

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

**BIOECONOMIA DAS INFESTAÇÕES DE MOSCAS SINANTRÓPICAS E
ÁCAROS HEMATÓFAGOS
EM GALPÃO DE GRANJA DE POSTURA DO ESTADO DE MINAS GERAIS**

Tiago Mendonça de Oliveira

Belo Horizonte
UFMG – Escola de Veterinária
2021

TIAGO MENDONÇA DE OLIVEIRA

**BIOECONOMIA DAS INFESTAÇÕES DE MOSCAS SINANTRÓPICAS E
ÁCAROS HEMATÓFAGOS
EM GALPÃO DE GRANJA DE POSTURA DO ESTADO DE MINAS GERAIS**

Tese apresentada à Escola de Veterinária da UFMG como requisito parcial para obtenção do grau de doutor em Ciência Animal.

Área de concentração: Epidemiologia

Orientador: Prof. Dr. Marcos Xavier Silva

Co-orientadoras: Dra. Soraia de Araújo Diniz e Dra. Cristina Mara Teixeira

Belo Horizonte
UFMG – Escola de Veterinária
2021

O48b Oliveira, Tiago Mendonça de, 1983 -
Bioeconomia das infestações de moscas sinantrópicas e ácaros hematófagos em galpão de granja
de postura do Estado de Minas Gerais/ Tiago Mendonça De Oliveira. -2021.

97 f.:il.

Orientador: Marcos Xavier Silva
Coorientadores: Soraia de Araújo Diniz
Cristina Mara Teixeira

Tese (Doutorado) apresentado à Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas
Gerais, como requisito para a obtenção do grau de Doutor em Ciência Animal.

Área de concentração: Epidemiologia.

Bibliografias: f. 91 a 97.

1. Ave doméstica - Teses - 2. Ave poedeira - Teses - 3. Epidemiologia - Teses - 4. Ácaro de
ave - Teses - I. Silva, Marcos Xavier – II. Diniz, Soraia de Araújo – III. Teixeira, Cristina Mara-
IV. Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária – V. Título.

CDD – 636.089 69

Bibliotecária responsável Cristiane Patrícia Gomes – CRB2569
Biblioteca da Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE VETERINÁRIA
COLEGIADO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

FOLHA DE APROVAÇÃO

TIAGO MENDONÇA DE OLIVEIRA

Tese submetida à banca examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em CIÊNCIA ANIMAL, como requisito para obtenção do grau de DOUTOR em CIÊNCIA ANIMAL, área de concentração em Epidemiologia.

Aprovada em 05 de agosto de 2021, pela banca constituída pelos membros:

Dr.(a). Marcos Xavier Silva
Presidente – Orientador(a)

Dr.(a). Lucas Maciel Cunha

Dr.(a). Arildo Pinto da Cunha

Dr.(a). Nelson Rodrigo da Silva Martins

Dr.(a). Leonardo José Camargos Lara



Documento assinado eletronicamente por **Marcos Xavier Silva, Professor do Magistério Superior**, em 06/08/2021, às 09:23, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Leonardo Jose Camargos Lara, Professor do Magistério Superior**, em 06/08/2021, às 11:09, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Arildo Pinto da Cunha, Usuário Externo**, em 06/08/2021, às 15:04, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Lucas Maciel Cunha, Usuário Externo**, em 06/08/2021, às 15:46, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Nelson Rodrigo da Silva Martins, Professor do Magistério Superior**, em 11/08/2021, às 10:12, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0857673** e o código CRC **4D3AB982**.

“Como são amáveis
Tuas moradas Senhor
Senhor dos Exércitos
A minha alma anseia e anela
Pelos átrios do Senhor
Até o pássaro encontra uma casa
A andorinha o seu ninho
Junto aos teus altares, Senhor
Meu rei e meus Deus
Meu rei e meu Deus
Feliz quem habita em tua casa
Sempre canta os teus amores
Sempre canta os teus amores
Feliz quem encontra em ti a força
E em seu coração decide
A santa viagem
Passando pelo vale do pranto
Ele o muda em fonte
Cresce no caminho o seu vigor
Até chegar a Sião
Até chegar a Sião
Vale mais um dia nos teus átrios
Que mil dias fora deles
Que mil dias fora deles
Porque estar na soleira da tua casa
Vale mais do que habitar
Nos palácios dos potentes”

*Como são amáveis tuas moradas
Ressuscitou (Salmo 84)*

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela vida, por iluminar o meu caminho, orientar e proporcionar-me este momento. Por ter-me fortalecido, nos momentos felizes e difíceis, em cada passo que dei. Obrigado, Pai, por permitir a concretização de mais uma etapa na minha vida!

À minha família, inicio com aqueles que me deram a vida, ao meu pai e minha mãe, sou muito grato pelos estímulos, conselhos e suporte. Esta conquista é minha, mas sem dúvida é dedicada a vocês. Deixo aqui expresso o meu amor pela minha mãe (*in memoriam*), mulher forte, segura, carinhosa e um exemplo para mim.

À minha linda esposa Cristina, companheira, amiga, meu amor, sou muito feliz ao seu lado. O seu brilho ilumina os meus passos. Te amo meu amor. Obrigado Cabeça!

Aos meus irmãos pela amizade, conselhos e torcida. Obrigado!

Ao meu orientador, Prof. Marcos Xavier por todo suporte durante esta jornada, por receber-me sob sua orientação e acreditar na minha capacidade. Sou muito grato pela sua paciência, incentivo e tranquilidade em conduzir-me nesta trajetória.

Às minhas co-orientadoras, Profa. Soraia Diniz e Dra. Cristina Teixeira, pela parceria e colaboração durante os meus estudos e também ao Prof. Paulinho (*in memoriam*) e Dr. Lucas, iniciadores de tudo. Ao Prof. Paulinho uma menção especial, pois enquanto permaneceu conosco foi um grande incentivador.

À cada amigo, pelo incentivo e torcida!

À minha comunidade do caminho neocatecumental, pelas orações e força!

Aos meus parceiros, amigos e colegas Flávia, Leandro, Isabela, Thiago, Begali, Andreza, Mariana, Renato, Mizael, Julya, Laís, Rui, Ana, Andréia e aos demais colegas de pós-graduação.

À Escola de Veterinária da UFMG, por disponibilizar toda infraestrutura necessária para a realização deste trabalho.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG pela concessão da bolsa de estudos.

Aos professores da Escola de Veterinária da UFMG pelos ensinamentos passados, pela disposição e disponibilidade em ajudar.

Aos funcionários da Escola de Veterinária, sobretudo o Luiz, Luzete, Sônia, Leonardo, Karol e André (porteiro) e demais, que sem dúvida nenhuma, contribuíram muito na concretização deste trabalho.

RESUMO

O agronegócio brasileiro está entre as atividades produtivas de maior importância para a economia do país. A cada ano seus índices avançam em nível de produtividade e comercialização. Somado a isso, as discussões sobre a disponibilidade e consumo de proteína animal têm ganhado destaque científico por conta da insegurança alimentar e das imprevisibilidades de futuro. Produzir alimentos com qualidade e em quantidades suficientes para atender ao crescimento populacional, tornou-se um dos maiores desafios da humanidade. Portanto, é importante conhecer e discutir possíveis impactos negativos causados por dípteros muscóides e ácaros hematófagos sobre a produção de ovos. Foram realizados três estudos distintos, o primeiro com o objetivo de conhecer os aspectos produtivos e econômicos de ovos no Brasil, o segundo para discutir a epidemiologia das ocorrências de ácaros hematófagos e avaliar os principais fatores de risco para ocorrência de *Musca domestica* e o terceiro estimar os impactos econômicos das infestações de dípteros e ácaro hematófagos para um galpão de produção de ovos. Realizou-se a descrição e georreferenciamento das variáveis produtivas, valores de comercialização de ovos, fatores de risco, a partir de banco de dados secundários, entre os anos de 2010 a 2020. A verificação dos principais fatores de risco para *M. domestica* foi feita empregando-se modelos de regressão logística. Para as análises de impactos econômicos foram construídos modelos estocásticos, aplicando-se a simulação de hipercubo latino, considerando um galpão com 50.000 galinhas poedeiras, durante um ciclo produtivo de um ano. No ano de 2019, o Brasil teve um consumo *per capita* de 230 ovos por habitante e uma valorização no preço dos ovos em 21%. As linhagens Hy-Line branca, Lohmann Branca, Hisex branca e Dekalb branca foram as mais frequentes (70%). A distribuição espacial das variáveis de risco para ácaros hematófagos mostrou maior presença de roedores (12), canário-da-terra (*Sicalis flaveola*) (11) e garça-vaqueira (*Bubulcus ibis*) (8). O intervalo de remoção dos dejetos (OR=1,004; IC95%=1,001 a 1,006; p=0,001), a umidade do esterco (OR=2,56; IC95% = 2,001 a 3,28; p=0,000) e a Regional de Passos (OR=123,81; IC95%=14,47 a 1058,98; p=0,000) foram variáveis predisponentes para ocorrência de *M. domestica*. Para um galpão com 50.000 galinhas poedeiras estimou-se um impacto médio de R\$30.862,26 causado pelas infestações por dípteros muscóides e de R\$228.313,67 para ácaros hematófagos. O custo médio para controle de dípteros com cirmazina foi estimado em R\$6.282,98 e com diflubenzuron um custo médio de R\$6.578,92. O controle químico para ácaros hematófagos com cipermetrina foi estimado em R\$6.276,00 e com fluralaner R\$16.842,67. As estimativas de custos associadas com as infestações por ectoparasitoses são dispendiosas para os galpões de granjas avícolas de postura. Cabe ressaltar que o custo não é a única ferramenta usada para a tomada de decisão para o controle químico, mas deve-se considerar a eficiência, a sensibilidade e a segurança para os animais e para a produção de ovos.

Palavras-chave: produção de ovos, infestações, epidemiologia, estimativas de custo, ectoparasitos.

ABSTRACT

Brazilian agribusiness is among the most important productive activities for the country's economy. Each year its indexes advance in terms of productivity and commercialization. Added to this, discussions about the availability and consumption of animal protein have gained scientific prominence due to food insecurity and the unpredictability of the future. Producing food with quality and in sufficient quantities to meet population growth has become one of humanity's greatest challenges. Therefore, it is important to know and discuss possible negative impacts caused by muscoid diptera and hematophagous mites on egg production. Three different studies were carried out, the first with the objective of knowing the productive and economic aspects of eggs in Brazil, the second to discuss the epidemiology of occurrences of hematophagous mites and assess the main risk factors for the occurrence of *Musca domestica* and the third to estimate the economic impacts of diptera and hematophagous mite infestations for an egg production poultry house. The description and georeferencing of production variables, egg marketing values, risk factors was carried out from a secondary database, between the years 2010 to 2020. The main risk factors for *M. domestica* were verified using logistic regression models. For the analysis of economic impacts, stochastic models were built, applying the Latin hypercube simulation, considering a poultry house with 50.000 laying hens, during a one-year production cycle. In 2019, Brazil had a per capita consumption of 230 eggs *per capita* and an increase in the price of eggs by 21%. The Hy-Line White, Lohmann White, Hisex White and Dekalb White were the most frequent lineages (70%). The spatial distribution of risk variables for hematophagous mites showed a greater presence of rodents (12), land canary (*Sicalis flaveola*) (11) and cattle heron (*Bubulcus ibis*) (8). The waste removal interval (OR=1.004; 95%CI=1.001 to 1.006; p=0.001), manure moisture (OR=2.56; 95%CI = 2.001 to 3.28; p=0.000) and the Region of Passos (OR=123.81; 95%CI=14.47 to 1058.98; p=0.000) were predisposing variables for the occurrence of *M. domestica*. For a poultry house with 50.000 laying hens it was estimated an average impact of R\$30.862,26 caused by infestations by muscoid diptera and R\$228.313,67 by hematophagous mites. The average cost to control diptera with cyromazine was estimated at R\$6.282,98 and with diflubenzuron an average cost of R\$6.578,92. The chemical control for hematophagous mites with cypermethrin was estimated at R\$6.276,00 and with fluralaner R\$16.842,67. Estimates of costs associated with ectoparasitic infestations are costly for poultry houses. It should be noted that cost is not the only tool used for decision making for chemical control, but efficiency, sensitivity and safety for animals and for egg production must be considered.

