimentar Corrigida (3kg)	1,679	0,098	53	1,720	0,102	57	0,034	Teste t
Mortalidade Total (%)	6,21	2,75	43	5,598	2,63	47	0,285	Teste t
Mortalidade no Transporte (%)	0,227	0,384	43	0,441	0,870	20	0,177	Teste t
Mortalidade após 35 dias (%)	1,415	1,787	43	2,115	2,141	42	0,105	Teste t
Título Geométrico Médio (IBV)	1.254	820	53	1.852	1590	57	0,014	Test t com ajuste de variância
Coefficiente de Variação Sorologia (%)	79,43	18,67	53	71,38	28,05	57	0,078	Test t com ajuste de variância

Legenda: Resultados de desempenho zootécnico dos lotes de frangos de corte agrupados por programa vacinal. Os parâmetros analisados incluem idade de abate, peso médio, ganho de peso diário, conversão alimentar real, conversão alimentar corrigida (considerando 3 kg), mortalidade total, mortalidade no transporte, mortalidade após 35 dias, título geométrico médio (IBV) e coeficiente de variação na sorologia. Os valores médios, desvio padrão e tamanho das amostras são apresentados para cada grupo, juntamente com os resultados dos teste t independente ou teste t independente ajustado para variância. O valor de p indica a significância estatística das diferenças entre os grupos.

Tabela 3 - Resultados dos Critérios de Informação AIC (Akaike's Information Criterion) e o BIC (Bayesian Information Criterion) para Modelos Estatísticos

	AIC	BIC	AIC	BIC	AIC	BIC
Estatística:	Misto	Misto	Fixo	Fixo	Aleatório	Aleatório
Variável						
Modelo:						
Idade de Abate	511	538	535	549	546	557
TGM	1784	1811	1890	1904	1868	1878
Peso Médio	1395	1430	1547	1566	1500	1519
Ganho de Peso Diário	569	604	624	643	620	638
Mortalidade Após 35 dias	352	372	350	359	357	366
Mortalidade Final	428	448	428	438	433	443
CA Real	-255	-220	-286	-267	-247	-228
C.A.A (3,000 KG)	-189	-154	-219	-200	-183	-164
Mortalidade Durante o Transporte	-	-	106	114	117	125
Condenação Sanitária por:						
Contaminação fecal	87	91	82	84	87	91
Caquexia	-80	-76	-100	-97	-80	-76
Aspecto Repugnante	-27	-22	-41	-39	-27	-22
Aerossaculite Parcial	331	348	339	348	342	351

Legenda: A tabela apresenta os resultados dos critérios de AIC e BIC para diferentes modelos estatísticos. Os valores mais baixos do AIC e BIC indicam os modelos que oferecem um melhor ajuste aos dados observados para cada variável. Esses resultados auxiliam na seleção do modelo mais adequado para cada caso, considerando o equilíbrio entre a complexidade do modelo e a qualidade do ajuste aos dados.

5.1 Variáveis de desempenho zootécnico e condenações sanitárias

5.1.1 Peso médio

O peso médio ao abate dos lotes avaliados neste estudo foi de $3,103 \pm 302,757$ kg por ave, evidenciando uma média de abate superior àquela reportada pelo IBGE para o estado do Paraná nos anos de 2019 a 2021, que foi de 2,300 kg por ave (IBGE,2023). Essa diferença de 0,800 kg por ave pode ser atribuída ao fato de o estado do Paraná realizar um abate volumoso de aves jovens destinadas à produção de "griller", com aproximadamente 0,800 a 1,200 kg por ave, o que reduz a média do peso ao abate no estado (AGÊNCIA ESTADUAL DE NOTÍCIAS, 2021). No entanto, as empresas avaliadas neste estudo têm foco na produção de frangos pesados, destinados principalmente à produção de cortes (ex: peito, pernas, asas, etc) que resulta em uma média de peso ao abate mais elevada. Os padrões de peso para as linhagens Cobb500 e RossAP308 aos 44 dias de abate são de 3,490 kg e 3,291 kg, respectivamente, para lotes mistos (COBB, 2022; AVIAGEM, 2022).

O grupo 1 apresentou uma média de $3,079 \pm 0,296$ kg para o peso ao abate, enquanto o grupo 2 registrou uma média de $3,126 \pm 0,310$ kg, não foi observado diferença estatística significativa (p-valor = 0,4151) entre os grupos. Chacon et al (2018) observou uma diferença de 160 gramas de por ave abatida em favor de lotes comerciais de frango de corte vacinados combinação de vacinas cepa BR-I e Massachusetts, quando comparados a lotes vacinados apenas com vacina com cepa Massachusetts.

Para a variável Peso Médio, o modelo estatístico que melhor se ajustou foi o modelo de regressão linear misto (TABELA 3).

O coeficiente estimado para o intercepto foi de 2.747,27 kg . Por outro lado, a variável "Programa Vacinal" para a categoria "Massachusetts" apresenta um coeficiente estimado de -70,79 gramas, com um erro padrão de 102,3 e um valor-p de 0.436, o que não é estatisticamente significativo ($p > 0.05$). Em resumo, os resultados sugerem que o peso médio não foi influenciado de forma substancial pelo programa vacinal, pela empresa e sexo. A maior parte da variabilidade no peso médio é explicada por outros fatores não incluídos no modelo (TABELA 4).

Tabela 4 - Resultados do modelo de regressão linear misto para a variável peso médio

	Coefficiente	Erro Padrão	Valor-p
Intercepto	2747.267		
- Programa Vacinal Massachusetts	-79.718	102.304	0.436
- Empresa C	241.895		
- Empresa B	205.360		
- Empresa D	479.733		
Fêmea	141.679		
Macho	152.066		
Misto	75.667	282.800	0.789
Massachusetts x Empresa C	248.095	126.591	0.050
Massachusetts x Empresa B	-55.556		
Massachusetts x Empresa D	126.651	159.069	0.426

Legenda: Essa tabela apresenta os coeficientes estimados, erros-padrão, valores-p para cada termo do modelo de regressão linear misto. O intercepto representa a média esperada da variável de resposta "Peso Médio" quando todas as variáveis independentes são iguais a zero. Os coeficientes para as categorias das variáveis "Programa Vacinal" e "Empresa" indicam a diferença em relação à categoria de referência (no caso, "BR-I + Massachusetts" e "Empresa A", respectivamente).

5.1.2 Ganho de peso diário

O ganho de peso diário das aves foi analisado e constatou-se que o Grupo 1 apresentou uma média de $68,61 \pm 3,8$ gramas por dia, enquanto o Grupo 2 registrou uma média de $66,97 \pm 4,5$ gramas por dia, essa diferença foi estatisticamente significativa (p -valor = 0,040774).

A falta de proteção contra a bronquite infecciosa já foi associada a impactos negativos no ganho de peso de frangos de corte, como evidenciado em estudos anteriores (Chacon et al., 2018; Assayag et al., 2012). Esses trabalhos destacaram a importância da imunização adequada contra essa doença viral na avicultura, uma vez que a ausência de proteção pode resultar em prejuízos significativos no desenvolvimento e no desempenho dessas aves. Os resultados desses autores estão em consonância com os achados desse trabalho.

Para a variável GPD, o modelo estatístico que melhor se ajustou foi o modelo de regressão linear misto (TABELA 3).

O intercepto estimado foi de 72,34 gramas, indicando o valor esperado da variável dependente quando todas as variáveis independentes são iguais a zero (TABELA 5) .

Entre as variáveis independentes, o programa vacinal "Massachusetts" apresenta um coeficiente positivo de -1.487, sem significância estatística (p-valor = 0.414). Empresa, sexo e suas combinações não apresentaram efeito significativo no GPD.

Os resultados referentes ao GPD obtidos por meio do teste t e do modelo estatístico linear misto apresentaram divergências. No modelo estatístico linear misto, não se observou uma diferença estatística entre os programas vacinais, e o modelo não conseguiu identificar influências significativas das outras variáveis, sexo e empresa, sobre a variável resposta GPD. No entanto, quando se utilizaram os modelos de efeito linear fixo, observou-se uma diferença estatística significativa entre os programas vacinais (p-valor igual a 0,048), enquanto não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas para a associação das variáveis sexo e empresa com o GPD. O modelo de efeito randômico corroborou esses resultados, confirmando a significância estatística da variável programa vacinal (p-valor = 0,045) e a ausência de significância para as variáveis sexo e empresa. Importante ressaltar que o modelo de escolha de modelos indicou o modelo de efeito misto para estudo de variável (TABELA 5).

Tabela 5 - Resultados do Modelo de Regressão Linear Misto para a Variável Ganho de Peso Diário.

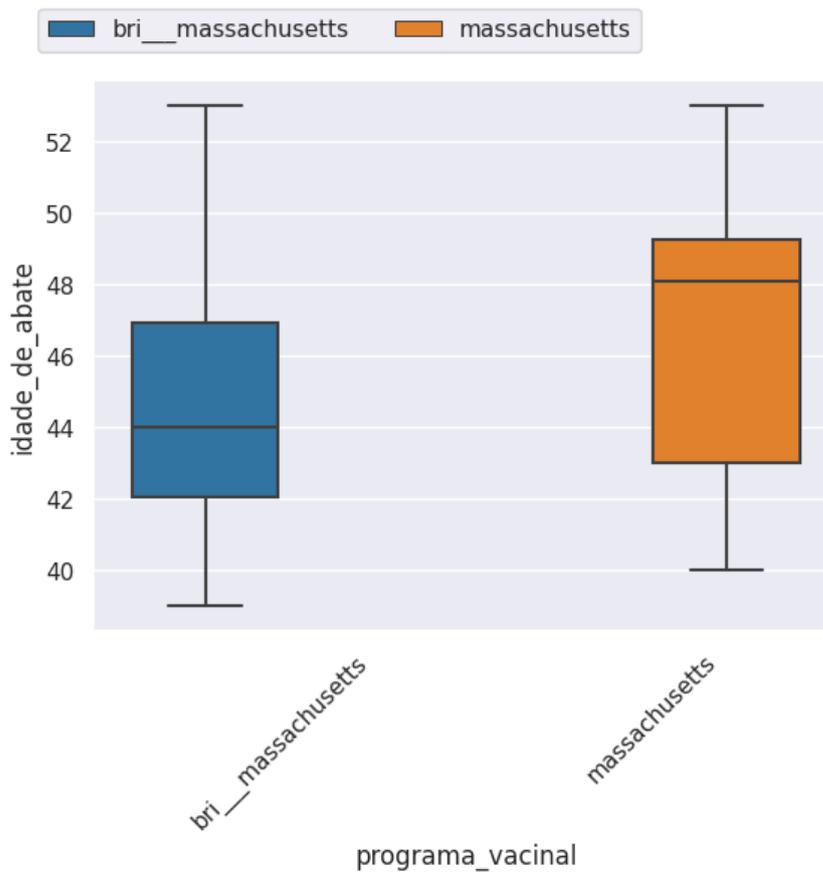
	Coeficiente	Erro Padrão	Valor-p
Intercepto	72.341		
- Massachusetts	-1.487	1.820	0.414
- Empresa C	-6.716		
- Empresa B	-1.336	137.214	0.992
- Empresa D	-4.121		
Fêmea	-1.576		
Macho	-3.237		
Misto	1.966	3.908	0.615
Massachusetts x Empresa C	-0.765	2.294	0.739
Massachusetts x Empresa B	-0.374		
Massachusetts x Empresa D	1.728	1.027	0.093
Variância do Grupo	2040.032		

Legenda: Essa tabela apresenta os coeficientes estimados, erros-padrão, valores-p para cada termo do modelo de regressão linear misto. O intercepto representa a média esperada da variável de resposta "Ganho de Peso Diário" quando todas as variáveis independentes são iguais a zero. Os coeficientes para as categorias das variáveis "Programa Vacinal" e "Empresa" indicam a diferença em relação à categoria de referência (no caso, "BR-I + Massachusetts" e "Empresa A", respectivamente).

5.1.3 Idade média de abate

A idade média de abate dos lotes estudados foi de 45,79 dias, conforme representado na FIGURA 3. Verificou-se que os lotes do Grupo 1 foram abatidos com uma média de idade de $44,83 \pm 3,20$ dias, enquanto no Grupo 2 a média de idade de abate foi de $46,70 \pm 3,75$ dias. A diferença significativa (p -valor=0,0059) na idade de abate entre os dois grupos indica que os lotes do Grupo 1 foram abatidos, em média, 1,87 dias mais cedo em relação ao Grupo 2.

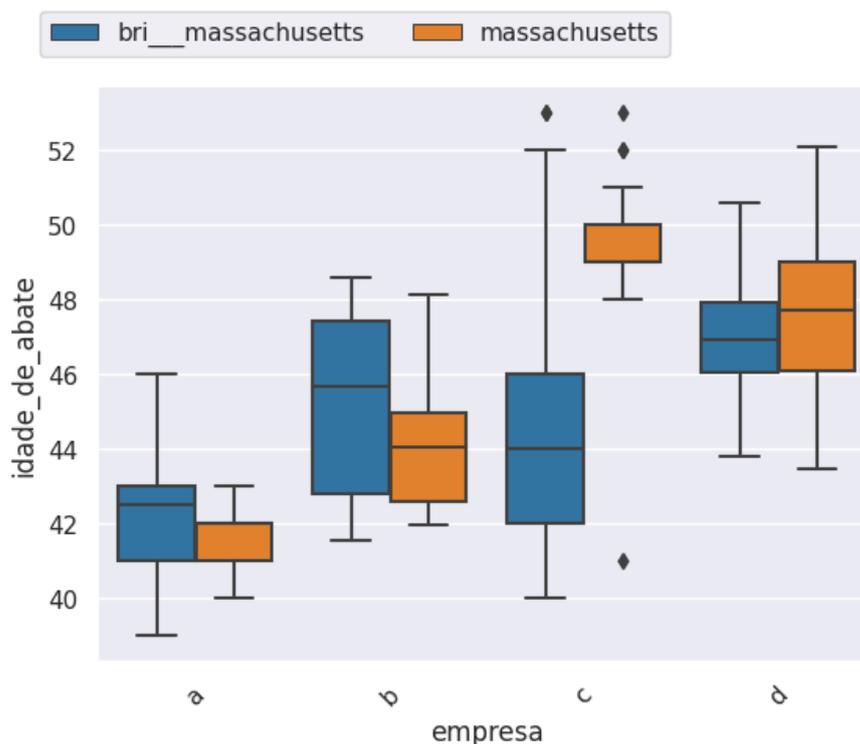
Figura 3 - Boxplot da Idade Média dos Lotes ao Abate



Observou-se que o lote com menor idade de abate foi de 39 dias (pertencente à empresa A), enquanto o lote com maior idade de abate foi de 53 dias (pertencente à empresa C). A distribuição das idades de abate entre as empresas e programas vacinais podem ser observados na FIGURA 4.

A idade de abate é influenciada pelo desempenho dos lotes, pois lotes com um bom desenvolvimento têm a capacidade de atingir o peso desejado precocemente, permitindo assim o abate em idades mais jovens. Nesse contexto, a diferença observada na idade de abate pode ser atribuída ao bom desenvolvimento dos lotes do Grupo 1, uma vez que os resultados relacionados ao ganho de peso e peso ao abate também evidenciam um desempenho superior para esse grupo. A antecipação do abate em lotes mais jovens pode ser um indicativo de eficiência produtiva.

Figura 4 - Boxplot da Idade Média dos Lotes ao Abate por Empresa (A, B, C, D).



Para a variável Idade de Abate, o modelo estatístico que melhor se ajustou foi o modelo de regressão linear misto (Tabela 3).

A análise de regressão linear mista revelou que o intercepto estimado para a variável Idade de abate é de 42,25 dias. Isso indica que, quando todas as variáveis independentes são iguais a zero, a idade média de abate é esperada seria aproximadamente 42,25 dias (Tabela 6).

Observa-se que a variável Programa Vacinal Massachusetts não apresentou um efeito significativo na idade de abate, uma vez que seu coeficiente estimado é -0.558 com um valor-p de 0.567. As variáveis empresa C, empresa B e empresa D não mostraram efeitos significativos na idade de abate, embora a significância estatística seja marginal para a empresa C (valor-p de 0.052). Quando a empresa é a C e o programa vacinal é o Massachusetts, o coeficiente estimado para essa interação foi de 5,002 dias. Isso significa que, espera-se um aumento médio de 5 dias na idade de abate em relação à referência. O valor-p associado à interação é de 0,000, indicando que é estatisticamente significativo. Isso significa que a probabilidade de observar um efeito tão grande ou maior na idade de abate, apenas por acaso, é muito baixa.

TABELA 6 - Resultados do Modelo de Regressão Linear Misto para a Variável Idade ao abate.

	Coefficiente	Erro Padrão	Valor-p
Intercepto	42.250	1.659	0.000
Programa Vacinal			
- Massachusetts	-0.558	0.975	0.567
Empresa			
- C	2.750	1.417	0.052
- B	3.028	2.597	0.244
- D	4.789	3.344	0.152
Programa Vacinal x Empresa			
- Massachusetts x Empresa C	5.002	1.218	0.000
- Massachusetts x Empresa B	-0.546	1.515	0.718
- Massachusetts x Empresa D	1.064	1.462	0.467
Variância do Grupo	5.937		

Legenda: Essa tabela apresenta os coeficientes estimados, erros-padrão, valores-p para cada termo do modelo de regressão linear misto. O intercepto representa a média esperada da variável de resposta "Idade ao Abate" quando todas as variáveis independentes são iguais a zero. Os coeficientes para as categorias das variáveis "Programa Vacinal" e "Empresa" indicam a diferença em relação à categoria de referência (no caso, "BR-I + Massachusetts" e "Empresa A", respectivamente).

5.1.4 Conversão alimentar corrigida

O Grupo 1 registrou uma CA média de $1,702 \pm 0,070$, enquanto o Grupo 2 apresentou uma CA média de $1,757 \pm 0,757$ (p-valor = 0,000168). Quando a conversão alimentar foi corrigida para uma base de 3 kg, o Grupo 1, composto por lotes de frangos vacinados com a combinação de vacinas (BR-I + Massachusetts), apresentou uma média de Conversão Alimentar Corrigida (CAC) de $1,679 \pm 0,098$. Em contraste, o Grupo 2 registrou uma média de CAC de $1,720 \pm 0,102$. Essa diferença significativa (p-valor = 0,000168) de 0,04 pontos na CAC representa aproximadamente 40 gramas de ração por cada kg de frango abatido. Esses resultados corroboram com o estudo conduzido por Assayag et al. (2012), que também

encontrou maiores resultados de conversão alimentar em lotes desafiados com bronquite infecciosa e que receberam apenas vacinas contendo a cepa Massachusetts. O autor observou um incremento de 0,080 gramas na conversão alimentar real por kg de frango produzido.

A conversão alimentar corrigida para 3kg para lotes de frangos de corte não sexados apontada pelas genéticas Cobb500 e Ross AP308 são, 1,452 e 1,468, respectivamente (COBB, 2022; AVIAGEN, 2022). Esses valores referência de conversão alimentar corrigida das linhagens foram obtidos por meio de cálculo de correção tendo como base os valores de performance de peso, e conversão alimentar de lotes mistos com 46 dias de idade descritos nos manuais das duas linhagens. Um levantamento da empresa Agristats aponta que a conversão média corrigida para 3kg em lotes mistos das empresas do estado do Paraná foi em média 1,720 no primeiro semestre de 2023 (FERNANDES, 2023). Vale ressaltar que a fórmula de ajuste usada pela Agristats não é aberta, logo a comparação direta dos resultados não pode ser feita.

CHACÓN *et al.* (2018) relataram perdas médias na conversão alimentar que variaram de 8 a 199 gramas em um estudo com nove empresas brasileiras produtoras de frango de corte.

Para a variável CAC, o modelo estatístico que melhor se ajustou foi o modelo de regressão linear fixo (Tabela 3).

O intercepto estimado foi de 1.710, indicando o valor esperado da variável dependente quando todas as variáveis independentes são iguais a zero (TABELA 7).

Entre as variáveis independentes, o programa vacinal "Massachusetts" apresenta um coeficiente positivo de 0.04, o que indica um aumento na variável dependente quando esse programa vacinal está presente, com significância estatística (p-valor=0.024). Somente a combinação da empresa D com lotes mistos apresentou um efeito significativo sobre a conversão alimentar corrigida, com redução -0.138 pontos quando esta associação está presente (p-valor = 0.000) (TABELA 7).

Tabela 7 - Resultados do Modelo de Regressão Linear Fixo para a Variável Conversão Alimentar Corrigida para 3kg.

	Coefficiente	Erro Padrão	Valor-p
Intercepto	1.7091	0.019	0.000
- Programa Vacinal	0.0388	0.017	0.024
Massachusetts			
- Empresa C x Misto	-0.0020	0.022	-0.045
- Empresa B x Fêmea	-0.0343	0.031	0.277
- Empresa B x Macho	0.0019	0.036	0.958
- Empresa D x Fêmea	-0.1275	0.089	0.155
- Empresa D x Misto	-0.1377	0.026	0.000

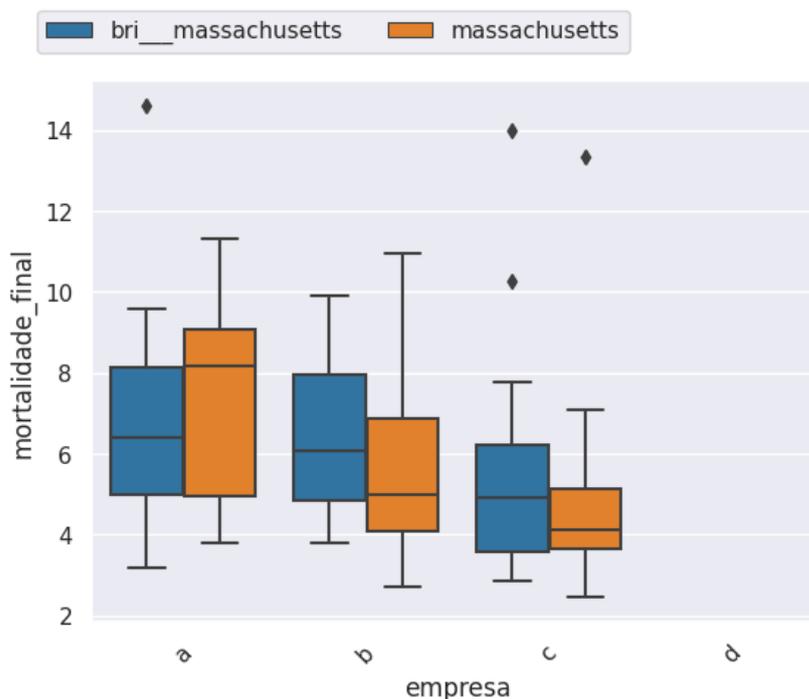
Legenda: Essa tabela apresenta os coeficientes estimados, erros-padrão, valores-p para cada termo do modelo de regressão linear fixo. O intercepto representa a média esperada da variável de resposta "Conversão Alimentar Corrigida (3.0Kgs)" quando todas as variáveis independentes são iguais a zero. Os coeficientes para as categorias das variáveis "Programa Vacinal" e "Empresa" indicam a diferença em relação à categoria de referência (no caso, "BR-I + Massachusetts" e "Empresa A", respectivamente).

5.1.5 Mortalidade total

A taxa média de mortalidade total nos lotes estudados foi de $5,89\% \pm 2,69\%$. No Grupo 1, a taxa média de mortalidade total foi de $6,21\% \pm 2,75\%$, enquanto no Grupo 2 foi de $5,598\% \pm 2,63\%$. Não foi observada diferença estatística significativa entre os grupos. É importante ressaltar que ambos os grupos apresentaram taxas de mortalidade dentro de uma faixa comumente encontradas nas empresas brasileiras atualmente. A Agristats apontou uma mortalidade média de $6,64\%$ no primeiro semestre 2023 em seus relatórios de relatórios (FERNANDES, 2023).

Devido a inconsistências nos registros, os dados relativos à taxa de mortalidade da empresa D não foram incluídos na análise.

Figura 5 - Boxplot da Taxa de Mortalidade Total dos Lotes ao Abate por Empresa (A, B, C, D).



Para a variável mortalidade total, o modelo estatístico que melhor se ajustou foi o modelo de regressão linear fixo (Tabela 3).

O coeficiente de intercepto estimado é de 7,47%, o que indica que, quando todas as variáveis independentes são iguais a zero, espera-se um valor médio de 7,47% para a variável dependente Mortalidade Final (TABELA 8).

O coeficiente para a variável Programa Vacinal Massachusetts foi estimado em -0.4609, indicando uma relação negativa não significativa com a mortalidade final total ($p = 0.400$). Por outro lado, as empresas C e B apresentaram coeficientes estimados de -2.17% e -1.06%, respectivamente. Esses resultados sugerem que a presença da empresa C está associada a uma diminuição em 2,17% da mortalidade final total, com significância estatística ($p = 0.001$), enquanto a empresa B também apresenta uma tendência de redução da mortalidade final total, embora não seja estatisticamente significativa ($p = 0.176$).

Esses resultados sugerem que a empresa C pode ter implementado medidas ou práticas que contribuam para uma redução significativa na mortalidade final total, enquanto a empresa B pode ter tido um efeito menos pronunciado, mas ainda assim positivo. No entanto, é importante ressaltar que o modelo possui um baixo ajuste e outros fatores não incluídos no modelo podem influenciar a mortalidade final total.

Os dados de mortalidade no transporte da empresa D não foram coletados, por essa razão não foram incluídas nessa análise.

Tabela 8 - Resultados do Modelo de Regressão Linear Fixo para a Variável Mortalidade Final.