Keywords: egg production, infestations, epidemiology, cost estimates, ectoparasites.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1A.	Lesões pruriginosas provocadas pelo parasitismo de <i>O. sylviarum</i> no abdome de trabalhadora da granja de galinhas poedeiras.....	17
Figura 1B.	Fotografia de <i>O. sylviarum</i> coletado no galpão de granja comercial de postura em Minas Gerais.....	17
Figura 1C.	Placa anal de <i>O. sylviarum</i> em formato de lágrima (placa anal com abertura anterior e forma que se afila no sentido anteroposterior).....	17
Figura 1D.	Penas da região pericloacal de galinha parasitada por <i>O. sylviarum</i> , com escore de infestação igual a 7 (Arthur e Axtell, 1983), ou seja, com mais de 10.000 ácaros.....	17
Figura 2	Galpão contendo esterco úmido com a presença de larvas de dípteros (indicadas pelas setas vermelhas).....	22
Capítulo I		
Figura 1	Ranking mundial de produção de ovos (toneladas) dos sete países mais produtores entre o período de 2010 a 2019.....	45
Figura 2	Produção de ovos no Brasil de acordo com os trimestres entre o período de 2016 a 2020.....	46
Figura 3	Consumo <i>per capita</i> de ovos no Brasil entre os anos de 2010 a 2019.....	47
Figura 4	Mapas comparativos entre os números de ovos produzidos e efetivo de galinhas alojadas no Brasil (2019 a 2020).....	48
Figura 5	Mapas comparativos entre os valores da comercialização de 30 dúzias de ovos brancos grandes no Brasil (2019 a 2020).....	49
Capítulo II		
Figura 1	Frequência de linhagens encontradas nos galpões de granjas avícolas de postura do estado de Minas Gerais (2013).....	58
Figura 2	Relação entre as variáveis de risco para presença de ácaros hematófagos em galpões de granjas de postura no estado de Minas Gerais (2013).....	60
Capítulo III		
Figura 1	Estimativa de receita da produção de ovos na ausência de artrópodes em galpão com 50.000 aves em granja de postura no estado de Minas Gerais, 2021.....	78
Figura 2	Análise de sensibilidade (regressão) das variáveis que compõem a estimativa de receita da produção na ausência de artrópodes em galpão com 50.000 aves em granja de postura do estado de Minas Gerais, 2021.....	79
Figura 3	Estimativa do impacto associado com infestações por dípteros muscóides em galpão com 50.000 aves de granja de postura no estado de Minas Gerais, 2021.....	79
Figura 4	Análise de sensibilidade (regressão) das variáveis que compõem o modelo geral do impacto das infestações por dípteros muscóides em galpão com 50.000 aves de granja de postura no estado de Minas Gerais, 2021.....	80
Figura 5	Estimativa de custo associado com o controle de dípteros muscóides com ciromazina em galpão com 50.000 aves de granja de postura no estado de Minas Gerais, 2021.....	81
Figura 6	Análise de sensibilidade (regressão) das variáveis que compõem o modelo geral do controle de dípteros muscóides por ciromazina em galpão com 50.000 aves de granja de postura no estado de Minas Gerais, 2021.....	82
Figura 7	Estimativa de custo associado com o controle de dípteros muscóides com diflubenzuron em galpão com 50.000 aves de granja de postura no estado de Minas Gerais, 2021.....	83
Figura 8	Análise de sensibilidade (regressão) das variáveis que compõem o modelo geral do controle de dípteros muscóides com diflubenzuron em galpão com 50.000 aves de granja de postura no estado de Minas Gerais, 2021.....	84
Figura 9	Estimativa de impacto associado com as infestações por ácaros hematófagos em galpão com 50.000 aves de granja de postura no estado de Minas Gerais, 2021.....	85

Figura 10	Análise de sensibilidade (regressão) das variáveis que compõem o modelo geral associado com infestações por ácaros hematófagos em galpão com 50.000 aves de granja de postura no estado de Minas Gerais, 2021.....	85
Figura 11	Estimativa de custo associado com o controle de ácaros hematófagos com cipermetrina em galpão com 50.000 aves de granja de postura no estado de Minas Gerais, 2021.....	86
Figura 12	Análise de sensibilidade (regressão) das variáveis que compõem o modelo geral do controle de ácaros hematófagos com cipermetrina em galpão com 50.000 aves de granja de postura no estado de Minas Gerais, 2021.....	87
Figura 13	Estimativa de custo associado com o controle de ácaros hematófagos com fluralaner em galpão com 50.000 aves de granja de postura no estado de Minas Gerais, 2021.....	88
Figura 14	Análise de sensibilidade (regressão) das variáveis que compõem o modelo geral do controle de ácaros hematófagos com fluralaner em galpão com 50.000 aves de granja de postura no estado de Minas Gerais, 2021.....	89

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Exemplos de agentes etiológicos isolados e com potencial de transmissão por ácaros hematófagos.....	18
Tabela 2	Exemplos de agentes etiológicos isolados e com potencial de transmissão por dípteros.....	24
Capítulo I		
Tabela 1	Regressão linear simples entre o consumo <i>per capita</i> e produção de ovos brasileira (2010 a 2019).....	47
Capítulo II		
Tabela 1	Características associadas com a ocorrência de ectoparasitos em granjas comerciais de galinhas de postura do estado de Minas Gerais.....	56
Tabela 2	Características potenciais para a ocorrência de infestações por <i>M. domestica</i> em granjas comerciais de galinhas de postura em Minas Gerais (2013).....	61
Tabela 3	Características predisponentes para ocorrência de <i>M. domestica</i> em granjas comerciais de galinhas de postura do estado de Minas Gerais (2013).....	62
Capítulo III		
Tabela 1	Valores médios da caixa com 30 dúzias de ovos grandes brancos, conforme os estados brasileiros (2019-2020).....	74
Tabela 2	Variáveis e valores usados nos modelos de impactos econômicos para infestações por dípteros e ácaros hematófagos(2021).....	75
Tabela 3	Variáveis e valores utilizadas para estimar o custo dos tratamentos contra as infestações por dípteros muscóides e ácaros hematófagos, Minas Gerais (2021).....	77

LISTA DE ABREVIATURAS

ABPA	Associação Brasileira de Proteína Animal
FAO	Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura
ONU	Organização das Nações Unidas
URA	Umidade Relativa do Ar
°C	Graus Celsius
DL ₉₀	Dose de uma dada substância capaz de causar a morte de 90% de uma população em teste
DL ₉₅	Dose de uma dada substância capaz de causar a morte de 95% de uma população em teste
mm	Milímetros
EUA	Estados Unidos da América
SINDAN	Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Saúde Animal
PIB	Produto Interno Bruto
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
MHC	Complexo de Histocompatibilidade Principal
OR	Razão de Chances (<i>Odds Ratio</i>)
IC	Intervalo de Confiança
HL	Hipercubo Latino
CRMV-MG	Conselho Regional de Medicina Veterinária do Estado de Minas Gerais
EPI	Equipamento de Proteção Individual
IN	Instrução Normativa
OMS	Organização Mundial da Saúde
CNS	Conselho Nacional de Saúde

SUMÁRIO

	RESUMO	6
	ABSTRACT	7
1	INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA	12
2	OBJETIVOS	14
2.1	Objetivo geral.....	14
2.2	Objetivos específicos.....	14
3	REVISÃO DE LITERATURA	15
3.1	Informações gerais sobre as ectoparasitoses.....	15
3.2	Biologia dos ácaros hematófagos.....	16
3.3	Importância dos ácaros hematófagos para a saúde pública e avicultura de postura.....	17
3.4	Controle de ácaros hematófagos em granjas de postura.....	19
3.5	Biologia de dípteros muscóides de interesse na avicultura de postura.....	21
3.6	Importância da ordem Diptera para a saúde pública e avicultura de postura.....	24
3.7	Métodos de controle para dípteros muscóides em granjas de postura.....	26
3.8	Análises econômicas aplicadas à epidemiologia veterinária.....	27
3.9	Modelos econômicos aplicados à epidemiologia veterinária.....	27
4	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30

	CAPÍTULO I- ASPECTOS PRODUTIVOS E ECONÔMICOS RELACIONADOS À AVICULTURA DE POSTURA NO BRASIL.....	41
	RESUMO.....	41
	ABSTRACT.....	41
1	INTRODUÇÃO.....	42
2	MATERIAL E MÉTODOS.....	43
2.1	Delineamento e variáveis do estudo.....	43
2.2	Banco de dados.....	43
2.3	Análise estatística.....	44
2.4	Georrefenciamento.....	44
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	44
4	CONCLUSÃO.....	50
5	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	50
	CAPÍTULO II- EPIDEMIOLOGIA BASEADA NO RISCO PARA ARTROPÓDES ASSOCIADOS COM A AVICULTURA DE POSTURA EM MINAS GERAIS.....	53
	RESUMO.....	53
	ABSTRACT.....	53
1	INTRODUÇÃO.....	54
2	MATERIAL E MÉTODOS.....	56
2.1	Delineamento e variáveis do estudo.....	56
2.2	Caracterização da área de estudo.....	56
2.3	Banco de dados.....	56
2.4	Análise estatística.....	57
2.5	Georrefenciamento.....	58
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	58
4	CONCLUSÃO.....	64
5	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	64
	CAPÍTULO III- ESTIMATIVA DE CUSTOS ASSOCIADOS COM ÀS INFESTAÇÕES POR DÍPTEROS E ÁCAROS HEMATÓFOCAGOS EM GALPÃO DE GRANJA DE POSTURA EM MINAS GERAIS.....	68
	RESUMO.....	68
	ABSTRACT.....	68
1	INTRODUÇÃO.....	69
2	MATERIAL E MÉTODOS.....	71
2.1	Delineamento do estudo.....	71
2.2	Caracterização da área de estudo.....	71
2.3	Modelo matemático para estimativa dos impactos das infestações de dípteros e ácaros hematófagos.....	71
2.4	Distribuições utilizadas no modelo.....	72
2.5	Banco de dados e variáveis do estudo.....	72
2.5.1	Banco de dados e variáveis do estudo para controle de artrópodes.....	76
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	78
4	CONCLUSÃO.....	90
5	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	91

1- INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

Segundo a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO, 2009), no final de 2050 a população mundial estará entre 9,3 a 10,6 bilhões de pessoas e com uma estimativa razoável em torno de 10 bilhões. Este cenário provocará um aumento no consumo de proteína animal impulsionado pelo crescimento mundial da população (FAO, 2009). Aliado ao crescimento populacional, o aumento da renda contribuirá na maior demanda por produtos de origem animal. Para Gazzoni (2017), este cenário exigirá um aumento substancial da produção animal e vegetal para atender às necessidades mundiais. Neste contexto, o Brasil poderá aumentar sua produtividade e suas exportações, a fim de atender a esta demanda e sobressair economicamente com relação aos seus concorrentes. Para isso, será necessário investimento em novas tecnologias e pesquisas no setor agropecuário para avançar e obter sucesso na produção, respeitando as necessidades da sociedade e ambientais.

Produzir alimentos com qualidade e em quantidade suficiente para atender ao crescimento populacional, tornou-se um dos maiores desafios da humanidade. Essa meta exige o desenvolvimento de tecnologias racionais que otimizem o uso de recursos naturais, ampliando a capacidade produtiva, além de criar estratégias para redução de perdas produtivas (Resende et al., 2016).

Atualmente, observa-se que no Brasil o consumo *per capita* de produtos de origem animal vem aumentando ao longo dos anos. Este indicador pode ser usado para demonstrar o aumento da produtividade, como mostrado pelo relatório anual da Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA, 2018). Segundo a Organização das Nações Unidas (ONU), haverá um acréscimo de mais de três bilhões de pessoas nas projeções da população mundial até 2050, o que levará a necessidade de aumento na produção de alimentos em mais de 70% (FAO, 2009).

Considerando este contexto e os diversos produtos de origem animal, o ovo é um dos alimentos mais nutritivos, de alto valor biológico, com nutrientes importantes para a saúde humana, entre eles, proteínas, carboidratos, ácidos graxos, vitaminas e minerais (Brugalli et al., 1998; Terra, 1999; Barancelli et al., 2012). Além disso, é de fácil acesso e de baixo custo, permitindo o aumento do consumo por toda sociedade e atendendo às necessidades da população de baixa renda (Pascoal et al., 2008). De acordo com Oliveira et al. (2018), para aumentar a produtividade, qualidade e disponibilidade de ovos para a sociedade, é de suma importância uma linha de investimento para que os avicultores sejam capazes de tecnificar seus galpões e melhorar sua capacidade produtiva. Além disso, é importante destacar que certas medidas de manejo devem ser realizadas de forma precoce para controle de ectoparasitos e outros problemas relacionados à qualidade e segurança do alimento em toda a cadeia produtiva.

A avicultura de postura é uma atividade de grande importância para a economia do Brasil, o qual é considerado o 5º maior produtor mundial de ovos. Essa atividade ocupa uma posição de destaque no cenário agropecuário brasileiro. No ano de 2019, foram alojados 118,4 milhões de aves de postura, com uma produção de 4,087 bilhões de dúzias de ovos (ABPA, 2020). No ano de 2016, o estado de Minas Gerais foi o 2º maior produtor de ovos com 11,31% e o maior exportador com 56,04% no ano de 2018 (ABPA, 2017; ABPA, 2019). Observa-se que a avicultura de postura vem alcançando resultados positivos na sua produção, no ano de 2021, o relatório da ABPA mostrou a capacidade de produzir 431 ovos/ave durante o período de um ano (ABPA, 2021). Este resultado se deve à implementação de novos sistemas de produção, técnicas de criação, ao melhoramento genético e nutricional das aves, que proporcionaram melhores índices de produtividade animal.