	Coefficiente	Erro Padrão	Valor-p
Intercepto	7.4662	0.583	0.000
Programa Vacinal			
- Massachusetts	-0.4609	0.545	0.400
Empresa			
- C	-2.1731	0.634	0.001
- B	-1.0643	0.779	0.176

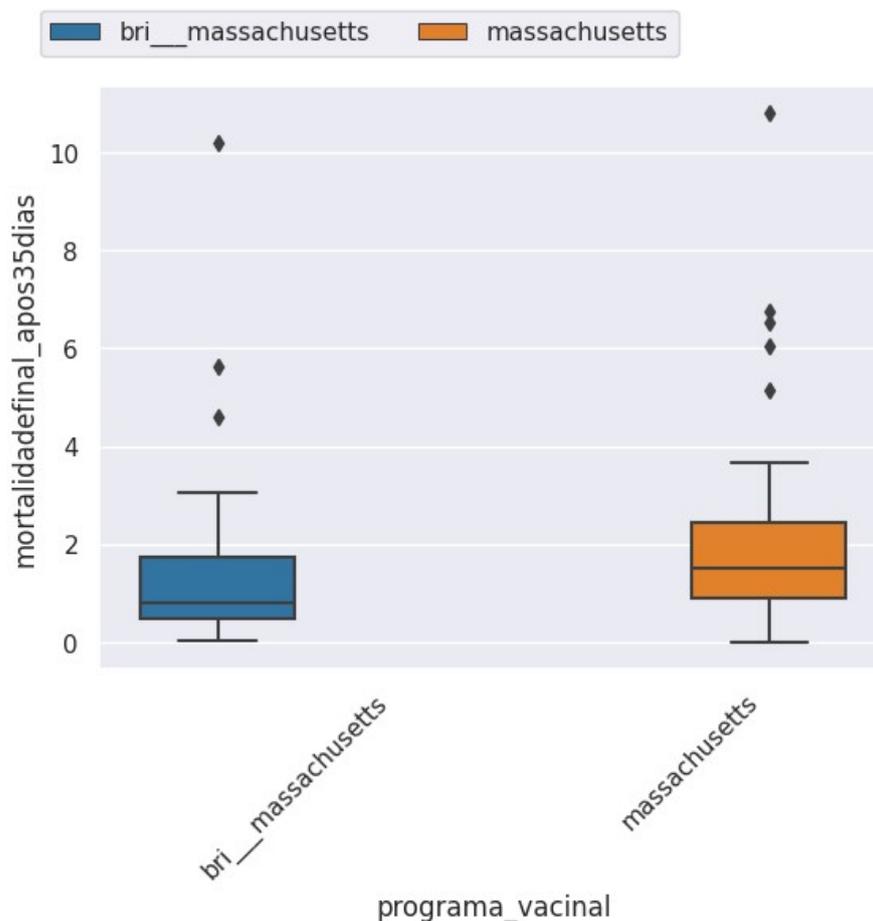
Legenda: Essa tabela apresenta os coeficientes estimados, erros-padrão, valores-p para cada termo do modelo de regressão linear fixo. O intercepto representa a média esperada da variável de resposta "Mortalidade Final" quando todas as variáveis independentes são iguais a zero. Os coeficientes para as categorias das variáveis "Programa Vacinal" e "Empresa" indicam a diferença em relação à categoria de referência (no caso, "BR-I + Massachusetts" e "Empresa A", respectivamente).

5.1.6 Mortalidade tardia (após 35 dias)

Ao analisarmos a taxa de mortalidade tardia, que corresponde à mortalidade registrada após os 35 dias de idade do lote, observamos que o Grupo 1 apresentou uma taxa de mortalidade tardia de $1,41\% \pm 1,787$, enquanto o Grupo 2 registrou uma taxa de $2,11\% \pm 2,14$ (FIGURA 6), não foi observado diferença estatística (p -valor = 0,105208).

Conforme dados divulgados pela empresa Agristats, a média de mortalidade registrada após 35 dias nas empresas avícolas do estado do Paraná foi de 0,73% (FERNANDES, 2023), evidenciando valores substancialmente inferiores aos observados nos dois grupos avaliados neste estudo.

Figura 6 - Boxplot da taxa de mortalidade tardia, acima de 35 dias de idade.



Para a variável mortalidade após 35 dias, o modelo estatístico que melhor se ajustou foi o modelo de regressão linear fixo (TABELA 3).

A análise de regressão linear de efeito fixo revelou que o intercepto estimado para a variável é 2,57 %. Isso indica que, quando todas as variáveis independentes são iguais a zero, a mortalidade após 35 dias esperada seria aproximadamente 2,57 % (TABELA 9).

A variável "programa_vacinal" não mostrou um efeito estatisticamente significativo na mortalidade final, indicando que a escolha do programa de vacinação em Massachusetts não parece impactar significativamente a mortalidade. Por outro lado, as variáveis relacionadas à empresa ("empresa") apresentaram um efeito significativo. A empresa "C" teve um impacto negativo na mortalidade final, reduzindo-a em média 1.6147 unidades, enquanto a empresa "B" também teve um impacto negativo, reduzindo a mortalidade em 1.5763 unidades. No geral, esse modelo sugere que a da empresa tem um impacto mais substancial na mortalidade final em comparação com o programa de vacinação em Massachusetts.

Tabela 9 - Resultados do Modelo de Regressão Linear de efeito para a Variável Mortalidade após 35 dias.

	Coefficiente	Erro Padrão	Valor-p
Intercepto	2.5686	0.425	0.000
Programa Vacinal			
- Massachusetts	0.6550	0.405	0.109
Empresa			
- C	-1.6147	0.469	0.001
- B	-1.5763	0.566	0.007

Legenda: Essa tabela apresenta os coeficientes estimados, erros-padrão, valores-p para cada termo do modelo de Regressão Linear de Mínimos Quadrados Ordinários (efeito fixo). O intercepto representa a média esperada da variável de resposta "Mortalidade após 35 dias" quando todas as variáveis independentes são iguais a zero. Os coeficientes para as categorias das variáveis "Programa Vacinal" e "Empresa" indicam a diferença em relação à categoria de referência (no caso, "BR-I + Massachusetts" e "Empresa A", respectivamente).

5.1.7 Mortalidade no transporte

A taxa média de mortalidade no transporte do lotes estudados foi de $0,295\% \pm 0,585$, no Grupo 1 a taxa foi de $0,227 \pm 0,384$, enquanto no Grupo 2 registrou-se uma média de $0,441\% \pm 0,870$, no foi observado diferença estatística significativa (p-valor = 0,177104). É importante destacar que esses dados devem ser interpretados com cautela devido ao tamanho reduzido da amostra, especialmente no Grupo 2, que possui apenas 20 registros.

Diversos fatores como: peso das aves, temperatura ambiental, tempo de transporte, podem influenciar a taxa de mortalidade durante o transporte das aves até o abatedouro. Um desses fatores é a densidade de transporte, ou seja, a quantidade de animais acondicionados por caixa de transporte. O aumento da densidade visa otimizar o uso de caminhões e reduzir custos, porém, altas densidades resultam em maior produção de calor no interior das caixas, o que pode dificultar a troca de calor pelas aves, levando ao estresse e até mesmo à morte (BARBOSA FILHO, 2008; DELEZIE et al., 2007).

É importante considerar que aves com quadros de infecção pelo vírus da bronquite infecciosa podem apresentar quadros febris e desequilíbrio hidroeletrólítico devido aos efeitos renais provocados pelo vírus (CHACÓN et al., 2014; VILLARREAL et al., 2007a,b; JACKWOOD, M. W.; DE WIT, S., 2013). Nesses casos, animais enfermos mostram-se mais sensíveis a essas condições desafiadoras, podendo resultar em maior taxa de mortalidade durante o transporte.

Para a variável Mortalidade no Transporte, o modelo estatístico que melhor se ajustou foi o modelo de regressão linear fixo (TABELA 3).

No modelo de regressão linear fixo, para a variável "Mortalidade Durante o Transporte", o intercepto encontrado foi de 0.0454. Isso indica o valor esperado da variável dependente quando todas as outras variáveis independentes são iguais a zero. No entanto, como o valor-p associado foi de 0.745, indica que não há significância estatística (TABELA 10).

Não foram encontradas evidências significativas de que a variável programa vacinal Massachusetts (valor-p = 0.202) e a variável empresa C (valor-p = 0.656) tenham efeitos significativos na mortalidade no transporte. No entanto, para a empresa B, foi encontrado um coeficiente de 0.5168, indicando um aumento estatisticamente significativo na mortalidade quando essa empresa está presente (valor-p = 0.003) (TABELA 9). Os dados de mortalidade no transporte da empresa D não foram coletados, por essa razão não foram incluídas nessa análise.

Tabela 10 - Resultados do Modelo de Regressão Linear Fixo para a Variável Mortalidade no Transporte.

	Coefficiente	Erro Padrão	Valor-p
Intercepto	0.0454	0.139	0.745
Programa Vacinal			
- Massachusetts	0.2149	0.166	0.202
Empresa			
- C	0.0836	0.187	0.656
- B	0.5168	0.167	0.003

Legenda: Essa tabela apresenta os coeficientes estimados, erros-padrão, valores-p para cada termo do modelo de regressão linear fixo. O intercepto representa a média esperada da variável de resposta "Mortalidade no Transporte" quando todas as variáveis independentes são iguais a zero. Os coeficientes para as categorias das variáveis "Programa Vacinal" e "Empresa" indicam a diferença em relação à categoria de referência (no caso, "BR-I + Massachusetts" e "Empresa A", respectivamente).

5.1.8 Condenações sanitárias

Os resultados obtidos deste estudo revelaram que, ao empregar o teste não paramétrico Teste U de Mann-Whitney para comparação entre os grupos, não foram identificadas diferenças estatisticamente significativas para as variáveis Condenação por Contaminação Fecal (p-valor = 0,2107) e Condenação por Caquexia (p-valor = 0,8420). Por outro lado, a variável Condenação por Aspecto Repugnante demonstrou uma diferença estatística significativa quando submetida ao mesmo teste (TABELA 11). No entanto, é importante salientar que o número limitado de lotes em cada grupo pode impactar a capacidade de detecção de possíveis diferenças que poderiam ser associadas aos distintos programas vacinais.

Na comparação entre os grupos, conduzida através do teste paramétrico, teste t, para avaliar a variável de Condenação Parcial por Aerossaculite, não foram identificadas diferenças estatisticamente significativas. Os resultados indicam que, no que diz respeito a essa variável, os diferentes programas vacinais aplicados nos grupos não produziram um impacto estatisticamente discernível nas taxas de condenação devido à aerossaculite parcial (TABELA 11).

Os achados de Assayag (2007b) são esclarecedores quanto à relação complexa entre a aerossaculite, a presença do vírus BR-I. O autor observou uma falta de proteção eficaz oferecida pelas vacinas do tipo Massachusetts em relação à aerossaculite. Além disso, o autor aponta que as taxas de condenações por aerossaculite variam ao longo do ano, sugerindo uma correlação com fatores sazonais e outros elementos não diretamente relacionados ao programa vacinal. Essa constatação destaca a complexidade da variável "condenação por aerossaculite" e a importância de reconhecer as limitações de certos testes para explicar a relação entre essa variável e fatores independentes, como o programa vacinal. Portanto, abordagens estatísticas mais robustas e análises abrangentes são necessárias para compreender a relação entre essas variáveis.

Tabela 11 - Resultados de condenações sanitárias dos lotes de frangos de corte, agrupados por programa de vacinal.

Parâmetro	Grupo 1 (BR-I + Massachusetts)			Grupo 2 (Massachusetts)			p-valor	Teste
	Média	Desvio Padrão	n	Média	Desvio Padrão	n		
Condenação Contaminação Fecal	1,92	1,12	12	2,46	1,26	13	0,211	Teste U de Mann-Whitney
Condenação Caquexia	0,022	0,029	12	0,03	0,034	13	0,842	Teste U de Mann-Whitney
Condenação Aspecto Repugnante	0,093	0,075	12	0,208	0,121	13	0,0141	Teste U de Mann-Whitney
Condenação Parcial Por Aerossaculite	0,268	0,383	34	1,951	5,033	30	0,0563	Teste t

Legenda: Os parâmetros analisados incluem Condenação por contaminação fecal, condenação por caquexia, condenação por aspecto repugnante e condenação parcial por aerossaculite. Os valores médios, desvio padrão e tamanho das amostras são apresentados para cada grupo, juntamente com os resultados do teste t ou teste U independente. O valor de p indica a significância estatística das diferenças entre os grupos.

Para a variável condenação parcial por aerossaculite, o modelo estatístico que melhor se ajustou foi o modelo de regressão linear misto (Tabela 3).

O coeficiente de intercepto foi estimado em 0.585%, indicando o valor médio da condenação parcial por aerossaculite quando todas as outras variáveis independentes são zero. O programa vacinal Massachusetts apresentou um coeficiente de 3,713%, com um erro padrão de 1,299% e um valor-p de 0,004. Isso indica que o programa vacinal Massachusetts tem um efeito estatisticamente significativo e positivo sobre a condenação parcial por aerossaculite. O significa em termos práticos que, quando esse programa vacinal esteve presente, os índices de condenação sanitária por aerossaculite aumentaram (TABELA 12).

Tabela 12 - Resultados do Modelo de Regressão Linear Misto para a Variável Condenação Parcial por Aerossaculite.

	Coeficiente	Erro Padrão	Valor-p
Intercepto	0,585	0,688	0,395
- Programa Vacinal Massachusetts	3,713	1,299	0,004
- Empresa B	-0,580	3,469	0,867
- Empresa D	-0,382	3,589	0,915
- Massachusetts x Empresa B	-3,709	2,017	0,066
- Massachusetts x Empresa D	-3,660	1,948	0,060
Variância do Grupo	10,528		

Legenda: Essa tabela apresenta os coeficientes estimados, erros-padrão, valores-p para cada termo do modelo de regressão linear misto. O intercepto representa a média esperada da variável de resposta "Condenação Parcial por Aerossaculite" quando todas as variáveis independentes são iguais a zero. Os coeficientes para as categorias das variáveis "Programa Vacinal" e "Empresa" indicam a diferença em relação à categoria de referência (no caso, "BR-I + Massachusetts" e "Empresa A", respectivamente).