No entanto, conforme descrito por Axtell e Arends (1990) e Soares et al. (2008), a evolução científica e tecnológica da avicultura nas últimas décadas resultaram em sistemas com elevada densidade de galinhas poedeiras nos galpões. Portanto, a criação em sistemas de gaiolas com menor espaço físico impede que as aves realizem certos comportamentos naturais de defesa contra os ectoparasitos como, a exposição ao sol, a limpeza das penas com o bico e a procura de locais com terra seca para se revolverem e eliminarem os ectoparasitos de suas penas (Tucci, 2004). A maioria dos problemas na produção de ovos é causada pela combinação de fatores inter-relacionados, como o manejo, o estresse, a nutrição e a exposição aos patógenos. O setor de produção de ovos se dinamizou ao longo do tempo para atender às exigências do consumidor, de bem-estar animal e, conseqüentemente, diminuir as suas perdas. Mas, é notável que a utilização de gaiolas convencionais em combinação com altas densidades de aves são fatores preocupantes, tanto para a saúde e bem-estar, quanto para os prejuízos econômicos apresentados ao produtor (Amaral et al., 2016). Somado a isso, observa-se elevadas densidades de criação com muitas granjas em algumas regiões, como nas cidades de Itanhandú, Bastos e Santa Maria de Jetibá, o que podem representar um risco para a biossegurança das granjas. Ainda, o excesso de manejos estressantes (desdobra, transferências, debicagens, etc...), e a falta de investimentos em ambiência podem acarretar no aumento do estresse e de suas conseqüências. Outros fatores, como o acumulado de esterco abaixo das gaiolas, a falta de climatização, manejo inadequado e falta de assistência técnica devem ser levados em consideração (Lopes et al., 2007; Amaral et al., 2016; Oliveira et al., 2020). As situações mencionadas podem contribuir para a proliferação de importantes ectoparasitos de aves, tais como moscas, piolhos e ácaros, os quais são importantes problemas de ordem sanitária para a avicultura de postura (Axtell e Arends, 1990).

Algumas espécies de ectoparasitos podem levar à baixa produtividade, diminuição da qualidade dos ovos e, sobretudo, causar debilidade aos seus hospedeiros, por isso são

consideradas pragas que causam prejuízos econômicos para a avicultura industrial (DeVaney, 1979; Guimarães et al., 2001; Tucci et al., 2005; Mullens et al., 2009; Vezzoli et al., 2016).

Entre os ectoparasitos que podem infestar galinhas poedeiras, temos os ácaros hematófagos *Dermanyssus gallinae* (De Geer, 1778), *Ornithonyssus bursa* (Berlese, 1888) e *Ornithonyssus sylviarum* (Canestrini e Fanzago, 1877) que são parasitos obrigatórios. As espécies *D. gallinae* e *O. sylviarum* apresentam maior importância para a avicultura industrial de postura, uma vez que causam maiores danos econômicos, produtivos e sanitários para os plantéis. Não há descrições de *O. bursa* causando prejuízos nos sistemas comerciais de produção de ovos. Entretanto, Cunha (2013) encontrou uma frequência de 19,26% deste ectoparasito nos estabelecimentos visitados no estado de Minas Gerais, além de coinfeições pelo gênero *Ornithonyssus*. As três espécies de ácaros hematófagos já foram descritas parasitando galinhas de postura no Brasil (Faccini e Massard, 1974; Faccini, 1987; Tucci et al., 1998; Cunha, 2013; Teixeira, 2016). Além destes ectoparasitos, os dípteros são pragas que estão associados à transmissão de patógenos e ao incômodo às galinhas, o que pode refletir na diminuição das taxas de produtividade no sistema de produção de ovos (Greenberg, 1971; Borges, 2006; Lopes et al., 2007). Em sistemas intensivos e menos desenvolvidos de produção de ovos, as galinhas são alojadas em altas densidades, com maior acúmulo de esterco abaixo das gaiolas e consequente desenvolvimento de uma diversidade de dípteros (Borges, 2006; Lopes et al., 2007; Oliveira et al., 2018; Rezende et al., 2019).

Considerando a importância das infestações de ácaros hematófagos e dípteros para os sistemas produtivos de ovos, estimou-se os impactos econômicos das infestações destes artrópodes e seus custos decorrentes das medidas de controle, a fim de conhecer o melhor retorno econômico e auxiliar na tomada de decisão na avicultura de postura. No Brasil, não existem estudos que demonstrem por meio de modelagem estocástica os prejuízos econômicos relacionados com essas infestações.

2- OBJETIVOS

2.1- Objetivo Geral

Este trabalho possui o objetivo de revisar dados produtivos e econômicos de ovos no Brasil, verificar aspectos epidemiológicos das ocorrências de ácaros hematófagos e dípteros e estimar seus impactos econômicos e custos de controle de suas infestações para um galpão de granja de postura.

2.2- Objetivos Específicos

- Apresentar e discutir dados econômicos e produtivos de ovos no Brasil;

- Apresentar e avaliar variáveis de risco para ocorrência de *Musca domestica* em sistemas avícolas de produção de ovos do estado de Minas Gerais;
- Estimar o limiar de perda econômica causado por ácaros hematófagos e dípteros muscoides em sistema produtivo de ovos do estado de Minas Gerais;
- Estimar os impactos econômicos causados pelas infestações de ácaros hematófagos e dípteros sobre a produção de ovos em galpão do estado de Minas Gerais;
- Determinar a relação custo-benefício do controle sobre as infestações por ácaros hematófagos e dípteros em sistemas avícolas de produção de ovos do estado de Minas Gerais.

3- REVISÃO DE LITERATURA

3.1- Informações gerais sobre as ectoparasitoses

Os ectoparasitos de aves são artrópodes que vivem sobre a pele e penas, se alimentam de células mortas da pele, penas, sangue, linfa e obtêm calor e proteção em seus hospedeiros. Estes ectoparasitos já foram descritos causando prejuízos na saúde das aves de postura e consequente redução na produção de ovos (De Vaney, 1986; Axtell e Arends, 1990; Guimarães et al., 2001; Tucci et al., 2014; Murillo e Mullens, 2017).

Dentre os diversos grupos de ectoparasitos temos os ácaros hematófagos, como o *Dermanyssus gallinae* (De Geer, 1778), *Ornithonyssus sylviarum* (Canestrini e Fanzago, 1877) e *Ornithonyssus bursa* (Berlese, 1888), ácaros plumícolas do gênero *Megninia*, a espécie *Allopsoroptoides galli* (Tucci et al., 2005; Cunha, 2013; Mironov, 2013; Teixeira, 2016). Outro grupo de maior ocorrência são os piolhos dos gêneros *Menacanthus*, *Menopon*, *Lipeurus*, *Cuclotogaster*, *Goniocotes* e *Goniodes* que infestam galinhas de postura e aves silvestres (Figueiredo et al., 1993; Oliveira et al., 1999; Guimarães et al., 2001; Guerra et al., 2008; Ferreira et al., 2010; Rezende et al., 2016). Além dos ectoparasitos, os dípteros muscóides são importantes pragas que se desenvolvem no interior dos galpões sobre a matéria orgânica, como a *M. domestica*, *Fannia* spp. e *Chrysomya* spp. (Borges, 2006; Lopes et al., 2007; Rezende et al., 2018; Rezende et al., 2019a).

Dentre os impactos ocasionados pelas infestações de ectoparasitos e pragas sobre às aves, destacam-se o estresse, a transmissão de agentes etiológicos, a anemia em diferentes graus, o desenvolvimento desigual entre os animais, a diminuição da produtividade, entre outros. Aves sob o estresse desencadeado pelo parasitismo podem ter elevados níveis de corticosteroides, o que pode levar à redução do consumo de alimentos, da atividade gonadal, alterações cardiovasculares, baixa eficiência da resposta imune e aumento da susceptibilidade a doenças secundárias (DeVaney, 1986; Axtell e Arends, 1990).

3.2- Biologia dos ácaros hematófagos

Os ácaros hematófagos são parasitos obrigatórios das galinhas de postura e de outras espécies de aves domésticas e silvestres. Os ácaros *O. sylviarum*, *O. bursa* e *D. gallinae* são artrópodes que pertencem à ordem Acari, à subordem Mesostigmata. O ciclo biológico contém cinco fases: ovo, larva, protoninfa, deutoninfa e adulto (macho e fêmea) (Sikes e Chamberlain, 1954; Axtell e Arends, 1990). Nos ácaros do gênero *Ornithonyssus* o estágio de deutoninfa não realiza o repasto sanguíneo, entretanto na espécie *D. gallinae* tanto a protoninfa quanto a deutoninfa realizam o repasto sanguíneo (Sikes e Chamberlain, 1954).

Os ácaros do gênero *Ornithonyssus* possuem comportamentos biológicos diferentes de *D. gallinae*, pois tendem a permanecer a maior parte do tempo sobre o hospedeiro e não se ingurgitam completamente com a realização de um único repasto sanguíneo (Sikes e Chamberlain, 1954). Em contrapartida *D. gallinae* permanece no ambiente em colônias reunidas em frestas no interior dos galpões, realiza o repasto sanguíneo de uma única vez em ambientes escuros ou no período noturno (Sikes e Chamberlain, 1954; Teixeira, 2011; Cunha, 2013). As galinhas são os hospedeiros preferenciais desses ácaros, entretanto na ausência desses hospedeiros e se mantidos sem alimentação, eles podem realizar o repasto sanguíneo em vários hospedeiros vertebrados (Oliveira et al., 2012; Teixeira et al., 2020; Waap et al., 2020).

Condições ambientais, como temperatura e umidade relativa do ar (URA), podem interferir no ciclo biológico destes ectoparasitos. Segundo Crystal (1985), temperaturas entre 20 e 30°C podem reduzir o tempo de eclosão dos ovos de *O. sylviarum* e à medida que a temperatura se eleva, a viabilidade desses ovos diminui. Para o *D. gallinae*, a temperatura de 35°C não é satisfatória para seu desenvolvimento, por isso em épocas de muito calor a população deste ácaro pode diminuir ou até mesmo desaparecer por um determinado período, devido à sua baixa capacidade de viabilidade (Tucci 2004). Os trabalhos de Møller (1991a; 1994b) sugerem que a temperatura e outras condições microclimáticas durante o verão são particularmente favoráveis para a sobrevivência e reprodução de *O. bursa*.

Com relação à URA, Crystal (1985) comprovou que a taxa de eclosão dos ovos de *O. sylviarum* foi constante entre 60 e 100%, porém houve uma redução da eclodibilidade quando os valores foram inferiores a 60%. Chen e Mullens (2008) demonstraram que o período de sobrevivência de estágios (protoninfas e adultos) do ácaro *O. sylviarum* diminuiu consideravelmente quando a temperatura aumentou e a URA foi reduzida, alcançando apenas sete dias de sobrevivência a 33°C e 31% URA. Para avaliar a dinâmica populacional de *O. sylviarum*, Teixeira (2016) verificou que as condições de temperatura e URA poderiam afetar o ciclo biológico de *O. sylviarum*. A autora constatou

um aumento na intensidade de infestação por esse ácaro em dois momentos no estudo, que corresponderam aos meses de outubro a dezembro de 2013 e aos meses de maio a julho de 2014. Além disso, verificou que esses períodos apresentaram temperaturas em torno de 25 a 30°C e URA acima de 36%, o que poderia contribuir no aumento da intensidade de infestação sobre as aves. Em um estudo realizado com fêmeas ingurgitadas do ácaro *D. gallinae* para avaliar os efeitos de diferentes URAs (30, 45, 70 e 90%) sob temperatura constante de 20°C, verificou-se que as fêmeas quando mantidas a 70% de URA ovipuseram mais que aquelas mantidas nas demais umidades. Observou-se ainda que as porcentagens de muda aumentaram em URAs mais elevadas (Nordenfors et al., 1999).

A partir dos estudos mencionados, percebe-se que as condições ambientais, como temperatura e umidade relativa do ar podem influenciar as características epidemiológicas de ocorrência dos ácaros hematófagos, afetando diretamente seus ciclos biológicos.

3.3- Importância dos ácaros hematófagos para a saúde pública e avicultura de postura

Um aspecto importante das infestações por ácaros hematófagos se deve a variedade de hospedeiros susceptíveis. No Brasil, Teixeira et al. (2020) relataram o primeiro ataque de ácaros hematófagos em funcionário de granja de postura (Figura 1A, B, C e D).

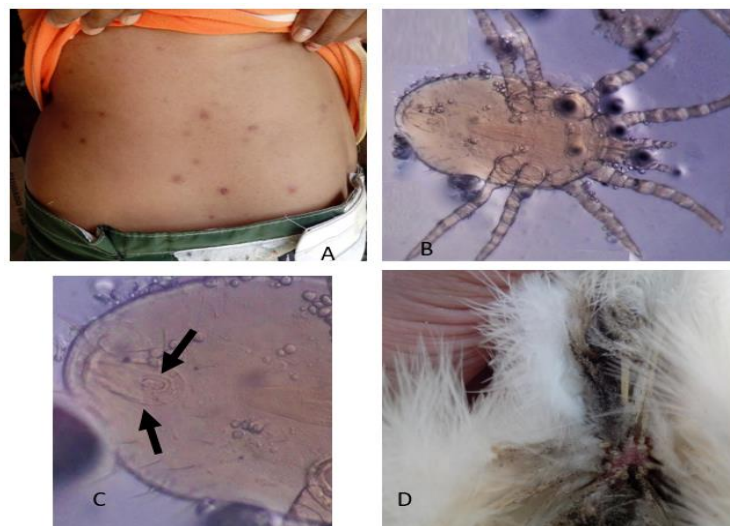


Figura 1A. Lesões pruriginosas provocadas pelo parasitismo de *O. sylviarum* no abdome de trabalhadora da granja de galinhas poedeiras. Figura 1B. Fotografia de *O. sylviarum* coletado no galpão de granja comercial de postura em Minas Gerais. Figura 1C. Placa anal de *O. sylviarum* em formato de lágrima (placa anal com abertura anterior e forma que se afila no sentido anteroposterior). Figura 1D. Penas da região pericloacal de galinha parasitada por *O. sylviarum*, com escore de infestação igual a 7 (Arthur e Axtell, 1983), ou seja, com mais de 10.000 ácaros.

No estado do Rio Grande do Sul, Oliveira et al. (2012) relataram um caso de parasitismo acidental em um morador da cidade de Santa Maria, com lesões pruriginosas nos braços e pernas. Durante a inspeção no apartamento observaram os ácaros saindo pelo ducto do ar condicionado. Na identificação constataram que o ataque foi causado por *O. bursa*, abrigado em ninhos de passáros na área externa acima do aparelho.

No Peru Téllez et al. (2008), descreveram o primeiro relato de dermatite associada com a presença de *O. sylviarum*, o surgimento de dermatite pruriginosa com lesões papulares e eritematosas foram observadas em várias pessoas da cidade de Lima. Os autores relataram que os ataques ocorreram devido à presença de ninhos de pombos infestados pelo parasito nos arredores das casas.

Em um hospital de Montreal Auger et al. (1979), descreveram 10 casos de lesões na pele caracterizadas por pápulas, exantemas e prurido em funcionários e pacientes. Estes casos foram atribuídos ao ácaro *D. gallinae*, associados com ninhos de pombos localizados próximos às janelas e em aparelhos de ar-condicionado considerados as fontes da infestação.

As infestações por estes ácaros podem levar ao desenvolvimento de dermatite pruriginosa e/ou doença respiratória alérgica (Sikes e Chamberlain, 1954; Lutsky e Bar-Sela, 1982; Serafini et al., 2003; Téllez et al., 2008, Oliveira et al., 2012, Waap et al., 2020; Teixeira et al., 2020). As infestações por ácaros hematófagos podem ocorrer em áreas urbanas, sendo responsáveis pelas interdições em locais públicos, como escolas e hospitais. Além disso, estão associados com a proliferação de ninhos de aves sinantrópicas, como no caso de pombos.

Outro aspecto importante da presença de infestações pelos ácaros hematófagos se deve a descrição de isolamento e possível potencial de transmissão de importantes agentes etiológicos, inclusive de doenças zoonóticas (Tabela 1).

Tabela 1. Agentes etiológicos isolados e com potencial de transmissão por ácaros hematófagos

AGENTE ETIOLÓGICO	REFERÊNCIA
Vírus da Encefalite de Saint Louis	Smith et al. (1948)
Vírus da Encefalomielite Equina do Oeste	Chamberlain e Sikes (1955)
Vírus da Encefalomielite Equina Venezuelana	Durden et al. (1992)
Vírus influenza A	Sommer et al. (2016)
<i>Coxiella burnetii</i>	Zemskaya and Pchelkina (1967)
<i>Salmonella enteritidis</i>	Moro et al. (2009)

Os consequentes impactos econômicos gerados pelo parasitismo ressaltam a importância destes ectoparasitos. Em 1967, Kirkwood demonstrou que *D. gallinae* foi capaz de causar anemia de forma rápida e muitas vezes fatal em galinhas. Além disso, as aves apresentam perda de peso, diminuição da eficiência da conversão alimentar,

acometimento por doenças secundárias, dermatite e feridas na pele (DeVaney, 1979; DeVaney et al., 1982; DeVaney, 1986; Guimarães et al., 2001; Murillo e Mullens, 2017).

Segundo DeVaney (1979), o parasitismo pelo ácaro *O. sylviarum* foi responsável por perdas superiores a 76 milhões de dólares para a indústria avícola dos Estados Unidos na década de 70. Em outro estudo realizado por Mullens et al. (2009), as elevadas infestações por *O. sylviarum* levaram a diminuição de 2,1 a 4% na produção de ovos e prejuízos econômicos em torno de US\$1.960 a US\$2.800 durante o período de 10 semanas.

Com relação a *O. bursa*, conhecido como ácaro da galinha ou piolho de galinha, é um ectoparasito tropical e hematófago de aves domésticas e silvestres. No hospedeiro pode provocar perda considerável de sangue e lesões com prurido intenso, irritação e anemia nas aves, podendo determinar a morte de aves jovens e até mesmo adultas. Em elevadas infestações as galinhas poedeiras e as aves silvestres podem abandonar os ninhos devido ao desconforto desse parasitismo (Post, 1981; Guimarães et al., 2001). No Brasil, não existem dados econômicos sobre os efeitos de *O. bursa*. Em outros países, o impacto do parasitismo por este ácaro não tem afetado significativamente as aves de postura (Stamp et al., 2002; Berggren, 2005).

Entre as espécies de ácaros hematófagos de maior interesse na avicultura industrial, o *D. gallinae* pode causar anemia, alterações comportamentais, além de queda de peso nas aves hospedeiras em fase de crescimento (Kirkwood 1967; Kilpinen et al., 2005). Grandes infestações por este artrópode podem também aumentar a taxa de mortalidade em aviários ou reduzir a produção de ovos em granjas de postura e de matrizes (Faccini, 1987). Os custos decorrentes das infestações por *D. gallinae* foram estimados na ordem de € 130 milhões na Europa, resultantes das estratégias de controle, bem como, das perdas ocasionadas na produção (Van Emous, 2005).

As espécies *D. gallinae* e *O. sylviarum* podem levar à baixa produtividade, diminuição da qualidade dos ovos e sobretudo causar debilidade aos seus hospedeiros, por isso são considerados ectoparasitos responsáveis por prejuízos econômicos para a avicultura de postura. No Brasil, as despesas decorrentes das infestações por estes ácaros hematófagos não são conhecidas e não foram estimadas para o agronegócio avícola de postura.

3.4- Controle de ácaros hematófagos em granjas de postura

Nos últimos 100 anos, uma variedade de pesticidas e inseticidas foram usados com sucesso para controlar infestações causadas por pragas (McNair, 2014). No entanto, o uso excessivo e não estratégico dessas drogas tem causado o desenvolvimento de resistência em diversas espécies de artrópodes (Camillo et al., 2009; Bass e Field 2011; Naqqash et al., 2016; Katsavou et al., 2020; Sparagano e Ho, 2020). O controle químico atualmente é o método mais comumente utilizado para combate dos ectoparasitos.

Produtos sintéticos a base de cipermetrina, carbaril, tetraclorvinfós, diazinon, piretróide, permetrina, organofosforados, fluralaner entre outros, são exemplos de pesticidas usados no controle de ácaros hematófagos.

Thind e Ford (2007) mostraram que a cipermetrina foi a base menos eficaz para o ácaro *D. gallinae*. Marangi et al. (2009) realizaram estudo na Itália com populações de *D. gallinae* coletadas em campo e constataram no laboratório que o ácaro foi resistente ao carbaril. Brauneis et al. (2017) demonstraram que após 4 horas da administração de fluralaner, constatou-se a mortalidade de ácaros e uma eficácia entre 98,7 a 100% nos 12 dias primeiros de tratamento. Thomas et al. (2018) verificaram em testes de sensibilidade que *D. gallinae* apresentou resistência por cipermetrina e propoxur em 13 isolados de campo da Europa e do Brasil, mas mostrou-se sensível ao fluralaner. Na China, Wang et al. (2021) avaliaram a susceptibilidade de oito isolados de *D. gallinae* de Pequim, por phoxim, amitraz, propoxur, carbaril, fipronil, permetrina e beta-cipermetrina. Os autores constataram que a maioria dos isolados de campo apresentou sensibilidade a phoxim, amitraz, propoxur e carbaril. Quatro isolados de campo desenvolveram um nível extremamente alto de resistência à beta-cipermetrina e permetrina.

Mullens et al. (2004) verificaram que *O. sylviarum* apresentou resistência cruzada para tetraclorvinfós + diclorvós e carbaril. Os autores sugeriram que esse mecanismo de resistência poderia ser similar para ambos compostos. Teixeira (2016) observou que os valores das DL₅₀ e DL₉₅ foram elevados em comparação às doses recomendadas pelos fabricantes da cipermetrina 10% e 15% nos testes de sensibilidade para *O. sylviarum*. No entanto, a cipermetrina + clorpirifós mostrou resultados de DL₅₀ e DL₉₅ inferiores à dose recomendada pelo fabricante e poderia ser utilizado no controle do ectoparasito. Mullens et al. (2017), verificaram que *O. sylviarum* foi moderadamente sensível após a exposição e contato com propoxur e altamente sensível à fluralaner. Hinkle et al. (2018), constataram que a administração de fluralaner por via oral com um intervalo de uma semana entre os tratamentos, foi eficaz no controle das infestações por *O. sylviarum*.

O monitoramento periódico da resistência de ácaros hematófagos aos acaricidas é um método fundamental para o controle efetivo nas granjas de postura. Ressalta-se ainda, que não há informações sobre as estimativas de custos para controle de ácaros hematófagos em granjas de postura no Brasil.

Embora o controle químico seja a estratégia mais comumente utilizada para o controle de ácaros hematófagos, alguns métodos alternativos já foram avaliados. O biocontrole com artrópodes predadores já se mostrou efetivo como método alternativo de controle de *D. gallinae* (Guimarães et al., 1992; Lesna et al., 2009; Toldi et al., 2017). Além disso, estudos têm demonstrado que formulações com a presença de fungos entomopatogênicos e bactérias conseguiram controlar em ensaios de laboratório e em granjas as infestações por ácaros hematófagos (McKeen et al., 1988; Tavassoli et al., 2008; Oliveira et al., 2014; Immediato et al., 2015). No Brasil, Soares et al. (2008) avaliaram a

eficácia do extrato de NIM (*Azadirachta indica*) a 2% e constataram que a realização de três tratamentos com intervalos semanais entre eles, promoveu o controle efetivo do ácaro.

3.5- Biologia de dípteros muscóides de interesse na avicultura de postura

A ordem Diptera possui mais de 151.000 espécies descritas, é considerada a segunda maior ordem da classe Insecta, atrás apenas da ordem Coleoptera (Brusca e Brusca, 2003). Essa ordem possui muitos insetos de importância médica veterinária, que se instalam nos tecidos ou são importantes carreadores de agentes etiológicos.

Os dípteros são considerados holometábolos, ou seja, possuem metamorfose completa, para seu desenvolvimento e sobrevivência utilizam diferentes substratos, como restos alimentares, carcaças de animais, ovos quebrados e fezes acumuladas (Peck e Anderson, 1970; Prado, 2003, Borges, 2006; Rezende et al., 2019b) (Figura 2). Em seu ciclo biológico passam por quatro estágios: ovo, larva, pupa e adulto. Em sua maioria são ovíparos, sendo os ovos depositados em matéria orgânica. Os estágios larvais apresentam comportamento biológico totalmente diferente dos adultos. Deste modo, os dípteros podem ser parasitas na fase larval ou adulta, sendo difícil o comportamento como parasita em ambos os estágios (Guimarães et al., 2001; Triplehorn et al., 2011). Pesquisas têm descrito alguns fatores críticos que afetam oviposição de moscas dentre eles: a temperatura ambiental, a quantidade e qualidade da dieta larval, a quantidade e qualidade da dieta adulta, o acasalamento, a densidade populacional de adultos, a idade das moscas, o substrato de oviposição, o fotoperíodo e fatores genéticos (Zvereva e Zhemchuzhina, 1988; Machtinger et al., 2014; Baleba et al., 2020).

As larvas que eclodem geralmente necessitam de água, ou determinado teor de umidade, para sobreviverem (Guimarães et al., 2001; Prado, 2003). A duração do ciclo biológico é específica para cada espécie, mas em média pode durar entre 15 e 30 dias (Brito et al., 2008; Pereira, 2009). As infestações por dípteros em aviários de postura são influenciadas por questões ambientais, no verão percebe-se aumento na flutuação populacional, isto se deve a condições como temperatura, umidade e precipitação, que são determinantes no desenvolvimento de dípteros (Mendes e Linhares, 2002; Prado, 2003; Borges, 2006; Lopes et al., 2008).

A sazonalidade e dinâmica populacional de dípteros já foram investigadas em alguns estudos, que mostraram que climas mais quentes e úmidos tendem a acelerar o desenvolvimento e ovogênese, propiciando um sincronismo de numerosas gerações e aumentando rapidamente suas populações (Prado, 2003; Borges, 2006; Lopes et al., 2008; Pereira, 2009; Oliveira et al., 2018).

A criação de aves em elevadas densidades pode propiciar o aumento e acúmulo de excretas, que são substratos importantes para o desenvolvimento de algumas espécies de dípteros (Oliveira et al., 2018). Segundo North e Bell (1990), uma galinha com 1,8 kg

em atividade de postura produz cerca de 113 g de fezes úmidas por dia, o suficiente para sustentar pelo menos 100 larvas de *M. domestica*. Dentre os dípteros que utilizam o esterco de aves para o desenvolvimento, destacam-se espécies das famílias Muscidae, Fanniidae, Calliphoridae e Sarcophagidae, principalmente *M. domestica*, *Fannia* spp. e *Chrysomya* spp. (Silveira et al., 1989). O esterco de aves, quando exposto a alta umidade e temperatura, fornece um habitat adequado para o desenvolvimento de moscas domésticas (Khan et al., 2012).