Por outro lado, as empresas B e D apresentaram coeficientes de -0.580 e -0.382%, respectivamente, com erros padrão de 3,469 e 3,589%. No entanto, os valores-p para ambas as empresas não foram significativos (p-valor = 0.867 para empresa B e 0.915 para empresa D), o que sugere que essas empresas não têm um efeito estatisticamente significativo na condenação parcial por aerossaculite. Além disso, as interações entre o programa vacinal Massachusetts e

as empresas B e D apresentaram coeficientes de -3,709 e -3,660%, com erros padrão de 2,017 e 1,948%, respectivamente. Essas interações não atingiram significância estatística (valores-p de 0,066 e 0,060, respectivamente) (TABELA 12).

Os dados de condenação parcial por aerossaculite da empresa C não foram coletados, por essa razão não foram incluídas nessa análise.

O contraste entre os resultados do teste de comparação de médias (teste t) e o modelo linear de efeito misto é notável e relevante para a interpretação desses achados. Enquanto o teste t não revelou diferenças estatisticamente significativas entre os grupos, o modelo estatístico de efeito misto apontou resultados distintos. Essa divergência destaca a necessidade de uma escolha criteriosa da metodologia estatística, pois diferentes abordagens podem conduzir a conclusões divergentes. Além disso, os modelos lineares mistos, como mencionado por Yamanaka (2018), têm a capacidade de explicar eficazmente a variabilidade adicional proveniente dos efeitos associados ao delineamento experimental, incorporando efeitos aleatórios nos parâmetros do modelo.

Assayag et al. (2012) realizaram uma análise do comportamento da condenação por aerossaculite em lotes de frango de corte vacinados exclusivamente com vacinas do tipo Massachusetts, provenientes de duas regiões distintas do Brasil. Os autores observaram uma considerável variação desse indicador e atribuíram essa variação principalmente às diferenças climáticas entre as regiões.

No presente estudo, todas as empresas investigadas estão localizadas no estado do Paraná e, em certa medida, possuem condições climáticas semelhantes. Os resultados obtidos demonstram uma consistência significativa ao associar o programa vacinal massachusetts a piores resultados de condenação por aerossaculite, indicando uma possível relação entre o programa vacinal e o aumento dos índices de condenação. Por outro lado, as diferenças existentes entre as empresas, como manejo, nutrição, instalações, variações climáticas, por exemplo, não foram suficientemente relevantes para serem evidenciadas no modelo estatístico como um fator de influência nos índices de condenação por aerossaculite.

Os resultados do estudo de Assayag et al. (2012) indicam que os lotes de frango que apresentaram sinais clínicos da doença e/ou detecção do vírus da bronquite da cepa BR-I no PCR, apresentaram maiores índices de condenação por aerossaculite no abatedouro. Embora este presente estudo não tenha confirmado a presença do desafio viral BR-I por meio de técnicas moleculares, as evidências sorológicas sugerem um desafio de campo pelo vírus da bronquite

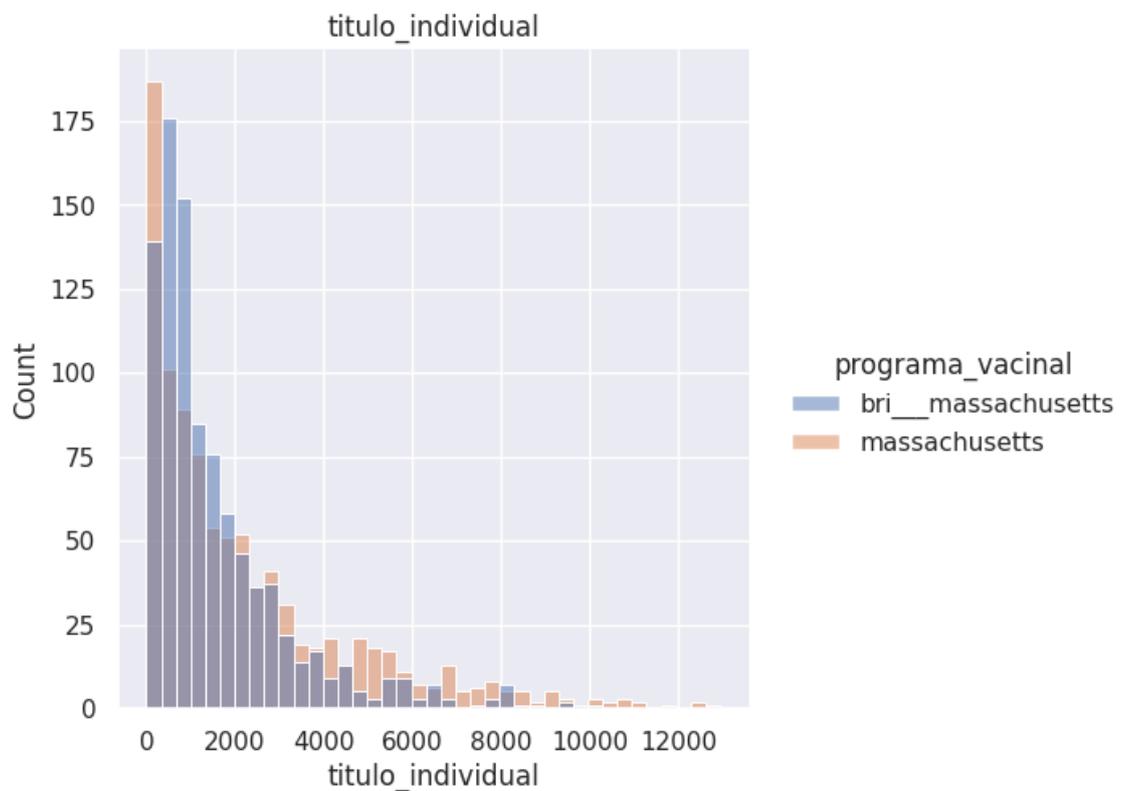
infeciosa e uma possível falta de proteção proporcionada pelo programa vacinal com a cepa Massachusetts utilizado. Esses achados estão em consonância com os resultados encontrados por Assayag et al. (2012), que observaram títulos elevados no ELISA nos lotes com condenações no abatedouro (Título Geométrico Médio entre 3000 a 8000, de soros coletados entre 42 a 45 dias de idade).

5.2 Sorologia

5.2.1 Título sorológico individual

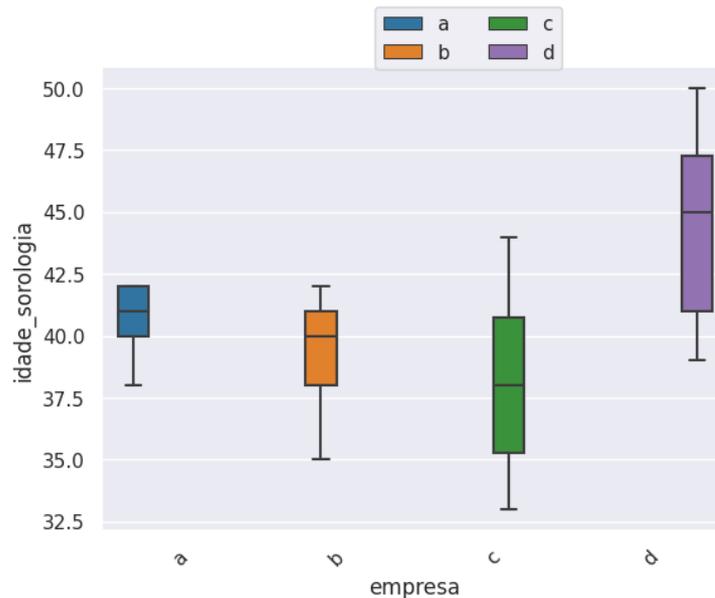
No total foram analisados dados de 1872 soros, a média dos títulos individuais foi de $1.925,23 \pm 2.078,42$. O valor mínimo registrado foi de 1,00, enquanto o valor máximo foi de 12.934,00. Essa distribuição dos títulos individuais pode ser visualizada na FIGURA 7.

Figura 7 - Histograma da distribuição dos títulos sorológicos individuais obtidos por meio do ensaio ELISA (IDEXX), separados pelos dois programas vacinais.



A idade média dos lotes no momento da coleta dos soros foi de 40,13 dias \pm 3,50, com uma idade mínima de 33 dias e uma idade máxima de 50 dias. As médias de idade de coleta para cada empresa, em ordem crescente, foram: empresa C (38,20 \pm 2,94), empresa B (39,32 \pm 2,11), empresa A (40,72 \pm 1,17) e empresa D (44,65 \pm 3,47), conforme ilustrado na FIGURA 8.

Figura 8 - Boxplot da distribuição das idades de coleta dos soros entre as empresas.



Ao comparar os grupos, observou-se que no Grupo 1 (BR-I + Mass), a média dos títulos individuais foi de 1.600,48 \pm 1.651,26, enquanto no Grupo 2 (Massachusetts) foi de 2.249,98 \pm 2.388,82. Essa diferença entre os grupos foi estatisticamente significativa (p-valor = 0,000000).

As empresas A, B e C apresentam médias semelhantes de título individual, com valores de 1.916,17 \pm 2.228,49, 2.064,36 \pm 2.296,83 e 2.129,22 \pm 1.940,34, respectivamente. Por outro lado, a empresa D possui uma média de título individual menor e significativamente diferente das demais empresas, com um valor de 1.463,39 \pm 1.836,50 (TABELA 13).

Tabela 13 - Análise de Variância (ANOVA) com Teste Post-hoc (sem repetição).

Grupo	Grupo	valor-p ajustado
Empresa A	Empresa C	0.313700
Empresa A	Empresa B	0.742700
Empresa A	Empresa D	0.007500
Empresa C	Empresa B	0.965300
Empresa C	Empresa D	0.000000
Empresa B	Empresa D	0.000500

Nas empresas A, B e D, as médias dos títulos sorológicos individuais nos lotes vacinados com a vacina do tipo Massachusetts foram superiores, com significância estatística (FIGURA 9). Porém, nos lotes da empresa C, não foi encontrada uma diferença estatisticamente significativa entre as médias dos títulos sorológicos individuais nos lotes vacinados com a vacina do tipo Massachusetts e o grupo BR-I + Massachusetts (TABELA 14).

Figura 9 - Títulos Sorológicos Individuais entre Grupos Vacinados com Vacina Massachusetts e Vacina BR-I + Massachusetts nas Empresas A, B, C e D.

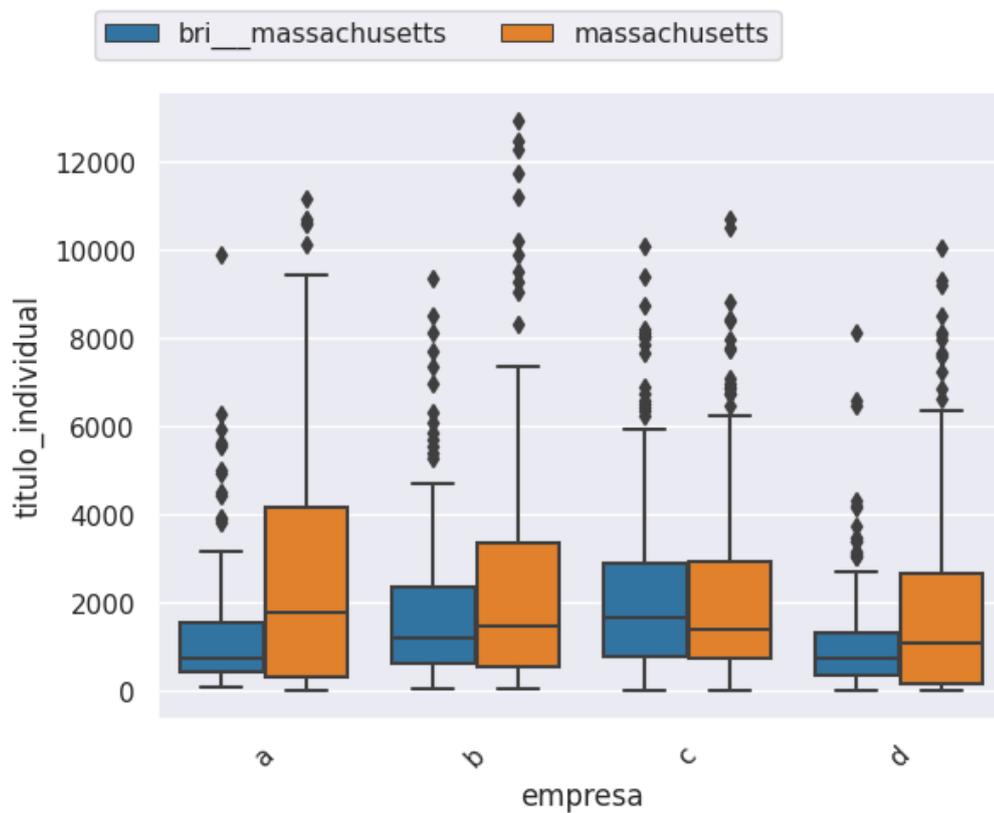


Tabela 14 - Comparação dos Títulos Sorológicos Individuais entre Grupos Vacinados com Vacina Massachusetts e Vacina BR-I + Massachusetts nas Empresas A, B, C e D.