M. domestica é geralmente a espécie de mosca mais abundante e pestilenta em galpões avícolas (Axtell, 1986a; 1986b), sendo o principal objeto da maioria dos programas de controle e manejo de moscas. Os ovos são depositados sobre o esterco, excelente substrato para seu desenvolvimento em condições de temperatura e umidade (Fatchurochim et al., 1989).



Figura 2. Galpão contendo esterco úmido com a presença de larvas de dípteros (indicadas pelas setas vermelhas).

As larvas de moscas domésticas podem se alimentar de uma grande variedade de substratos orgânicos em decomposição, incluindo esterco animal e ração (Hogsette e Farkas, 2000). As larvas passam por três instares larvais (L₁, L₂ e L₃) (Pereira, 2009). Através dos seus receptores sensoriais, os estádios larvários se movem na superfície do esterco, devido às condições anaeróbicas (Chu e Axtell, 1971). O desenvolvimento é rápido sob condições ótimas, a pupação pode ocorrer entre três a cinco dias e os adultos emergem após outros quatro a cinco dias (Hogsette e Farkas, 2000). As pupas geralmente ocorrem nas camadas superiores e secas do substrato larval. O desenvolvimento em regiões quentes durante o verão pode ocorrer entre sete a dez dias, de ovos para adultos e pode se estender para 40 a 49 dias em ambientes frios (El Boushy, 1991). Os adultos têm 6 a 9 mm de comprimento e se alimentam de fluidos sebáceos e também na maioria dos substratos onde ocorre a oviposição (Hogsette e Farkas, 2000).

O gênero *Fannia* é outro díptero mucóide presente no esterco de galinhas poedeiras, tendo como representantes as seguintes espécies: *Fannia canicularis*, *Fannia benjamini* e *Fannia femoralis*. Em alguns locais, *F. canicularis* e/ou *F. benjamini* podem ser as principais pragas durante parte do ano, mas geralmente suas populações diminuem rapidamente em altas temperaturas (Meyer e Mullens, 1988; Axtell e Arends, 1990). A espécie mais difundida é *F. canicularis*, também conhecida como a "pequena mosca doméstica", é considerada uma praga em algumas regiões (Rezende et al., 2018). É cerca da metade do tamanho da mosca doméstica. Esta espécie geralmente voa lentamente em círculos, se dispersa pelo ambiente com facilidade e pode abrigar micro-organismos causadores de doenças humanas e animais. Esta espécie tem a mesma biologia básica da mosca doméstica, mas as larvas são diferentes (Axtell, 1999). As larvas de *Fannia* spp. são achatadas, marrons e com numerosas projeções espinhosas, as pupas têm uma aparência semelhante. O desenvolvimento de ovo para adulto requer de 15 a 30 dias, uma duração maior que a da mosca doméstica (Axtell, 1999; Pereira, 2009). Muitas vezes, as larvas do gênero *Fannia* são encontradas no estrume juntamente com larvas de mosca doméstica. Algumas outras espécies de *Fannia* com aparência e comportamento muito semelhantes à mosca doméstica ocorrem em galpões de aves em algumas regiões e são facilmente distinguidas por detalhes do arranjo e tipos de espinhos nas larvas (Axtell, 1999). Existem poucos estudos sobre a biologia do gênero *Fannia*, no entanto Meyer e Mullens (1988) verificaram que altas densidades de *F. canicularis* são observadas na primavera, quando o esterco está menos seco. Além disso, por muitos anos esta mosca foi a causa mais comum de queixas de dípteros próximos a instalações avícolas na Califórnia.

Avancini e Silveira (2000) realizaram estudo em granja de produção de ovos em Monte Mor, no estado de São Paulo, e constataram a presença de *Chrysomya* spp. As moscas do gênero *Chrysomya* são conhecidas como mosca da latrina, possuem metamorfose completa, pertencem à família Calliphoridae, ordem Diptera e classe Insecta. *Chrysomya* spp. são moscas utilizadas na entomologia forense para investigar o tempo de morte de um cadáver. Além disso, possuem papel ecológico importante, pois são usadas como insetos polinizadores em pomares agrícolas (Catts e Goff, 1992; Sung et al., 2006). A grande biomassa de larvas de *C. megacephala* na natureza deve-se a grande distribuição geográfica, em locais com temperaturas variando de 20° a 35°C, como Austrália, África, Américas e Ásia (Baumgartner e Greenberg, 1984; Reigada e Godoi, 2005). Outro determinante é a variedade alimentar das larvas de *C. megacephala* que podem ser alimentadas com esterco, farelo de trigo, carne e vegetação em decomposição (Pereira, 2009, Rezende et al., 2019b). A ocorrência de *Chrysomya* spp. vem representando perigo potencial para a saúde pública, uma vez que algumas espécies são responsáveis pela transmissão enteropatogênicos, como *Shigella* spp., *Salmonella* spp. e *Escherichia coli* (Baumgartner e Greenberg, 1984; Pereira, 2009; Lindsay et al., 2012). A *C. megacephala* possui bom potencial proliferativo com ciclo de vida de 40 a 50 dias,

incluindo quatro fases: ovo, larva, pupa e adulto. Seus ovos eclodem em período de 24 horas e a longevidade das larvas varia de cinco a oito dias quando a temperatura é apropriada (Gabre et al., 2005; Thevan et al., 2010). Em áreas semi-tropicais a tropicais uma fêmea adulta de *C. megacephala* pode produzir de três a oito gerações durante sua vida, colocando cerca de 210 ovos por vez, em condições de temperatura entre 20° e 30°C e com umidade relativa entre 65% e 70% (Li et al., 2012).

3.6- Importância da ordem Diptera para a saúde pública e avicultura de postura

Segundo Jones et al. (2008), as tendências globais com doenças infecciosas emergentes tiveram predomínio por zoonoses (60,3%), sendo que a maioria destas doenças (71,8%) tiveram origem no ambiente silvestre. Além disso, os autores relataram que entre os anos 1940 e 2000, as bactérias representaram 54,3% dos patógenos envolvidos nestas doenças e que 22,8% foram relacionadas a insetos vetores. Neste aspecto a presença de infestações de dípteros torna-se relevante, uma vez que há relatos de isolamento de importantes patógenos, inclusive que podem causar enfermidades consideradas zoonóticas e com possível potencial de transmissão (Tabela 2).

Tabela 2. Agentes etiológicos isolados e com potencial de transmissão por dípteros

AGENTE ETIOLÓGICO	REFERÊNCIA
<i>E. coli</i> O157:H7	Moriya et al. (1999)
<i>Salmonella</i> spp.,	Greenberg, (1971); Liebana et al. (2003)
<i>Staphylococcus</i> spp.	Nazni et al. (2005)
Vírus de Newcastle	Rogoff et al. (1975); Chakrabarti et al. (2008)
Vírus da influenza aviária H5N1	Sawabe et al. (2011); Wanaratana et al. (2011)
Vírus influenza A	Nazni et al. (2013)

Algumas moscas são pragas na avicultura, como exemplo, tem-se a *M. domestica*, (Diptera: Muscidae) encontrada no interior dos galpões de galinhas poedeiras (Scott et al., 2000; Acevedo et al., 2009) e conhecidas como vetores de mais de 100 agentes patogênicos, tais como bactérias, protozoários, helmintos e vírus (Liebana et al., 2003; Förster et al., 2007; Kumar et al., 2013).

A dispersão dos dípteros é favorecida pela capacidade das espécies de adaptar-se às transformações do ambiente natural causadas pelo homem e a habilidade de proliferar tanto no meio urbano quanto no meio rural (Brito et al., 2008; Pereira, 2009). Granjas de postura mais próximas das áreas urbanas oferecem risco de deslocamento de dípteros em direção para estas áreas, uma vez que algumas espécies podem voar entre 2.3 a 80 km por dia (Greenberg, 1971; Prado, 2003; Pereira, 2009). As moscas também podem se espalhar para galpões e granjas vizinhas, além do mais a superpopulação de moscas na avicultura pode infringir as leis e regulamentos locais de saúde pública (Axtell e Arends, 1990).

Bicho et al. (2004) relataram que o problema dos patógenos transmitidos pelas moscas vem aumentando drasticamente nos últimos anos, com tendência a se agravar no futuro. Para estes autores, a população de dípteros é frequentemente carregada para as cidades próximas das granjas avícolas durante os meses de verão, aumentando ainda mais os problemas com patógenos.

O transporte de agentes patogênicos é favorecido pelo aparelho bucal sugador-lambedor ou picador-sugador, onde a mosca ao se alimentar regurgita saliva e gotículas de líquido presente em seu aparelho digestivo a fim de dissolver o material do qual pretende se alimentar, além de regurgitar, a mosca também defeca ao se alimentar, contaminando superfícies (Brito et al., 2008), além disso seu papel como vetor mecânico pode estar diretamente relacionado à sua abundância (Barnard, 2003). Em elevadas infestações de dípteros, outros impactos econômicos podem ser observados como o incômodo aos funcionários causando diminuição da sua capacidade produtiva (Borges, 2006). Além disso, em muitos casos, os artrópodes que afetam a produção animal também afetam os seres humanos, seja diretamente pelo incômodo com a picada, ou pela manutenção e disseminação de doenças a humanos (Axtell e Arends, 1990).

Além da importância médico-sanitária os dípteros são responsáveis por causar incômodo às aves, o que pode refletir negativamente nas taxas de produtividade dos sistemas de postura (Greenberg, 1971; Borges, 2006; Lopes et al., 2007). Os dípteros também podem defecar sobre os ovos, os quais perdem valor comercial, além disso podem ser carreadores de micro-organismos, como bactérias do gênero *Salmonella* contribuindo para infecções em aves e consequentemente na contaminação de ovos (Liebana et al., 2003; Bicho et al. 2004; Borges, 2006). Há também relatos de prejuízos em estabelecimentos avícolas decorrentes do estresse gerado pelas picadas de *Stomoxys calcitrans* nas aves, sobretudo nos meses mais favoráveis à sua infestação (Anderson e Tempelis, 1970). As elevadas infestações de dípteros no interior dos galpões das granjas de postura podem causar o fechamento destes estabelecimentos, uma vez que esses insetos podem provocar incômodos e aumentar os riscos do surgimento de doenças nas áreas urbanas vizinhas.

A mensuração dos impactos econômicos causados pelos dípteros sobre a avicultura de postura não é conhecida, entretanto os prejuízos são apresentados de forma genérica, através da transmissão de patógenos às aves, da sujeira provocada pelas defecações e regurgitações nas instalações das granjas (Bicho et al., 2004; Borges, 2006). Para a pecuária bovina de carne e leite os impactos econômicos são da ordem de mais de \$ 2.000 milhões anuais nos EUA, em decorrência da diminuição do ganho de peso no gado de corte e redução da produção de leite (Cook, 2020).

3.7- Métodos de controle para dípteros muscóides em granjas de postura

No Brasil, os métodos químicos que envolvem o uso de inseticidas, são os de uso mais difundido, sendo utilizados produtos que controlam dípteros nas fases de larva e adultos (Paiva, 2000). Em vários países a rápida adaptação das moscas aos inseticidas e sua aplicação inadequada resultaram no aumento de populações resistentes a maioria dos produtos (Scott e Georghiou, 1984; Keiding, 1999; Pereira, 2009; Cook, 2020). Por isso, o uso de pesticidas deve ser feito estrategicamente nas épocas em que o esterco demora a secar, como a estação chuvosa, início de lote e fase muda (Paiva, 2000).

O controle químico envolve a utilização de diferentes compostos para o combate aos dípteros, o uso de produtos sintéticos a base de propoxur, carbaril, cipermetrina, metomil diflubenzuron, ciromazina, metrifonato e triclofon são permitidos na avicultura de postura conforme as orientações de cada fabricante (SINDAN, 2020). O surgimento da resistência, faz com que seja necessário o desenvolvimento de novas classes de pesticidas, o que aumenta o preço final do controle químico (Keiding, 1999). Algumas pesquisas com bioensaios para avaliar a sensibilidade dos dípteros aos diferentes compostos, tem revisado as informações de resistência e sensibilidade destas pragas (Mount et al., 1965; Cilek e Greene, 1994; Abbas et al., 2014; Khan e Akram, 2014; De Barros et al., 2019).

Wang et al. (2019) constataram que *M. domestica* coletadas da província de Zhejiang foram resistentes para permetrina, deltametrina, beta-cipermetrina e propoxur. Além disso, os autores constataram resistência cruzada para os compostos avaliados. Para Khan e Akram (2014), a toxicidade de compostos químicos para mosca doméstica possui relação direta entre a temperatura. Os autores constataram que entre 20 e 34°C, as toxicidades de clorpirifós, profenofós, emamectina e fipronil aumentaram (coeficiente de temperatura positivo), entretanto para cipermetrina, deltametrina e spinosad a toxicidade diminuiu conforme o aumento da temperatura (os coeficientes de temperatura são negativos). Nos Estados Unidos a resistência aos piretróides foi observada em populações de campo (Cilek e Greene, 1994). Portanto, o uso indiscriminado e ou não-estratégico de pesticidas faz com que diversas espécies desenvolvam resistência, a exemplo de *M. domestica* (Scott e Georghiou, 1984). Contudo, deve-se ter conhecimento sobre a biologia e epidemiologia dessas pragas, a fim de controlar infestações em granjas de postura. Axtell (1999) orienta que se deve evitar a aplicação de inseticidas diretamente sobre o esterco, pois tais substâncias podem agir sobre insetos predadores de moscas, os quais atuam como uma forma de controle biológico e são considerados de efeito benéfico.

A busca por métodos alternativos de controle que não utilizem substâncias químicas tem sido uma tendência global nas áreas agrícola e veterinária, com o objetivo de produção de alimentos de melhor qualidade (Morrone et al., 2001; Rezende et al., 2013). Os métodos que visem manter o esterco o seco, isento de resíduos, tais como

carcaças e ovos quebrados podem diminuir o risco de desenvolvimento de dípteros (Axtell e Arends, 1990, Axtell, 1999; Oliveira et al., 2018). O controle biológico com presença de invertebrados existentes no esterco das granjas avícolas é uma alternativa descrita por alguns estudos para controle das populações de dípteros (Axtell e Arends, 1990; Axtell, 1999; Borges, 2006; Lopes et al., 2007).

3.8- Análises econômicas aplicadas à epidemiologia veterinária

Os primeiros trabalhos voltados para a economia das doenças buscavam dimensionar os danos produtivos e econômicos locais. Mas, com o avanço científico, as análises econômicas passaram a compreender a cadeia produtiva, os impactos ao nível de mercado nacional e internacional. As análises de custos associadas com as consequências das doenças foram aperfeiçoadas, e passaram a ser mais fidedignas, com a integração de informações precisas que pudessem identificar, aferir e comparar dados, que mostrassem o todo, ou seja que dimensionasse as informações relativas a produção, a economia e as condições sanitárias. Para Nicolino (2015), as análises econômicas passaram a entender de forma mais complexa a relação entre as doenças, o mercado produtivo e a economia, saindo do âmbito da propriedade para o de uma cadeia de mercado internacional.

Na economia da saúde animal diferentes abordagens são adotadas para melhorar a saúde de uma população animal, a fim de auxiliar na tomada de decisões sobre a alocação de recursos no controle de doenças. O foco da avaliação está no benefício "marginal" ou adicional de intensificar o controle de doenças em um pequeno grau, até que uma estratégia de controle economicamente ideal seja identificada. Este ponto é alcançado, quando há um aumento do benefício associado entre o controle da doença e os custos de alcançar essa melhoria, resultando em benefício econômico positivo (Morris, 1999).

As estimativas de custos associados às doenças são informações econômicas valiosas que, no mínimo, dão alguma ideia da magnitude dos benefícios que poderiam ser obtidos da eliminação ou redução dos impactos das doenças (Bennett et al., 1999). Por isso, a modelagem econômica se apresenta como importante ferramenta para o planejamento e gestão das doenças, a fim aprimorar novas técnicas e buscar resultados mais assertivos incorporando um maior número de variáveis relacionadas ao objeto de estudo e a partir das informações alcançadas auxiliar na tomada de decisão e diminuição do impacto (Bennett, 1992; Bohringer et al., 2002).

3.9- Modelos econômicos aplicados à epidemiologia veterinária

Avaliar, investigar, diagnosticar e quantificar fatores que afetam a produção de produtos de origem animal em propriedades avícolas são condições que auxiliam na execução de medidas de controle mais direcionadas e eficientes para as doenças. A saúde

animal é um dos principais componentes para a produção eficiente e economicamente compensadora. Assim, a realização das avaliações de perdas econômicas causadas pelas doenças pode auxiliar na tomada de decisão e na escolha da melhor estratégia de controle. Estas avaliações têm se tornado extremamente importantes para melhorar a lucratividade das propriedades (Dijkhuizen et al., 1997; Bennett et al., 1999; Galligan, 2006).

A modelagem econômica se apresenta como importante mecanismo para o planejamento futuro, com resultados mais assertivos quanto maior for o número de variáveis pertinentes com que o modelo trabalha e maior for a capacidade de formulação e análise das tendências que ela estabelece (Bohringer et al., 2002).

Alguns estudos econômicos são estimados de forma determinista, apresentando resultados meramente relacionados às condições iniciais e as perdas econômicas pontuais das doenças. Estes modelos não consideram o tempo como uma variável relevante e não podem ser generalizados para além das amostras de onde advêm os dados utilizados (Bar et al., 2008). Para Oliveira (2015), os modelos estocásticos são ferramentas de apoio às decisões, são úteis na estimativa dos custos das doenças porque possuem alguma aleatoriedade inerente e mais consonantes com o mundo real.

Huijps et al. (2008) desenvolveram uma ferramenta para estimar o impacto econômico da mastite em um rebanho. Esta ferramenta foi utilizada para rebanhos bovinos leiteiros da Holanda e determinava o custo da mastite em um período retrospectivo de doze meses. Foi possível estimar o impacto econômico da mastite em um rebanho de forma específica, ou seja, levando em consideração os índices zootécnicos e sanitários de cada rebanho. Guimarães (2013) adaptou a ferramenta utilizada por Huijps et al. (2008) para calcular o impacto econômico da presença da mastite em um rebanho de raça Holandesa localizada na Zona da Mata do estado de Minas Gerais em três situações distintas durante os anos de 2011 a 2013.

Santos et al. (2013) estimaram as perdas econômicas em decorrência da brucelose bovina (leite e corte) no Brasil, de acordo com a seguinte fórmula:

$$\text{Sendo: } \text{ELDC} = \text{Ab}_d + \text{Pm}_d + \text{Ti}_d + \text{Rc}_d + \text{Rb}_d + \text{Mt}_d + \text{Vc}_d + \text{M}$$

Ab_a é o custo do aborto em gado leiteiro ($\text{Ab}_d = \text{número de fêmeas leiteiras com idade acima de 24 meses} \times \text{prevalência} \times 0,15 \times \text{R\$}323,53$); **Pm_a** é o custo de mortalidade perinatal em gado leiteiro ($\text{pm}_d = \text{número de fêmeas leiteiras com idade superior a 24 meses} \times \text{prevalência} \times 0,10 \times \text{R\$}323,53$); **Ti_a** é o custo da infertilidade temporária em bovinos leiteiros ($\text{Ti}_d = \text{número de fêmeas leiteiras com idade acima de 24 meses} \times \text{prevalência} \times \text{R\$}3,54$); **Rc_a** é o custo de reposição de vacas leiteiras ($\text{Rc}_d = \text{número de fêmeas leiteiras com idade acima de 24 meses} \times \text{prevalência} \times 0,15 \times \text{R\$}719,94$); **Rb_a** é o custo de reposição de touros ($\text{Rb}_d = \text{número de fêmeas leiteiras com idade acima de 24 meses} \times 1/2 \text{ prevalência} \times 1/25 \times \text{R\$}1079,91$); **Mt_a** é o custo devido à mortalidade de vacas leiteiras soropositivas ($\text{Mt}_d = \text{número de fêmeas leiteiras com idade acima de 24 meses} \times \text{prevalência} \times 0,15 \times 0,01 \times \text{R\$}2431,18$); **Vc_a** é o custo veterinário ($\text{Vc}_d = \text{número de fêmeas leiteiras com idade acima de 24 meses} \times \text{prevalência} \times \text{R\$}4,89$); **M** é perda de produção de leite ($\text{M} = \text{produção anual de leite do Estado [segundo IBGE, 2011]} \times \text{prevalência} \times 0,15 \times 0,8829$).

Sendo:
$$ELBC = Ab_b + Pm_b + Ti_b + Rc_b + Rb_b + Mt_b + Vc_b + Me$$

Ab_b é o custo do aborto em bovinos de corte ($Ab_b = \text{número de fêmeas de corte com idade acima de 24 meses} \times \text{prevalência} \times 0,15 \times \text{R\$}150,5$); **Pm_b** é o custo da mortalidade perinatal em bovinos de corte ($Pm_b = \text{número de fêmeas de corte com idade acima de 24 meses} \times \text{prevalência} \times 0,10 \times \text{R\$}150,5$); **Ti_b** é o custo da infertilidade temporária em bovinos de corte ($Ti_b = \text{número de fêmeas de corte com idade acima de 24 meses} \times \text{prevalência} \times \text{R\$}17,59$); **Rc_b** é o custo de reposição de vacas de corte ($Rc_b = \text{número de fêmeas de corte com idade acima de 24 meses} \times \text{prevalência} \times 0,15 \times \text{R\$}603,97$); **Rb_b** é o custo de reposição de touros ($Rb_b = \text{número de fêmeas de corte com idade acima de 24 meses} \times 1/2 \text{ prevalência} \times 1/25 \times \text{R\$}905,95$); **Mt_d** é o custo devido à mortalidade de vacas de corte soropositivas ($Mt_d = \text{número de fêmeas de corte com idade acima de 24 meses} \times \text{prevalência} \times 0,15 \times 0,01 \times \text{R\$}1106,30$); **Vc_d** é o custo veterinário ($Vc_d = \text{número de fêmeas de corte com idade acima de 24 meses} \times \text{prevalência} \times \text{R\$}4,20$); **Me** é perda de produção de carne ($Me = \text{número de fêmeas de corte com idade acima de 24 meses} \times \text{prevalência} \times \text{R\$}56,68$).

Os resultados das perdas totais estimadas para o Brasil da brucelose bovina foram de aproximadamente R\$ 892 milhões, o que corresponde a 0,3201% do PIB brasileiro referente ao ano de 2011 da produção animal (Santos et al., 2013).

Nicolino (2015) realizou estudo para estimar o impacto econômico da neosporose sobre a cadeia produtiva de leite, através da simulação de Monte Carlo. As distribuições usadas na simulação para estimar as perdas totais da neosporose foram demonstradas graficamente através dos valores médios e intervalos de confiança de 95%. Os resultados estimaram um impacto global de R\$291 milhões de reais sobre a cadeia produtiva de leite. A simulação de Monte Carlo é uma técnica matemática computadorizada que possibilita dimensionar o risco em análises quantitativas. Esta simulação forneceu ao tomador de decisão uma gama de resultados possíveis e suas probabilidades de ocorrências, auxiliando-o na tomada de decisão (Ragsdale, 2014). Já em outro estudo, Oliveira (2015) desenvolveu um modelo econômico utilizando a simulação de hipercubo latino, para simular os custos associados aos casos de mastite. Os custos diretos da mastite por fazenda foram estimados entre R\$ 3.566 a R\$ 12.098 por ano. Pilger et al. (2005) descreveram que as diferenças entre as simulações se deve a forma da distribuição produzida pelas análises. A simulação de Monte Carlo realiza a distribuição do valor de cada variável, enquanto a simulação por Hipercubo Latino a distribuição é proporcional aos valores das variáveis. Assim, os autores propõem a substituição da simulação de Monte Carlo pela do Hipercubo Latino, considerando uma maior precisão e rapidez que o método fornece para os modelos de incertezas.

A partir das incertezas trazidas pelas infestações de ácaros hematófagos e dípteros para a avicultura de postura, o trabalho desenvolveu uma modelagem econômica estocástica, através da simulação de hipercubo latino, para estimar os impactos econômicos sobre a produção de ovos, associadas com as infestações desses artrópodes e

assim, produzir informações que pudessem auxiliar no planejamento e na tomada de decisão no controle dessas pragas.

4- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBAS, N.; KHAN, H.A.A.; SHAD, S.A. Cross-resistance, genetics, and realized heritability of resistance to fipronil in the house fly, *Musca domestica* (Diptera: Muscidae): a potential vector for disease transmission. *Parasitol. Res.*, v.113, p.1343–1352, 2014.

ABPA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. *Relatório Anual 2017*. Disponível em: < <https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2018/10/relatorio-anual-2017.pdf>> Acesso: 20 set. 2018.

ABPA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. *Relatório Anual 2018*. Disponível em: < <https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2018/10/relatorio-anual-2018.pdf>> Acesso: 20 set. 2018.

ABPA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. *Relatório Anual 2019*. Disponível em: < <https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2019/08/Relat%C3%B3rio-Anual-2019.pdf>> Acesso: 20 set. 2019.

ABPA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL (ABPA). *Relatório Anual 2020*. Disponível em: < https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2020/05/abpa_relatorio_anual_2020_portugues_web.pdf> Acesso: 20 fev. 2021.

ABPA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL (ABPA). *Relatório Anual 2021*. Disponível em: < http://abpa-br.org/wp-content/uploads/2021/04/ABPA_Relatorio_Anual_2021_web.pdf> Acesso: 20 mai. 2021.

ACEVEDO, G.R.; ZAPATER, M.; TOLOZA, A.C. Insecticide resistance of house fly, *Musca domestica* (L.) from Argentina. *Parasitol. Res.*, v.105, p.489–493, 2009.

AMARAL, G.; GUIMARÃES, D.; NASCIMENTO, J.C. et al. Avicultura de postura: estrutura da cadeia produtiva, panorama do setor no Brasil e no mundo e o apoio do BNDES. *BNDES Setorial.*, v.43, p.167-207, 2016.

ANDERSON, J.R.; TEMPELIS, C.H. Precipitin test identification of bloodmeals of *Stomoxys calcitrans* L. caught on California poultry ranches and observation of digestion rates of bovines and citrated human blood. *J. Med. Entomol.*, v.7, n.2, p.233-239, 1970.