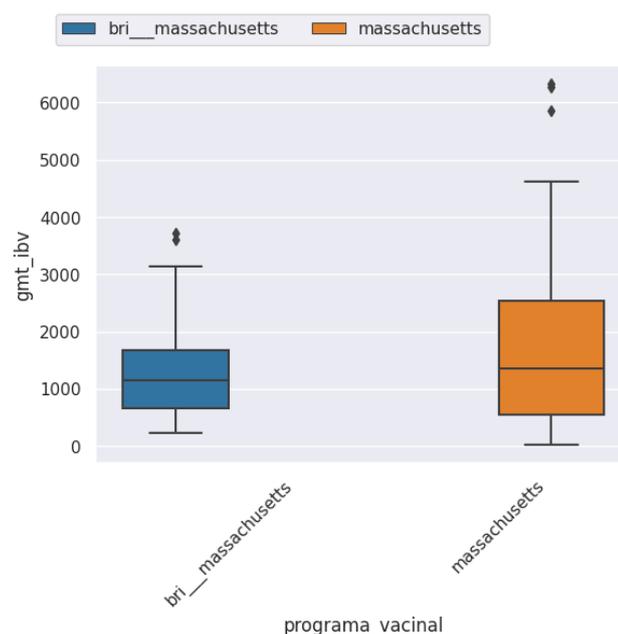
Empresa	Grupo 1 (BR-I+Mass)	Grupo 2 (Mass)	Valor-p
A	1.211 ± 1.306	2.587 ± 2.676	0.000000
B	1.738 ± 1.642	2.797 ± 3.221	0.001793
C	2.193 ± 1.975	2.085 ± 1.917	0.481557
D	1.062 ± 1.173	1.865 ± 2.250	0.000015

Legenda: A tabela apresenta os resultados do Teste T independente com variância corrigida para comparação dos títulos sorológicos entre os grupos vacinados com a vacina do tipo Massachusetts e o grupo vacinado com a vacina BR-I + Massachusetts em quatro empresas distintas (A, B, C e D). Os valores exibidos representam as médias dos títulos sorológicos individuais, seguidos pelos desvios padrão correspondentes. O p-value indica o nível de significância estatística da diferença observada entre os grupos.

5.2.2 Título geométrico médio

O Grupo 1 apresentou um Título Geométrico Médio de 1.254, com um desvio padrão de 820. Já o Grupo 2 obteve uma média de Título Geométrico de 1.852, acompanhada de um desvio padrão de 1.590. Essa diferença entre as médias é estatisticamente significativa (p-valor = 0.014195 (FIGURA 10)).

Figura 8 - Boxplot da distribuição dos títulos geométrico médio de frangos vacinados com dos dois diferentes programas vacinais (Grupo BR-I + Masschusetts e Grupo Massachusetts.)



Na análise dos resultados de Coeficiente de Variação dos lotes, observou-se que grupo

1 apresentou uma média de $79,43\% \pm 18,67$ do coeficiente de variação na sorologia dos lotes avaliados, enquanto o grupo 2 registrou uma média de $71,38\% \pm 28,05$. No entanto, os resultados não revelaram diferença estatística significativa ($p = 0,077679$).

A empresa C apresentou a menor média de CV, com $70,14\% \pm 21,45$, seguida pela empresa B com $74,51\% \pm 17,93$. Em seguida, a empresa A registrou uma média de $77,21\% \pm 28,55$, enquanto a empresa D exibiu a maior variabilidade, com $85,30\% \pm 27,70$.

De acordo LEERDAM, B. & KUHNE, P. (2008), a resposta sorológica esperada para aves vacinadas com apenas uma dose de vacina viva com cepa do tipo Massachusetts no primeiro dia de vida deve ficar na faixa de 300 a 1500 de Título Geométrico Médio, com um coeficiente de variação entre 40% e 70%. Além disso, análises de estudos sorológicos realizados em campo (não publicado) com vacinas contendo a associação de vacinas com cepa BR-I e cepa Massachusetts também apontam para essa mesma tendência de resultados em lotes vacinados e que não apresentaram quadros clínicos de bronquite infecciosa.

Ao comparar as médias dos Títulos Geométricos Médios (TGM) dos lotes de frango de corte vacinados com os dois diferentes programas vacinais em cada empresa, foi observado que, nas empresas A, B e D, os lotes vacinados apenas com vacinas do tipo Massachusetts apresentaram valores numericamente superiores de TGM. Por outro lado, na empresa C, os lotes vacinados com a combinação de vacinas (BR-I + Massachusetts) apresentaram um TGM maior (TABELA 15). É importante ressaltar que o tamanho reduzido das amostras em alguns grupos pode comprometer a comparação das médias.

Tabela 16 - Comparação dos Títulos Sorológicos (Título Geométrico Médio) entre Grupos Vacinados com Vacina Massachusetts e Vacina BR-I + Massachusetts em Empresas A, B, C e D.

Empresa	Grupo 1 (BR-I+Mass)	n	Grupo 2 (Mass)	n	p-value
		(lotes)		(lotes)	
A	879 ± 512	12	2372 ± 2282	13	0.341161
B	1265 ± 499	12	2345 ± 2059	7	0.535842
C	1750 ± 1022	19	1646 ± 1096	27	0.721132
D	750 ± 426	10	1389 ± 1244	10	0.520523

Legenda: A tabela apresenta os resultados do teste Independente U, para a comparação das médias entre os grupos 1 (BR-I+Mass) e grupo 2 (Mass) em quatro empresas diferentes (A, B, C e D). Os valores exibidos representam as médias dos grupos, seguidas pelos desvios padrão correspondentes, expressos no formato "média \pm desvio padrão". O número de amostras (n) para cada grupo é indicado. O p-value fornece uma medida do nível de significância estatística da diferença observada entre os grupos.

A interpretação adequada dos resultados sorológicos é essencial para distinguir entre a resposta vacinal e a resposta aos desafios de campo. De acordo com GHARAIBEH (2008), títulos inesperadamente crescentes, que são significativamente mais altos do que os títulos esperados da vacinação, juntamente com um CV% menor, podem indicar a presença de um desafio de campo. No grupo 2, observou-se maiores valores de TGM e tendência de menor CV%, o que sugere uma resposta de anticorpos frente aos desafios de campo.

Uma possível explicação para essas descobertas é que o uso exclusivo da vacina do tipo Massachusetts pode não estimular uma resposta imunológica eficaz contra a cepa BR-I, que é a estirpe viral mais prevalente no Brasil (BALESTRIN et al., 2014; CARRANZA, 2015; VALASTRO, 2016, CHACON, 2011). Essa falta de capacidade de soroneutralização da cepa massachusetts frente a cepa variante BR-I foi observada CHACÓN, et. al (2008) e DI FABIO et al. (2000).

As aves do Grupo 2, por não apresentarem uma resposta imunológica específica contra o vírus BR-I, podem estar suscetíveis à replicação do vírus de campo. Como resultado, elas podem responder com uma maior produção de anticorpos. Essa ausência de uma resposta imunológica direcionada ao vírus BR-I pode levar a uma maior atividade viral e estimular uma resposta mais robusta do sistema imunológico.

5.3 Análise de correlações lineares

5.3,1 Parâmetros sorológicos

Foi observada uma correlação linear negativa de -0,63 entre o Título Geométrico Médio e o Coeficiente de Variação, sugerindo que à medida que o Título Geométrico Médio aumenta, o Coeficiente de Variação tende a diminuir (Figura 11). Essa relação pode ser explicada pela dinâmica da infecção natural com as cepas de vírus de campo. Quando as aves são expostas a essas cepas virais, elas são capazes de desencadear uma resposta sorológica mais robusta, resultando em títulos sorológicos mais altos (CASE, et, al, 1983; DE WIT, 1997). Dado o fato de que o vírus da bronquite infecciosa tem uma alta taxa de transmissibilidade, muitas aves são infectadas rapidamente durante um episódio, levando a uma grande proporção de aves com respostas sorológicas positivas (MATTHIJS, et. al., 2008). Isso resulta em um menor Coeficiente de Variação e menor variabilidade nas respostas sorológicas, já que a maioria das

aves apresenta uma alta produção de anticorpos específicos. GHARAIBEH, et al. (2008) aponta que os TGM inesperadamente crescentes, que são significativamente mais altos do que os títulos esperados da vacinação, juntamente com um CV% menor, podem indicar a presença de um desafio de campo (GHARAIBEH, et al. 2008).

A idade da coleta apresentou uma correlação linear positiva de 0,052 com os resultados do Título Geométrico Médio dos soros estudados (FIGURA 9). A distribuição dessas variáveis pode ser visualizada FIGURA 10, fornecendo uma representação gráfica das relações entre as variáveis.

Figura 9 - Matriz de Correlação das Variáveis Quantitativas de Parâmetros da Sorologia de Lotes de Frangos de Corte.

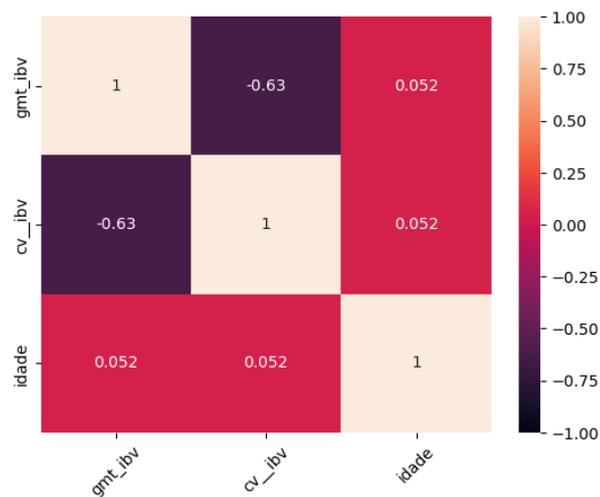
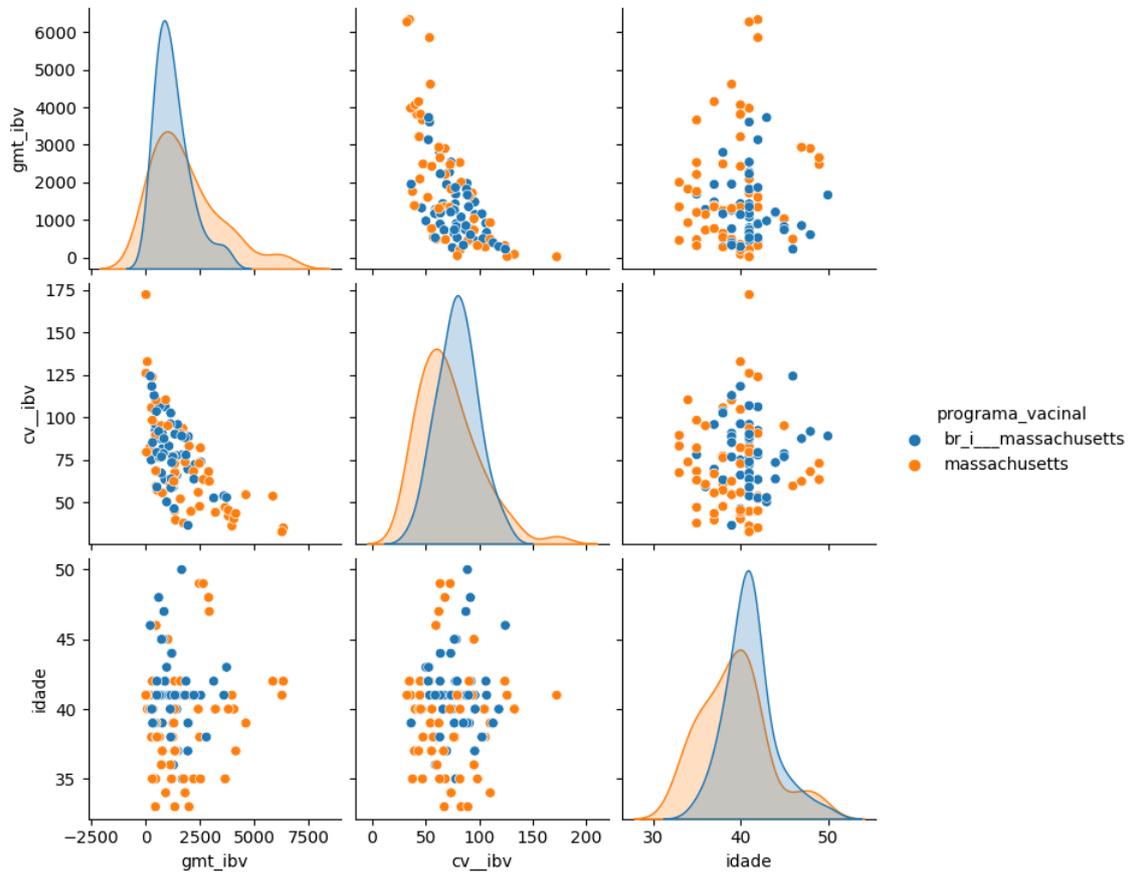


Figura 10 - Matriz de Dispersão: Relação entre Coeficiente de Variação, Idade de Coleta e Título Geométrico Médio da Sorologia de Lotes de Frangos de Corte.

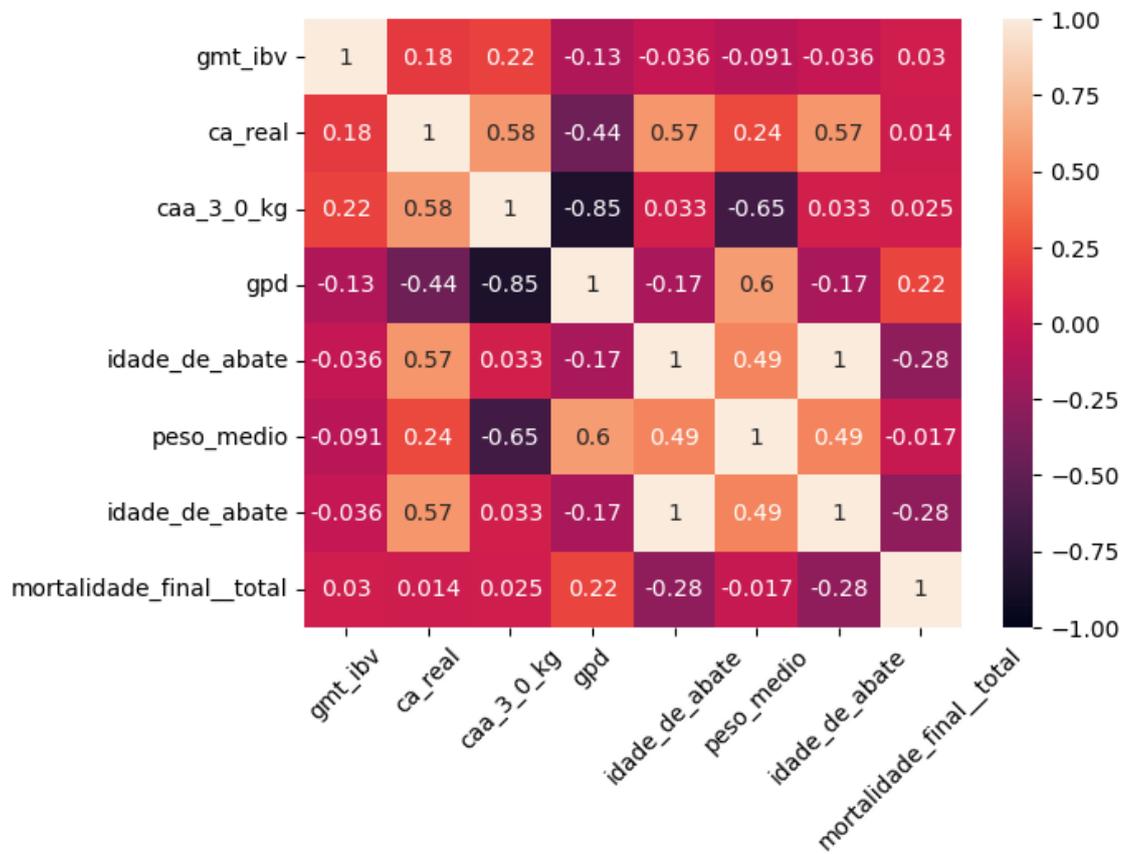


5.3.2 Variáveis quantitativas de desempenho zootécnico

Na FIGURA 11 os resultados da correlação entre as variáveis quantitativas relacionadas ao desempenho zootécnico e os títulos sorológicos (Título Geométrico Médio) para IBV dos lotes estudados são apresentados. Observou-se que a variável quantitativa que apresentou a maior correlação com o Título Geométrico Médio foi a conversão alimentar corrigida, com uma correlação positiva de 0,217726. Em seguida, a conversão alimentar real apresentou uma correlação positiva de 0,178135, enquanto a mortalidade final mostrou uma correlação positiva de 0,030233. Por outro lado, o ganho de peso diário, a idade ao abate e o peso médio ao abate apresentaram correlações negativas com o Título Geométrico Médio, com valores de -0,129989, -0,036232 e -0,091084, respectivamente.

Com base nos resultados apresentados, não foi possível estabelecer associações significativas entre os parâmetros de desempenho zootécnico e os títulos sorológicos (VBIG) nos lotes estudados. As correlações observadas foram consideradas fracas, outros fatores não analisados neste estudo podem ter influenciado os resultados. É importante ressaltar a necessidade de realizar estudos mais abrangentes, capazes de isolar os efeitos e estabelecer uma associação mais clara entre essas variáveis. No entanto, é crucial reconhecer que isso só é possível quando são realizados estudos que consigam controlar a maioria dos fatores envolvidos, como nutrição, ambiência, manejo e genética, por exemplo. Essa abordagem mais rigorosa permitirá uma compreensão mais precisa das relações entre os parâmetros de desempenho zootécnico e os títulos sorológicos, contribuindo para o avanço do conhecimento nessa área.

FIGURA 11 - Matriz de Correlação entre as Variáveis Quantitativas de Desempenho Zootécnico e os Títulos Sorológicos (Título Geométrico Médio) para IBV nos Lotes Estudados.



5.4 Análise econômica

Na avaliação dos impactos econômicos, foram criteriosamente selecionadas as variáveis que demonstraram diferenças estatisticamente significativas nos testes de comparação de grupos, sejam eles paramétricos ou não paramétricos, e/ou aquelas que apresentaram relevância nos modelos estatísticos lineares. Além disso, para fins dessa análise econômica, priorizou-se o uso de variáveis para as quais as metodologias de cálculo estivessem bem estabelecidas e documentadas na literatura científica. Nesse contexto, as variáveis escolhidas foram a conversão alimentar corrigida, as condenações por aerossaculite parcial e as condenações devido a aspecto repugnante.

Para análise foi considerado o custo da alimentação médio apontado pela EMBRAPA no período de janeiro a junho de 2023, que foi R\$ 2,0882 por kg de ração (EMBRAPA SUÍNOS E AVES, 2023). No período de janeiro a julho de 2023, a taxa média de câmbio para o dólar americano foi de 5,074 reais por dólar (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2023).

Observou-se que o grupo 1 apresentou um custo médio de R\$ 10,518 por ave, enquanto o grupo 2 teve um custo médio de R\$ 10,775 por ave. Esses resultados indicam um acréscimo de R\$ 0,257 por ave produzida no grupo 2 em relação ao grupo 1 (TABELA 17).

Ao extrapolar os resultados para o lote completo, considerando um total de 19.500 aves abatidas, verificou-se que o grupo 2 apresentou um acréscimo de U\$ 988,84 no custo de alimentação em comparação com o grupo 1 (Tabela 17).

Tabela 17 - Simulação de custos com alimentação de lotes de frangos de corte

	Grupo 1 (BR-I + Massachusetts)	Grupo 2 (Massachusetts)
Peso de Abate (kg)	3.0	3.0
CAC (3Kg)	1,679	1,720
Total Ração/ave (Kg)	5,037	5,160
Custo Alimentação por ave R\$/ave	10,518	10,775
Custo Alimentação R\$/lote (19.500 aves)	205.109,60	210.118,24
Custo Alimentação U\$/lote (19.500 aves)	40.424,99	41.412,14

Em 2022, o estado do Paraná registrou uma produção total de aproximadamente 2,04 bilhões de cabeças de frango, incluindo griller e frango pesado (ABPA, 2023). Realizando uma simulação de custos com base em uma produção anual de 1 bilhão de aves pesadas, com um peso médio de 3,0 kg, a diferença de cerca de 41 gramas na Conversão Alimentar Corrigida (CAC) observada entre os grupos deste estudo implicaria em um desperdício de 123.000 toneladas de ração, resultando em uma perda econômica de U\$ 256.852.941,18.

Assayag et al. (2012) reportou resultados de conversão alimentar mais elevados em lotes com sinais clínicos de bronquite infecciosa, em comparação com lotes sem sinais clínicos, sendo todos os lotes vacinados exclusivamente com vacinas contendo a cepa Massachusetts. Esses lotes com sinais clínicos da doença apresentaram em média, um aumento de 80 gramas na conversão alimentar, o que significa que consumiram 80 gramas a mais de ração por kg de peso vivo produzido (com peso médio ao abate de 2,1 kg). Esse aumento resultou em um incremento no custo com alimentação de U\$ 0,067 por ave abatida. Projetando esses resultados para um lote de 19.500 aves, o prejuízo estimado seria de U\$ 1.306,50 por lote (considerando aves com peso médio de 2,1 kg).

CHACÓN *et al.* (2018) relataram perdas médias na conversão alimentar que variaram de 8 a 199 gramas em um estudo com nove empresas brasileiras produtoras de frango de corte. Trazendo para valores de julho de 2023, considerando o peso vivo médio de 3kg e o custo médio da tonelada de ração em U\$ 411,57 (EMBRAPA, 2023), os impactos calculados são de 30,74 a 764,80 dólares para cada lote de 19,5 mil frangos produzidos.

Ao simular as perdas decorrentes das condenações por aerossaculite parcial, observou-se que o grupo 1 totalizou uma perda de 56,11 kg de miúdos e carcaças, equivalente a R\$ 391,47 para cada lote de 19.500 aves. Por outro lado, o grupo 2 teve perdas de 378,81 kg de miúdos e carcaças, resultando em um custo de R\$ 2.849,85. A diferença entre os dois grupos foi de R\$ 2.458,38 ou U\$ 484,50 (Tabela 18). Esses números refletem um resultado 7,2 vezes mais oneroso para o grupo 2 em relação às perdas causadas pela aerossaculite.

O estudo realizado por Assayag et al. em 2012 destacou perdas significativas, estimadas em 8,46 dólares por lote de 1.000 aves, devido a condenações decorrentes da aerossaculite em lotes de aves que receberam exclusivamente a vacina Massachusetts. Estes resultados foram obtidos através da comparação entre lotes de frangos que manifestavam sinais clínicos de bronquite infecciosa e aqueles que não os apresentavam. Entretanto, é relevante salientar que perdas também podem ocorrer devido a infecções subclínicas, nas quais os sinais clínicos da doença não são facilmente observáveis (DE Wit, 2019). O presente estudo se diferencia ao

realizar uma comparação entre lotes vacinados com dois programas vacinais distintos. Essa abordagem proporciona uma visão mais precisa do impacto real da falta de proteção associada ao programa vacinal que emprega exclusivamente a vacina Massachusetts.

Tabela 18 - Perdas simuladas decorrentes das condenações parciais por para cada lote de 19.500 aves

	Perdas	Coração	Moela	Fígado	Carcaça	Total
Grupo 1	Kg	0,720	1,43	1,930	52,04	56,11
	R\$	17,71	8,49	6,23	359,05	391,47
Grupo 2	Kg	5,25	10,39	14,04	378,81	408,49
	R\$	128,89	61,80	45,34	2.598,56	2.849,85

Legenda: Parâmetros para Simulação de Perdas por Condenações Sanitárias por Aerossaculite: Relação Coração x Peso vivo (%): 0,46%; Relação Fígado x Peso vivo (%): 1,23%; Relação Moela x Peso vivo (%): 0,91%; Relação Asa X Peso Carcaça (%): 8,40%; Relação Coxa X Peso Carcaça (%): 23,50%; Relação Peito sem osso X Peso Carcaça (%): 24,60%; Condenação parcial por aerossaculite: Grupo 1(0,268% ± 0,383%) e Grupo 2 (1,951% ± 5,033%).

Durante a simulação econômica realizada, observou-se que o Grupo 1 apresentou perdas de carcaça na ordem de 54,41 quilogramas, o que se traduziu em um custo de 375,39 reais por lote. Enquanto isso, o Grupo 2 apresentou perdas mais substanciais, atingindo 121,69 quilogramas de carcaça e um custo significativamente superior de 839,59 reais por lote, contendo 19.500 frangos, conforme demonstrado na simulação (TABELA 19). É importante ressaltar que os resultados obtidos foram baseados em um número limitado de lotes incluídos na avaliação, o que ressalta a necessidade de cautela ao generalizar esses achados para uma escala mais ampla de produção, devido às limitações decorrentes do tamanho da amostra.

Tabela - Perdas simuladas decorrentes das condenações totais por aspecto repugnante por para cada lote de 19.500 aves

	(%) condenações Aspecto repugnante	Perdas (Kg)	Perdas (R\$/lote 19.500 aves)
Grupo 1	0,093	54,41	375,39
Grupo 2	0,208	121,68	839,59

6 Conclusões

A utilização de um programa vacinal que consiste exclusivamente na cepa Massachusetts resulta em taxas mais elevadas de condenações devido à aerossaculite parcial, conversão alimentar corrigida, acompanhadas por diferenças econômicas significativas associadas a esse desfecho.

Os resultados obtidos para as variáveis no teste de comparação de médias (paramétricos ou não paramétricos), estiveram em consonância com os resultados encontrados nos modelos lineares, corroborando as conclusões desses modelos. No entanto, é importante notar que houve exceções nas variáveis idade ao abate e GPD. Nestes casos, os resultados encontrados diferiram entre os testes de comparação de médias e os modelos lineares. Essa disparidade sugere que essas variáveis podem ser influenciadas por fatores não capturados pelas análises paramétricas e não paramétricas, destacando a complexidade da relação entre as variáveis e a necessidade de uma análise estatística mais aprofundada para compreender adequadamente os padrões observados.

A detecção de títulos sorológicos mais elevados nos lotes vacinados com apenas cepa Massachusetts aponta fortemente para a possibilidade de limitações desse programa vacinal em termos de proteção eficaz das aves frente aos desafios presentes nas granjas avaliadas.

A ausência de correlações significativas entre as variáveis de interesse zootécnico e as condenações com os parâmetros sorológicos avaliados evidencia a complexidade dos fatores envolvidos nas respostas zootécnicas e na ocorrência de condenações. Dessa forma, a ampliação da base amostral emerge como um passo crucial para futuros estudos, permitindo uma investigação mais abrangente e aprofundada das correlações potenciais.

REFERÊNCIAS

ABPA - Associação Brasileira De Proteína Animal. **Relatório Anual 2022**. São Paulo, 2022. 144 p Disponível em: <<https://abpa-br.org/mercados/#relatorios>>. Acesso em 20 nov. 2022.