ARENDS J.J. External Parasites and Poultry Pets. p.702–730 in: BW Calnek. *Diseases of Poultry*, 9th ed., Ames: Iowa State University Press, 1991.

ARTHUR, F.H.; AXTELL, R.C. Northern fowl mite population development on laying hens caged at three colony sizes. *Poult. Sci.*, v.62, n.3, p.424-427, 1983.

AUGER, P.; NANTEL, J.; MEUNIER, N. et al. Skin acarisis caused by *Dermanyssus gallinae* (de Geer): an in-hospital outbreak. *Can. Med. Assoc. J.*, v.120, n.6, p. 700 - 703, 1979.

AXTELL, R.C. Fly Control in Confined Livestock and Poultry Production. Tech. Monogr. Greensboro, NC: CibaGeigy Corp., 1986a

AXTELL, R.C. Fly management in poultry production: Cultural, biological, and chemical. *Poult. Sci.*, v.65, p.657-67, 1986b.

- AXTELL, R.C.; ARENDS, J.J. Ecology and management of arthropod pests of poultry. *Annu. Rev. Entomol.*, v.35, p. 101-26, 1990.
- AXTELL, R. C. Poultry Integrated Pest Management: Status and Future. *Integr. Pest. Manag. Rev.*, v.4, n.1, p.53-73, 1999.
- AVANCINI R.M.P.; SILVEIRA G.A.R. Age structure and abundance in populations of muscoid flies from a poultry facility in Southeast Brazil. *Mem. Inst. Oswaldo. Cruz.*, v.95, n.2, p.259-264, 2000.
- BALEBA, S.B.S.; TORTO, B.; MASIGA, D. et al. Stable Flies, *Stomoxys calcitrans* L. (Diptera: Muscidae), Improve Offspring Fitness by Avoiding Oviposition Substrates With Competitors or Parasites. *Front. Ecol. Evol.*, v.8, n.5., 2020.
- BAR, D.; TAUER, L.W.; BENNETT, G. The cost of generic clinical mastitis in dairy cows as estimated by using dynamic programming. *Journal of dairy science*, v. 91, n. 6, p. 2205-2214, 2008.
- BARANCELLI, G.V.; MARTIN, J.G.P.; PORTO, E. *Salmonella* em ovos: relação entre produção e consumo seguro. *Segur. Aliment. Nutr.*, v.19, n.2, p.73-82, 2012.
- BARNARD, D.R. Control of fly borne diseases. *Pestic. Outlook.*, v.14, n.5, p.222–228, 2003.
- BASS C.; FIELD L.M. Gene amplification and insecticide resistance. *Pest. Manag. Sci.*, v.67, p. 886–890, 2011.
- BAUMGARTNER, D.L.; GREENBERG, B. The genus *Chrysomya* (Diptera: Calliphoridae) in the New World. *J. Med. Entomol.*, v.21, p. 105–113, 1984.
- BENNETT, R. M. The use of ‘economic’ quantitative modelling techniques in livestock health and disease-control decision making: a review. *Prev. Vet. Med.*, v. 13, n. 1, p.63-76, 1992.
- BENNETT, R. M.; CHRISTIANSEN, K.; CLIFTON-HADLEY, R. Preliminary estimates of the direct costs associated with endemic diseases of livestock in Great Britain. *Prev. Vet. Med.*, v. 39, n. 3, p. 155-171, 1999.
- BERGGREN, A. Effect of the blood-sucking mite *Ornithonyssus bursa* on chick growth and fledging age in the North Island robin. *New. Zealand. J. Ecol.*, v.29, n.2, p. 243-250, 2005.
- BICHO, C.L.; ALMEIDA, L.M.; RIBEIRO, P.B.; et al. Flutuação de Díptera em granja avícola em Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia: Sér. Zoo.*, v.94, n.2, p.205-210, 2004.
- BOHRINGER C.; FINUS M.; VOGT, C. Controlling global warming: perspectives from economics, game theory, and public choice. Edward Elgar Publishing, 2002.
- BORGES, M.A.Z. *Flutuação populacional de dípteros muscóides (Diptera: muscomorpha), parasitóide e foréticos predadores Igarapé, MG*. Belo Horizonte, 2006. 103f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- BRAUNEIS, M.D.; ZOLLER, H.; WILLIAMS, H.; et al. The acaricidal speed of kill of orally administered fluralaner against poultry red mites (*Dermanyssus gallinae*) on laying hens and its impact on mite reproduction. *Parasit. Vectors.*, v.10, n.594, 2017.
- BRITO, L.G.; OLIVEIRA, M.C.S.; GIGLIOTI, R.; et al. Manual de identificação, importância e manutenção de colônias estoque de dípteras de interesse veterinário em laboratório. Porto Velho, RO. Embrapa Rondônia, 2008, 25p.

BRUGALLI, I., RUTZ, F., ZONTA, E.P.; et al. Efeito dos níveis de óleo e proteína da dieta sobre a qualidade interna de ovos, em diferentes condições e tempo de armazenamento. *Rev. Bras. Agrociên.*, v.4, n.3, p.187-190, 1998.

BRUSCA, R.C.; BRUSCA, G.J. Invertebrates Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts, 2003. 936p.

CAMILLO, G.; VOGEL, F.F.; SANGIONI, L.A. et al. Eficiência in vitro de acaricidas sobre carrapatos de bovinos no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. *Ciênc. Rural.*, v.39, n.2, p.490-495, 2009.

CATTS, E.P.; GOFF, M.L. Forensic entomology in criminal investigations. *Annu. Rev. Entomol.*, v.37, p.253-272, 1992.

CHAMBERLAIN, R.W.; SIKES, R.K. Laboratory Investigations on the Role of Bird Mites in the Transmission of Eastern and Western Equine Encephalitis. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, v.4, n.1, p.106 – 118, 1955.

CHAKRABARTI, S.; KING, D.J.; CARDONA, C.; et al. Persistence of Exotic Newcastle Disease Virus (ENDV) in laboratory infected *Musca domestica* and *Fannia canicularis*. *Avian. Dis.*, v.52, p.375-379, 2008.

CHEN, B. L.; MULLENS, B. A. Temperature and humidity effects on off-host survival of the Northern fowl mite (Acari: Macronyssidae) and the chicken body louse (Phthiraptera: Menoponidae). *J. Econ. Entomol.*, v.101, n.2, p. 637-646, 2008.

CHU, I-WU, AXTELL, R.C. Fine structure of the dorsal organ of the house fly larva (*Musca domestica* L.). *Z. Ze-Iforsch. Mikrosk. Anat.* v.117, p.17-34, 1971.

CILEK, J.E.; GREENE, G.L. Stable fly (Diptera: Muscidae) insecticide resistance in Kansas cattle feedlots. *J. Econ. Entomol.*, v. 87, n. 2, p. 275-279, 1994.

COOK D. A Historical Review of Management Options Used against the Stable Fly (Diptera: Muscidae). *Insects.* v.11, n.5, 313, 2020.

CRYSTAL, M. M. Hatching of northern fowl mite eggs held at different temperatures and humidities. *J. Parasitol.*, v.71, n.1, p.122-124, 1985.

CUNHA, L.M. *Aspectos epidemiológicos relacionados à ocorrência de ácaros hematófagos em granjas comerciais de postura no Estado de Minas Gerais e avaliação de armadilhas para captura de Dermanyssus gallinae (Acari: Dermanyssidae) (De Geer, 1778)*. 2013. 96f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

DE BARROS, A.T.M; RODRIGUES, V.D.; CANÇADO, P.H.D., et al. Resistance of the stable fly, *Stomoxys calcitrans* (Diptera: Muscidae), to cypermethrin in outbreak areas in Midwestern Brazil. *Rev. Bras. Parasitol. Vet.*, v.28, n. 4, 2019.

DEVANEY, J.A. The effects of the northern fowl mite, *Ornithonyssus sylviarum* on egg production and body weight of caged white leghorn hens. *Poult. Sci.*, v.58, p.191-194, 1979.

DEVANEY, J.A.; BEERWINKLE, K.R.; IVIE, G.W. Residual activity of selected pesticides on laying hens treated for northern fowl mite control by dipping. *Poult. Sci.*, v.61, p.1630-1636, 1982.

DEVANEY, J.A. Ectoparasites. *Poult. Sci.*, v.65, n.4, p. 649-656, 1986.

DIJKHUIZEN, A. A.; MORRIS, R. S. Animal health economics: Principles and Applications. University of Sydney, Post-Graduate Foundation in Veterinary Science, 1997.

- DURDEN, L. A.; LINTHICUM, K. J.; TURELL, M. J. Mechanical transmission of Venezuelan Equine Encephalomyelitis virus by hematophagous mites (Acari). *J. Med. Entomol.*, v.29, n.1, p. 118–121, 1992.
- EL BOUSHY A.R. House-fly pupae as poultry manure converters for animal feed: a review. *Bioresour. Technol.*, v.38, p.45–49, 1991.
- FACCINI, J.L.H.; MASSARD, C.L. Nota sobre a ocorrência de *Ornithonyssus sylviarum* (Canestrini e Fanzago) (Mesostigmata: Macronyssidae) em *Gallus gallus* L. no Brasil. *Arq. Univ. Fed. Rur. Rio de Janeiro.*, v. 4, n. 1, p. 39-40, 1974.
- FACCINI, J.L.H. Ácaros hematófagos: parasitos de aves de postura (*Gallus gallus*) no Brasil. Diversificação, biologia e controle. *Arq. Flum. Med. Vet.*, v. 2, n. 1, p. 29-31, 1987.
- FAO. *How to feed the world in 2050?* 2009. Disponível em: <http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/expert_paper/How_to_Feed_the_World_in_2050.pdf>. Acesso em 20 ago. 2018.
- FASANELLA A.; SCASCIAMACCHIA S.; GAROFOLO G.; et al. Evaluation of the house fly *Musca domestica* as a mechanical vector for an anthrax. *PLoS. One.*, v.5, e12219, 2010.
- FATCHUROCHIM, S., GEDEN, C.J., AXTELL, R.C. Filth fly (Diptera) oviposition and larval development in poultry manure of various moisture levels. *J. Entomol. Sci.*, v.24, p.224-231, 1989.
- FERREIRA C.G.T; BEZERRA A.C.D.S; AHID S.M.M. Inquérito Ectoparasitológico em galinhas caipiras, *Gallus gallus domesticus*, do município de Apodi, Rio Grande do Norte, Brasil. *Rev. Bras. Zooc.*, 12 (3): 249-256. 2010.
- FIGUEIREDO, S.M.; GUIMARÃES, J.H.; GAMA, N.M.S.Q. Biologia e Ecologia de Malófagos (Insecta: Phthiraptera) em aves de postura de granjas industriais. *Rev. Bras. Parasitol. Vet.*, v.2, n.1, p.45-51, 1993.
- FÖRSTER, M., KLIMPEL, S., MEHLHORN, H.; et al. Pilot study on synanthropic flies (e.g. *Musca*, *Sarcophaga*, *Calliphora*, *Fannia*, *Lucilia*, *Stomoxys*) as vectors of pathogenic microorganisms. *Parasitol. Res.*, v.101, n.1, p.243–246, 2007.
- GABRE, R.M.; ADHAM, F.K.; CHI, H. Life table of *Chrysomya megacephala* (Fabricius) (Diptera: Calliphoridae). *Acta. Oecol.*, v.27, p.179-183, 2005.
- GALLIGAN, D. Economic assessment of animal health performance. *Vet. Clin. North. Am. Food. Anim. Pract.*, v. 22, n. 1, p. 207-227, 2006.
- GAZZONI, D.L. Como alimentar 10 bilhões de cidadãos na década de 2050? *Cienc. Cult.*, v.69, n.4, p.33-38, 2017.
- GREENBERG, B. Flies and diseases. Vol. I: Ecology, Classification and biotic associations. Princeton: Princeton University Press, 1971. 865p.
- GUERRA, R.M.S.N.C.; CHAVES, E.P.; PASSOS, T.M.G.; et al. Species, Dynamics and Population Composition of Phthiraptera in Free-Range Chickens (*Gallus gallus* L.) in São Luís Ilnad, State of Maranhão. *Neotrop. Entomol.*, v.37, n.3, p.259-264, 2008.
- GUIMARÃES, J. H., TUCCI, E. C., GOMES, J. P. C. Dermaptera (Insecta) associados a aviários industriais no Estado de São Paulo e sua importância como agentes de controle biológico de pragas avícolas. *Rev. Bras. Entomol.*, v. 36, n. 3, p. 527-534, 1992.
- GUIMARÃES, J.H.; TUCCI, E.C.; BARROS-BATTESTI, D.M. *Ectoparasitos de importância veterinária*. São Paulo: Plêiade/FAPESP, 2001. 218 p.

GUIMARÃES, J.L.B. Estimativa do impacto econômico da mastite: estudo de caso em um rebanho da raça holandesa em condições tropicais. 2013. 51f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia do Leite e Derivados) Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora.

HINKLE, N.C.; JIRJIS, F.; SZEWCZYK, E.; et al. Efficacy and safety assessment of a water-soluble formulation of fluralaner for treatment of natural *Ornithonyssus sylviarum* infestations in laying hens. *Parasit. Vectors.*, v.11, n.99, 2018.