ABPA - Associação Brasileira de Proteína Animal. **Relatório anual 2023** . Acessado em: 30 de julho de 2023. Disponível em: <https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2023/04/Relatorio-Anual-2023.pdf>

ABREU, J. T. **Identificação de isolados brasileiros do vírus da bronquite infecciosa das galinhas com RT - PCR universal e análises por RFLP de parte do gene N**. 2000. 51 p. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) Universidade Federal de Minas Gerais, 2000. Disponível em: <<https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/BUOS-8BZGEQ>> Acesso em: 20 nov. 2022

ABREU, J. T.; RESENDE, J. S.; FLATSCHART, R. B.; FOLGUERAS-FLATSCHART, Á. v; MENDES, A. C. R.; MARTINS, N. R. S.; SILVA, C. B. A.; FERREIRA, M. C.; RESENDE, M. Molecular Analysis of Brazilian Infectious Bronchitis Field Isolates by Reverse Transcription-Polymerase Chain Reaction, Restriction Fragment Length Polymorphism, and Partial Sequencing of the N Gene. **Avian Diseases**, v. 50, n. 4, p. 494–501, 2006. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/4493133>>. Acessado em: 20 nov. 2022

ACEVEDO, A. M.; PERERA, C. L.; VEGA, A.; RÍOS, L.; CORONADO, L.; RELOVA, D.; FRÍAS, M. T.; GANGES, L.; NUÑEZ, J. I.; PÉREZ, L. J. A duplex SYBR Green I-based real-time RT-PCR assay for the simultaneous detection and differentiation of Massachusetts and non-Massachusetts serotypes of infectious bronchitis virus. **Molecular and Cellular Probes**, v. 27, n. 5–6, p. 184–192, out. 2013. DOI: [10.1016/j.mcp.2013.06.001](https://doi.org/10.1016/j.mcp.2013.06.001)

AGÊNCIA ESTADUAL DE NOTÍCIAS. Qualidade e rigor sanitário fazem do Paraná líder em exportação de carne halal. Acessado em: 30 de julho de 2023. Disponível em: <https://www.aen.pr.gov.br/Noticia/Qualidade-e-rigor-sanitario-fazem-do-Parana-lider-em-exportacao-de-carne-halal>

AGRI STATS BRASIL. Publicações de resultados – Mortalidade Final. Acessado em: 19 de agosto de 2023. Disponível em:

https://www.linkedin.com/posts/agristatsbrasil_avicultura-frango-tendencia-activity-7016860020390703104-XSlh?utm_source=share&utm_medium=member_desktop

AGRI STATS BRASIL. Publicações de resultados – Conversão Alimentar corrigida.

Acessado em: 19 de agosto de 2023. Disponível em:

https://www.linkedin.com/posts/agristatsbrasil_avicultura-frango-tendencia-activity-7016860020390703104-XSlh?utm_source=share&utm_medium=member_desktop

ASSAYAG, M. S. J.; CHACÓN, J. L.; ROCHA, P. T.; KUANA, S. Economic impact of infectious bronchitis in a Brazilian poultry integration system. In: VII SYMPOSIUM ON AVIAN CORONA & PNEUMOVIRUSES, jun. 2012a, Rauschholzhausen. **Anais...** Rauschholzhausen: 2012 p. 80–83.

ASSAYAG, M. S. J.; ROCHA, P. T.; KUANA, S.; PEDROSO, A. C.; PEREIRA, E.; CHACÓN, J. L. Epidemiology of Infectious Bronchitis and the impact in the condemnations in the slaughterhouse. In: VII SYMPOSIUM ON AVIAN CORONA & PNEUMOVIRUSES, jun. 2012b, Rauschholzhausen. **Anais...**_Rauschholzhausen: 2012 . p. 74–79

BALESTRIN, E.; FRAGA, A. P.; IKUTA, N.; CANAL, C. W.; FONSECA, A. S. K.; LUNGE, V. R. Infectious bronchitis virus in different avian physiological systems - A field study in Brazilian poultry flocks. **Poultry Science**, v. 93, n. 8, p. 1922–1929, 2014. DOI: [10.3382/ps.2014-03875](https://doi.org/10.3382/ps.2014-03875)

BANCO CENTRAL DO BRASIL. Câmbio e Capitais. Acessado em: 30 de julho de 2023. Disponível em: <https://www.bcb.gov.br/estabilidadefinanceira/historicocotacoes>

BARBOSA FILHO, J. A. D. Caracterização quantiquantitativa das condições bioclimáticas e produtivas nas operações pré-abate de frangos de corte. 2008. Tese (Doutorado em Física do Ambiente Agrícola). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Universidade de São Paulo. Piracicaba, 174 pp, 2008

BRASIL Decreto nº 9.013 de 29 de Março de 2017 Regulamenta a Lei nº 1.283, de 18 de dezembro de 1950, e a Lei nº 7.889, de 23 de novembro de 1989, que dispõem sobre a inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal. Subseção I Da inspeção post mortem de aves e lagomorfos **Art. 175**. Disponível em: <https://presrepublica.jusbrasil.com.br/legislacao/444593790/decreto-9013-17#art-175>

Acesso em: 20 nov. 2022

FERREIRA, A. J. P.; KNOL, T. **Colibacilose**. In: BERCHIERI, A. J.; NEPOMUCENO, E. S.; DI FÁBIO, J.; SESTI, L.; ZUANAZE, M. A. F. **Doença das Aves** . Campinas: FACTA, 2009. p. 457–470.

CALLISON, S. A.; HILT, D. A.; BOYNTON, T. O.; SAMPLE, B. F.; ROBISON, R.; SWAYNE, D. E.; JACKWOOD, M. W. Development and evaluation of a real-time Taqman RT-PCR assay for the detection of infectious bronchitis virus from infected chickens. **Journal of Virological Methods**, v. 138, n. 1–2, p. 60–65, dez. 2006. DOI: [10.1016/j.jviromet.2006.07.018](https://doi.org/10.1016/j.jviromet.2006.07.018)

CARRANZA, C. **Genetic diversity of avian coronavirus infectious bronchitis detected from commercial poultry in Brazil**. 2015. 38 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) Universidade de São Paulo, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootécnia, São Paulo, 2015.

CAVANAGH, DAVID; NAQI, S. Infectious bronchitis. **Diseases of poultry**, v. 11, p. 101–119, 2003.

CAVANAGH, D. Coronaviruses in poultry and other birds. **Avian Pathology**, v. 34, n. 6, p. 439–448, dez. 2005. DOI: [10.1080/03079450500367682](https://doi.org/10.1080/03079450500367682)

CAVANAGH D. Coronavirus avian infectious bronchitis virus. **Vet Res.** v. 38, n. 2 p. 281-97, 2007 DOI: [10.1051/vetres:2006055](https://doi.org/10.1051/vetres:2006055)

CEPEA - Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. Preços preços do frango resfriado – Estado de São Paulo. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Universidade de São Paulo. Piracicaba, SP. 2023. Acessado: 03 de novembro de 2023. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/indicador/frango.aspx>

CHACÓN, J.; BIANCHET, L.; FABRI, F.; COELHO, H. Farm and slaughterhouse parameters affected by BR strain of Infectious Bronchitis Virus. In: AMERICAN ASSOCIATION OF AVIAN PATHOLOGISTS ANNUAL MEETINGS, Jul., 2018, Denver. **Anais...** Denver, 2018.

CHACÓN J. L, ASSAYAG M. S; REVOLLEDO L; IVO M; VEJARANO M. P; PEDROSO A. C; FERREIRA A. Pathogenic patterns in chicken challenged with variant strains of infectious bronchitis virus isolated from chickenflocks with different clinical manifestations. In: VI SYMPOSIUM ON AVIAN CORONA & PNEUMOVIRUSES, 2009, Rauschholzhausen. **Anais...**_Rauschholzhausen: 2009 . p. 138–142.

CHACÓN, J. L.; ASSAYAG, J. S.; REVOLLEDO, L.; ASTOLFI-FERREIRA, C. S.; VEJARANO, M. P.; JONES, R. C.; PIANTINO FERREIRA, A. J. Pathogenicity and molecular characteristics of infectious bronchitis virus (IBV) strains isolated from broilers showing diarrhoea and respiratory disease. **British Poultry Science**, v. 55, n. 3, p. 271–283, 2014. DOI: [10.1080/00071668.2014.903558](https://doi.org/10.1080/00071668.2014.903558)

CHACÓN, J. L.; RODRIGUES, J. N.; ASSAYAG JÚNIOR, M. S.; PELOSO, C.; PEDROSO, A. C.; PIANTINO FERREIRA, A. J. Epidemiological survey and molecular characterization of avian infectious bronchitis virus in Brazil between 2003 and 2009. **Avian Pathology**, v. 40, n. 2, p. 153–162, abr. 2011. DOI: [10.1080/03079457.2010.544641](https://doi.org/10.1080/03079457.2010.544641)

CHACÓN, R. D.; ASTOLFI-FERREIRA, C. S.; CHACÓN, J. L.; NUÑEZ, L. F. N.; DE LA TORRE, D. I.; PIANTINO FERREIRA, A. J. A seminested RT-PCR for molecular genotyping of the Brazilian BR-I Infectious Bronchitis Virus Strain (GI-11). **Molecular and Cellular Probes**, v. 47, 1 out. 2019. DOI: [10.1016/j.mcp.2019.101426](https://doi.org/10.1016/j.mcp.2019.101426)

CHACÓN, J. L.; CHACÓN, R.D.; SÁNCHEZ-LLATAS, J. C.; Jaime G. MORÍN, J.G.; ASTOLFI-FERREIRA, C.S.; PIANTINO, A. J. 2023. Antigenic and molecular characterization of isolates of the Brazilian genotype BR-I (GI-11) of infectious bronchitis virus supports its recognition as BR-I serotype, *Avian Pathology*, 52:5, 323-338, DOI: [10.1080/03079457.2023.2228725](https://doi.org/10.1080/03079457.2023.2228725)

Cobb500 Broiler Performance and Nutrition Supplement, 2022. Acessado em: 22 de julho de 2023. <https://www.cobb-vantress.com/assets/Cobb-Files/product-guides/5502e86566/2022-Cobb500-Broiler-Performance-Nutrition-Supplement.pdf>

COOK, J. K; JACKWOOD, M; JONES, R. C.; The long view: 40 years of infectious bronchitis research. **Avian Pathology**. 2012; v. 41, n. 3, p. 239-250. DOI: [10.1080/03079457.2012.680432](https://doi.org/10.1080/03079457.2012.680432)

COOK, J. K. A.; ORBELL, S. J.; WOODS, M. A.; HUGGINS, M. B. Breadth of protection of the respiratory tract provided by different live-attenuated infectious bronchitis vaccines against challenge with infectious bronchitis viruses of heterologous serotypes. **Avian Pathology**, v. 28, n. 5, p. 477–485, 1999. DOI: [10.1080/03079459994506](https://doi.org/10.1080/03079459994506)

DELEZIE, E.; SWENNEN, Q.; BUYSE, J.; DECUYPERE, E. The effect of feed withdrawal and crating density in transit on metabolism and meat quality of broilers at slaughter weight. *Poultry Science*, v. 86, p. 1414-1423, 2007.

DE WIT, J. J., D. R. MEKKES, B. KOUWENHOVEN, AND J. H. M. VERHEIJDEN. 1997. Sensitivity and specificity of serological tests for detection of infectious bronchitis virus induced antibodies in broilers. *Avian Pathol* 26:105—118.

DE WIT, J. J. Detection of infectious bronchitis virus. **Avian Pathology**, v. 29, n. 2. P. 71-93, 2000. DOI: [10.1080/03079450094108](https://doi.org/10.1080/03079450094108)

DE WIT, J. J.; COOK, J. K. A. Spotlight on avian pathology: infectious bronchitis virus **Avian Pathology**, v. 48, n.5, p. 393-395, 2019. DOI: [10.1080/03079457.2019.1617400](https://doi.org/10.1080/03079457.2019.1617400)

DHINAKAR RAJ, G.; JONES, R. C. Infectious bronchitis virus: Immunopathogenesis of infection in the chicken. **Avian Pathology**, v. 26, n.4, p. 677-706, 1997. DOI: [10.1080/03079459708419246](https://doi.org/10.1080/03079459708419246)

DI FABIO, J.; ROSSINI, L. I.; ORBELL, S. J.; PAUL, G.; HUGGINS, M. B.; MALO, A.; SILVA, B. G.; COOK, J. K. Characterization of infectious bronchitis viruses isolated from outbreaks of disease in commercial flocks in Brazil. **Avian diseases**, v. 44, n. 3, p. 582–9, 2000. PMID: 11007005.

DI FABIO, J.; VILLAREAL, L. Y. B. Bronquite Infecciosa das galinhas. In: BERCHIERI, A. J.; NEPOMUCENO, E. S.; DI FÁBIO, J.; SESTI, L.; ZUANAZE, M. A. F. **Doença das Aves**. Campinas: FACTA, 2009. p. 631–648.

EMBRAPA SUÍNOS E AVES. Portal EMBRAPA. Boletim custos de produção frangos de corte. <<https://www.embrapa.br/suinos-e-aves/cias/custos>> Acesso em: 20 nov. 2020.

FELIPPE, P. A. N.; DA SILVA, L. H. A.; SANTOS, M. M. A. B.; SPILKI, F. R.; ARNS, C. W. Genetic Diversity of Avian Infectious Bronchitis Virus Isolated from Domestic Chicken Flocks and Coronaviruses from Feral Pigeons in Brazil Between 2003 and 2009. **Avian Diseases**, v. 54, n. 4, p. 1191–1196, dez. 2010. DOI: [10.1637/9371-041510-Reg.1](https://doi.org/10.1637/9371-041510-Reg.1)

FERNANDES, B.M.A. Primeiro semestre 2023: Indicadores técnico-econômicos da cadeia do frango de corte. 04 de outubro de 2023. In: VI Fórum de Abatedouros. Palestra. Toledo, Paraná. 2023.

FERNANDO, F. S.; KASMANAS, T. C.; LOPES, P. D.; MONTASSIER, M. de F. da S.; MORES, M. A. Z.; MARIGUELA, V. C.; PAVANI, C.; DOS SANTOS, R. M.; ASSAYAG, M. S.; MONTASSIER, H. J. Assessment of molecular and genetic evolution, antigenicity and virulence properties during the persistence of the infectious bronchitis virus in broiler

breeders. **Journal of General Virology**, v. 98, n. 10, p. 2470–2481, 1 out. 2017. DOI: [10.1099/jgv.0.000893](https://doi.org/10.1099/jgv.0.000893)

FERREIRA, AJP & KNÖBL, T. Doenças das aves: Colibacilose. Campinas: FACTA. Brasil, 2009.

FRAGA, A. P. de. **Bronquite Infeciosa das Galinhas um estudo de campo em lotes de produção industrial no Brasil**. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias). 2014. Universidade Federal do Rio Grande Do Sul, Porto Alegre, 2014.

FRAGA, A. P. de; GRÄF, T.; PEREIRA, C. S.; IKUTA, N.; FONSECA, A. S. K.; LUNGE, V. R. Phylodynamic analysis and molecular diversity of the avian infectious bronchitis virus of chickens in Brazil. **Infection, Genetics and Evolution**, v. 61, p. 77–83, 1 jul. 2018. DOI: [10.1016/j.meegid.2018.03.014](https://doi.org/10.1016/j.meegid.2018.03.014)

HIPOLITO, O. **Isolamento e identificação do vírus da bronquite infecciosa das galinhas no Brasil [manuscrito]**. 1957. Universidade Rural do Estado de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1957.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Acesso em 22 de julho de 2023. <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9203-pesquisas-trimestrais-do-abate-de-animais.html?edicao=20755&t=series-historicas>

JACKWOOD, M. W. Review of infectious bronchitis virus around the world. **Avian Diseases**, v. 56, n. 4, p 634-641, 2012. DOI: [10.1637/10227-043012-Review.1](https://doi.org/10.1637/10227-043012-Review.1)

JACKWOOD, M. W.; DE WIT, S. Infectious Bronchitis. In: SWAYNE, AVID E. **Disease of Poultry**, 2013. ed. 13 p. 139–160.

JONES, P. J.; NIEMI, J.; CHRISTENSEN, J. P.; TRANTER, R. B.; BENNETT, R. M. A review of the financial impact of production diseases in poultry production systems. **Animal Production Science**, v. 59, n. 9, p. 1585-1597, 2019. DOI: [10.1071/AN18281](https://doi.org/10.1071/AN18281)

JONES, R. M.; ELLIS, R. J.; COX, W. J.; ERRINGTON, J.; FULLER, C.; IRVINE, R. M.; WAKELEY, P. R. Development and Validation of RT-PCR Tests for the Detection and S1 Genotyping of Infectious Bronchitis Virus and Other Closely Related Gammacoronaviruses Within Clinical Samples. **Transboundary and Emerging Diseases**, v. 58, n. 5, p. 411–420, 2011. DOI: [10.1111/j.1865-1682.2011.01222.x](https://doi.org/10.1111/j.1865-1682.2011.01222.x)

JORDAN, B. Vaccination against infectious bronchitis virus: A continuous challenge. **Veterinary Microbiology**, v. 206, p. 137–143, jul. 2017. DOI: [10.1016/j.vetmic.2017.01.002](https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2017.01.002)

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO Manual de procedimentos de inspeção e fiscalização de aves e derivados em estabelecimentos sob inspeção federal. 2021 Disponível em: <https://wikisda.agricultura.gov.br/pt-br/Inspe%C3%A7%C3%A3o-Animal/manual-inspe%C3%A7%C3%A3o-aves>
Acesso em: 20 de agosto de 2023

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Programa nacional de sanidade avícola – Doença de NewCastle**. 2006. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sanidade-animal-e-vegetal/saude-animal/programas-de-saude-animal/pnsa/2006_17.INIAeDNC.consolidada.pdf>. Acesso em: 11 jun. 2022.

MARANDINO, A.; TOMÁS, G.; HERNÁNDEZ, M.; PANZERA, Y.; CRAIG, M. I.; VAGNOZZI, A.; VERA, F.; TECHERA, C.; GRECCO, S.; BANDA, A.; HERNÁNDEZ, D.; PÉREZ, R. Development of RT-qPCR assays for the specific identification of two major genotypes of avian infectious bronchitis virus. **Journal of Virological Methods**, v. 235, p. 21–25, set. 2016. DOI: [10.1016/j.jviromet.2016.05.007](https://doi.org/10.1016/j.jviromet.2016.05.007)

MARQUARDT, W. W., D. B. SNYDER, AND B. A. SCHLOTTHOBER. 1981. Detection and quantification of antibodies to infectious bronchitis virus by enzyme-linked immunosorbent assay. *Avian Dis* 25:713—722

MASCHIO, M.M; RASZL, S. M. Tecnologias para Competitividade Industrial, Florianópolis, **E.tech. atualizações tecnológicas para competitividade industrial SENAI**. n. esp. Alimentos, p. 26-38, 2012.

MEIR, R.; MAHARAT, O.; FARNUSHI, Y.; SIMANOV, L. Development of a real-time TaqMan® RT-PCR assay for the detection of infectious bronchitis virus in chickens, and comparison of RT-PCR and virus isolation. **Journal of Virological Methods**, v. 163, n. 2, p. 190–194, fev. 2010. DOI: [10.1016/j.jviromet.2009.09.014](https://doi.org/10.1016/j.jviromet.2009.09.014)

MIELE, M.; SANDI, A. J. Coeficientes técnicos para o cálculo do custo de produção de frangos de corte e suínos na região Sul do Brasil, 2022. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2022. 18 p. (Embrapa Suínos e Aves. Comunicado Técnico, 592). Acessado em: 02 de novembro de 2023. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/246302/1/COT592.pdf>

MONTASSIER, H. J. Molecular Epidemiology and Evolution of Avian Infectious Bronchitis Virus. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 12, n. 2, p. 87–96, 2010. <https://doi.org/10.1590/S1516-635X2010000200003>

MONTASSIER, M. de F. S.; BRENTANO, L.; MONTASSIER, H. J.; RICHTZENHAIN, L. J. Genetic grouping of avian infectious bronchitis virus isolated in Brazil based on RT-PCR/RFLP analysis of the S1 gene1. **Pesquisa Veterinária**, v. 28, n. 3, p. 190–194, mar. 2008. <https://doi.org/10.1590/S0100-736X2008000300011>

MOCKETT, A. P. A. AND DARBYSHIRE, J. H. 1981. Comparative studies with an enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) for antibodies to avian infectious bronchitis virus. *Avian Pathol* 10:1—10.

NAGUIB, M. M.; EL-KADY, M. F.; LÜSCHOW, D.; HASSAN, K. E.; ARAFA, A.-S.; EL-ZANATY, A.; HASSAN, M. K.; HAFEZ, H. M.; GRUND, C.; HARDER, T. C. New real time and conventional RT-PCRs for updated molecular diagnosis of infectious bronchitis virus infection (IBV) in chickens in Egypt associated with frequent co-infections with avian

influenza and Newcastle Disease viruses. **Journal of Virological Methods**, v. 245, p. 19–27, jul. 2017. DOI: [10.1016/j.jviromet.2017.02.018](https://doi.org/10.1016/j.jviromet.2017.02.018)

PANIAGO, M. **Atividade hemaglutinante de amostras do vírus da bronquite infecciosa das galinhas isoladas no Estado de Minas Gerais**. 1994. 44p. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) - Universidade Federal De Minas Gerais , Belo Horizonte, 1994.

PASQUA, D. D. Relatório de mercado – Frango de Corte. Plataforma Safras & Mercados consultoria. 2023. Acessado em: 03 de novembro de 2023. Disponível em: <https://plataforma.safras.com.br/informative/0>

GHARAIBEH, S.; MAHMOUD, K.; AL-NATOUR, M. Field evaluation of maternal antibody transfer to a group of pathogens in meat-type chickens. *Poult Sci.* 2008, 87, 1550–1555.

RAMOS T. R. **Principais causas da condenação de frango em matadouros frigoríficos do serviço de inspeção estadual de goiás entre 2012-2018 e o impacto financeiro**. 2020. 64p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal). Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2020.

Ross 308AP Broiler Performance Objectives 2022-EN. Acessado em: 22 de julho de 2023. https://pt.aviagen.com/assets/Tech_Center/Ross_Broiler/RosxRoss308AP-BroilerPerformanceObjectives2022-EN.pdf

RUSSELL, S. M. The effect of airsacculitis on bird weights, uniformity, fecal contamination, processing errors, and populations of *Campylobacter* spp. and *Escherichia coli*. **Poultry Science**, v. 82, n. 8, p 1326-1331, 2003. DOI: [10.1093/ps/82.8.1326](https://doi.org/10.1093/ps/82.8.1326)

SCHALK, A. F.; HAWN, M. C. An apparently new respiratory disease of baby chicks. **J. Am. Vet. Med. Assoc.**, v. 78, p. 413–422, 1931.

SILVA, E. N. **Infectious Bronchitis in Brazilian Chickens: Current Data and Observations of Field Service Personnel**. *Brazilian Journal of Poultry Science* Jul - v.12, n.3 , p. 197 – 203, 2010. <https://www.scielo.br/j/rbca/a/9T7H3NzmJzJxpQdfVDxCFvb/?lang=en&format=pdf>

SOUZA, M. B. D. **Afinidades antigênicas de amostras de campo do vírus da bronquite infecciosa das galinhas com a amostra Massachusetts M41**. 1998. 75p. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1998. <http://hdl.handle.net/1843/BUOS-8QGMMS>

SOUZA, WEYBER & GRANJEIRO, MELISSA & PROCÓPIO, DIEGO. Analysis of the economic loss and the main causes of total condemnation of poultry carcasses under brazilian federal inspection between 2013 and 2017. **Archives of Veterinary Science**. V. 24, p. 36-49. 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/avs.v24i4.66871>

TREVISOL, I. M. Pesquisa e atualização sobre o vírus da Bronquite Infecciosa, variante GI-23. In: XIV Encontro Técnico Mercolab de Avicultura, 2022, Cascavel. **Anais**. Cascavel: Mercolab, 2022.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Livestock, Dairy, and Poultry Outlook: May 2022**. Disponível em:

<<https://www.ers.usda.gov/webdocs/outlooks/103952/ldp-m-335.pdf?v=8184.6>>.

Acesso em: 11 jun. 2022.

VALASTRO, V.; HOLMES, E. C.; BRITTON, P.; FUSARO, A.; JACKWOOD, M. W.; CATTOLI, G.; MONNE, I. S1 gene-based phylogeny of infectious bronchitis virus: An attempt to harmonize virus classification. **Infection, Genetics and Evolution**, v. 39, p. 349–364, abr. 2016. DOI: [10.1016/j.meegid.2016.02.015](https://doi.org/10.1016/j.meegid.2016.02.015)

VILLARREAL, L. Y. B.; BRANDÃO, P. E.; CHACÓN, J. L.; ASSAYAG, M. S.; MAIORKA, P. C.; RAFFI, P.; SAIDENBERG, A. B. S.; JONES, R. C.; FERREIRA, A. J. P. Orchitis in roosters with reduced fertility associated with avian infectious bronchitis virus and avian metapneumovirus infections. **Avian diseases**, v. 51, n. 4, p. 900–4, dez. 2007a. DOI: [10.1637/7815-121306-REGR4.1](https://doi.org/10.1637/7815-121306-REGR4.1)

VILLARREAL, L. Y. B.; SANDRI, T. L.; SOUZA, S. P.; RICHTZENHAIN, L. J.; DE WIT, J. J.; BRANDAO, P. E. Molecular Epidemiology of Avian Infectious Bronchitis in Brazil from 2007 to 2008 in Breeders, Broilers, and Layers. **Avian Diseases**, v. 54, n. 2, p. 894–898, jun. 2010. DOI: [10.1637/9218-121709-Reg.1](https://doi.org/10.1637/9218-121709-Reg.1)

ZEN, S.; P.; IGUMA, M. D.; ORTELAN, C. B.; SANTOS, V. H. S.; FELLI, C. B. Evolução da avicultura no Brasil. **Informativo CEPEA – Análise Trimestral – Custo de Produção Avicultura**. ano. 1, edição 1. 4º trimestre. Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2014. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/upload/revista/pdf/0969140001468869743.pdf>
Acesso em: 20 nov. 2022

YAMANAKA, S. E. MODELOS NÃO LINEARES MISTOS EM ESTUDOS DE CRESCIMENTO DE FRANGOS DE CORTE. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de São Carlos. Campus Sorocaba. Sorocaba, 2018. 183p.

World Bank; TAFS Forum. 2011. World Livestock Disease Atlas: A Quantitative Analysis of Global Animal Health Data (2006-2009). World Bank, Washington, DC and TAFS Forum, Bern. Disponível em: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/27118>

Acesso em: 20 nov. 2022