HOGSETTE, J.A.; FARKAS, R. Secretophagous and haematophagous higher Diptera L. Papp, B. Darvas (Eds.), Contributions to a Manual of Palearctic Diptera, General and Applied Dipterology, vol. I, Science Herald, Budapest, p.769-792, 2000.

HUIJPS, K.; LAM, T.J.; HOGEVEEN, H. Costs of mastitis: facts and perception. *J Dairy Res.*, v.75, p.113–120, 2008.

IMMEDIATO, D.; CAMARDA, A.; IATTAA, R.; et al. Laboratory evaluation of a native strain of *Beauveria bassiana* for controlling *Dermanyssus gallinae* (De Geer, 1778) (Acari: Dermanyssidae). *Vet. Parasitol.*, v.212, n.3–4, p.478-482, 2015.

JONES, K.E.; PATEL, N.G.; LEVY, M.A.; et al. Global trends in emerging infectious diseases. *Nature.*, v. 451, p.990-993, 2008.

KATSAVOU E.; VLOGIANNITIS S.; KARP-TATHAM E.; et al. Identification and geographical distribution of pyrethroid resistance mutations in the poultry red mite *Dermanyssus gallinae*. *Pest. Manag. Sci.*, v.76, n.1, p.125-133, 2020.

KHAN, H.A.A.; SHAD, S.A.; AKRAM, W. Effect of livestock manures on the fitness of house fly, *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae). *Parasitol. Res.*, v.111, p.1165–1171, 2012.

KHAN, H.A.A.; AKRAM, W. The effect of temperature on the toxicity of insecticides against *Musca domestica* L.: implications for the effective management of diarrhea. *PLoS One.*, v.9, n.4, e95636, 2014.

KILPINEN, O.; ROEPSTORFF, A.; PERMIN, A.; et al. Influence of *Dermanyssus gallinae* and *Ascaridia galli* infections on behaviour and health of laying hens (*Gallus gallus domesticus*). *Br Poult Sci.*, v. 46, n. 1, p.26–34, 2005.

KIRKWOOD, A. C. Anaemia of poultry infested with the mite *Dermanyssus gallinae*. *Vet Rec.*, v. 80, n. 17, p.514–516, 1967.

KUMAR, P., MISHRA, S.; MALIK, A.; SATYA S. Housefly (*Musca domestica* L.) control potential of *Cymbopogon citratus* Stapf. (Poales: Poaceae) essential oil and monoterpenes (citral and 1, 8-cineole). *Parasitol. Res.*, v.112, p.69–76, 2013.

LESNA, I.; WOLFS, P.; FARAJI, F.; et al. Candidate predators for biological control of the poultry red mite *Dermanyssus gallinae*. *Exp Appl Acarol.*, v.48, p.63–80, 2009.

LINDSAY, S.W.; LINDSAY, T.C.; DUPREZ, J. et al. *Chrysomya putoria*, a Putative Vector of Diarrheal Diseases. *PLoS. Negl. Trop. Dis.*, v.6, n.11, e1895, 2012.

LI, Z.; YANG, D.; HUANG, M.; et al. *Chrysomya megacephala* (Fabricius) larvae: A new biodiesel resource. *Appl. Energy.*, v.94, p.349-354, 2012.

LIEBANA E.; GARCIA-MIGURA L.; CLOUTING C.; et al. Molecular fingerprinting evidence of the contribution of wildlife vectors in the maintenance of *Salmonella* Enteritidis infection in layer farms. *J. Appl. Microbiol.* 94: 1024 –1029, 2003.

LOPES, W. D. et al. Associated arthropodes in the laying hen excrement. *Neotrop. Entomol.*, v. 36, n. 4, p. 597-604, 2007.

- LOPES, W.D.Z.; COSTA, F.H.; LOPES, W.C.Z.; et al. Abundância e Sazonalidade de dípteros (Insecta) em granja avícola da região nordeste do estado de São Paulo, Brasil. *Rev. Bras. Parasitol. Vet.*, v.17, n.1, p.21-27, 2008.
- LUTSKY, I.; BAR-SELA, S. Northern fowl mite, (*Ornithonyssus sylviarum*) in occupational asthma of poultry workers. *The Lancet.*, v.320, n. 8303, p. 874-875, 1982.
- MACHTINGER, E.T.; GEDEN, C.J.; HOGSETTE, J.A. et al. Development and oviposition preference of house flies and stable flies (Diptera: Muscidae) in six substrates from Florida equine facilities. *J. Med. Entomol.*, v.51, p.1144-1150, 2014.
- MARANGI, A.; CAFIERO, M.A.; CAPELLI, G.; et al. Evaluation of the poultry red mite, *Dermanyssus gallinae* (Acari: Dermanyssidae) susceptibility to some acaricides in field populations from Italy. *Exp Appl Acarol.*, v.48, p.11–18, 2009.
- MCKEEN, W.D.; MULLENS, B.A.; RODRIGUEZ, J.L.; et al. *Bacillus thuringiensis* exotoxin for northern fowl mite control. *Proc. Western. Poult. Dis. Conf.*, v.37, p.140-141, 1988.
- McNAIR, C.M. Ectoparasites of medical and veterinary importance: drug resistance and the need for alternative control methods. *J Pharm Pharmacol.*, v.67, p.351–363, 2015.
- MENDES, J.; LINHARES, A.X. Cattle Dung Diptera in Pasteur in Southeastern Brazil: Diversity, Abundance and Seasonality. *Mem. Inst. Oswaldo. Cruz.*, v.93, n.1, p.37-41, 2002.
- MEYER, J.A.; MULLENS, B.A. Development of immature *Fannia* spp. (Diptera: Muscidae) at constant laboratory temperatures. *J. Med. Entomol.*, v.25, p.165-171, 1988.
- MIRONOV S.V. *Allopsoroptoides galli* n. g., n. sp., a new genus and species of feather mites (Acari: Analgoidea: Psoroptoididae) causing mange in commercially raised domestic chicken in Brazil. *Syst. Parasitol.*, v.85, p.201–212, 2013.
- MØLLER, A.P. Parasites, sexual ornaments and mate choice in the barn swallow *Hirundo rustica*. In: Loye JE, Zuk M (eds) *Bird-parasite interactions: ecology, evolution, and behavior*. Oxford University Press, New York, p 328–343, 1991a.
- MØLLER, A.P. Parasites as an environmental component of reproduction in birds as exemplified by the swallow *Hirundo rustica*. *Ardea* v.82, p. 161–171, 1994b.
- MORIYA, K.; FUJIBAYASHI, T.; YOSHIHARA, T.; et al. Verotoxin producing *Escherichia coli* O157:H7 carried by the housefly in Japan. *Med. Vet. Entomol.*, v.13, p. 214-216, 1999.
- MORRIS, R.S. The application of economics in animal health programmes: a practical guide. *Rev. Sci. Tech.*, 18(2), 305-314, 1999.
- MORO, C.V.; DE LUNA, C.J.; TOD, A.; et al. The poultry red mite (*Dermanyssus gallinae*): A potential vector of pathogenic agents. *Exp. Appl. Acarol.*, v. 48, p. 93–104, 2009.
- MORRONE, F.; MAYWORM, M.A.S.; TUCCI, E.C.; et al. Ação acaricida de extratos foliares de espécies de *Coffea* (Rubiaceae) sobre *Dermanyssus gallinae* (De Geer, 1778) (Acari: Dermanyssidae). *Arq. Inst. Biol.*, v.68, n.2, p.43-47, 2001.
- MOUNT, G.A.; GAHAN, J.B.; LOFGREN, C.S. Evaluation of insecticides in the laboratory against adult and larval stable flies. *J. Econ. Entomol.*, v.58, p.685–687, 1965.

- MULLENS, B.A.; VELTEN, R.K.; HINKLE, N.C.; et al. Producer attitudes and control practices for northern fowl mites in southern California. *Poult. Sci.*, v.83, p.365-374, 2004.
- MULLENS, B.A.; OWEN J.P.; KUNEY D.R.; et al. Temporal changes in distribution, prevalence and intensity of northern fowl mite (*Ornithonyssus sylviarum*) parasitism in commercial caged laying hens, with a comprehensive economic analysis of parasite impact. *Vet. Parasitol.*, v. 160, n.1-2, p. 116-33, 2009.
- MURILLO A.C.; CHAPPELL M.C.; OWEN J.P.; et al. Northern fowl mite (*Ornithonyssus sylviarum*) effects on metabolism, body temperatures, skin condition, and egg production as a function of hen MHC haplotype. *Poult. Sci.*, v.95, p.2536-2546, 2016.
- MURILLO, A.C.; MULLENS, B.A. A review of the biology, ecology, and control of the northern fowl mite, *Ornithonyssus sylviarum* (Acari: Macronyssidae). *Vet. Parasitol.* v.246, p. 30-37, 2017.
- NAQQASH M.N.; GÖKÇE A.; BAKHSH A.; et al. Insecticide resistance and its molecular basis in urban insect pests. *Parasitol. Res.*, v.115, n.4, p.1363-1373, 2016.
- NAZNI, W.A.; SELEENA, B.; LEE, H.L.; JEFFERY, J.; ROGAYAH, T.; SOFIAN, M.A. Bacteria fauna from the house fly, *Musca domestica* (L.). *Trop. Biomed.*, v.22, p.225-231, 2005.
- NAZNI, W.A.; APANDI, M.Y.; EUGENE, M.; et al. The potential of house fly, *Musca domestica* (L.) in the mechanical transmission of influenza A subtype H1N1 virus under laboratory conditions. *J. Gen. Mol. Virol.*, v.5, p. 22-28, 2013.
- NICOLINO, R.R. *Estimativa de custos associados à infecção por Neospora caninum em propriedades de exploração leiteira no Brasil*. 2015. 98f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- NORDENFORS, H.; HÖGLUND, J.; UGGLA, A. Effects of temperature and humidity on oviposition, molting, and longevity of *Dermanyssus gallinae* (Acari: Dermanyssidae). *J. Med. Entomol.*, v. 36, n. 1, p. 68-72, 1999.
- NORTH, M.O.; BELL, D.D. Commercial chicken production manual. 4^oed. New York: Van Nostrand Reinhold, 1990. 422p.
- OLIVEIRA, H.H.; FERREIRA, I.; SERRA-FREIRE, N.M. Fauna de Mallophaga (Insecta: Aptera) de ectoparasitos em *Gallus gallus* L. e *Columba livia* L. amostrados no Rio de Janeiro. *Entomol. Vectores.*, v.6, n.5, p.509-515, 1999.
- OLIVEIRA, D.G.P.; ALVES, L.F.A.; SOSA-GÓMEZ, D.R. Advances and perspectives of the use of the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and metarhizium anisopliae for the control of arthropod pests in poultry production. *Rev. Bras. Cienc. Avic.*, v.16, n.1, p.1-12, 2014.
- OLIVEIRA, C.S.F. *Análise epidemiológica e bioeconômica da mastite bovina em rebanhos brasileiros*. 2015. 82f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- OLIVEIRA, C. B.; TONIN, A. A., MONTEIRO, S. G. Parasitismo do ácaro *Ornithonyssus bursa* em humanos no Sul do Brasil. *Acta. Sci. Vet.*, v. 40, n. 4, p.1-3, 2012.
- OLIVEIRA T.M.; TEIXEIRA C.M.; ARAÚJO I.L.; et al. Caracterização epidemiológica e avaliação de risco associados à presença da ordem Diptera em granjas de postura. *Acta. Sci. Vet.*, v.46, 1563, 2018.

- OLIVEIRA, T.M.; TEIXEIRA, C.M.; ARAÚJO, I.L.; et al. Epidemiologia e avaliação de risco associado à presença de ácaros hematófagos em galpões de granjas avícolas de postura. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.72, n.6, p.2148-2156, 2020.
- PASCOAL, L.A.F., BENTO JR, F.A., SANTOS, W.S., et al. A. Qualidade de ovos comercializados em diferentes estabelecimentos na cidade de Imperatriz- MA. *Rev. Bras. Saúde Prod. An.*, v.9, n.1, p. 150-157, 2008.
- PECK, R.F.; ANDERSON, J.R. Arthropod predators of immature Diptera developing in poultry groupings in Northern California. *J. Med. Entomol.*, v.6, n.2, p. 163-167, 1969.
- PEREIRA, M.C. Ectoparasitose. In: REVOLLEDO L.; FERREIRA A.J.P. (eds) Patologia Aviária. 1^oed. Barueri - SP: Manole, 2009. p.322-339.
- PILGER, G.G; COSTA, J.F.C.L.; KOPPE, J.C. Improving the Efficiency of the Sequential Simulation Algorithm Using Latin Hypercube Sampling. *Geostatistics Banff 2004*, 14, Springer. 2005, p.989-998.
- POST, W. The prevalence of some ectoparasites, diseases and abnormalities in the yellow-shouldered blackbird. *J. Field. Ornithol.*, v.52, n.1, p. 16-22, 1981.
- PRADO, A.P. Controle das principais espécies de moscas em áreas urbanas. *Biológico.*, v.65, n.1-2, p.95-97, 2003.
- RAGSDALE, C.T. Modelagem de planilha e análise de decisão: uma introdução prática. São Paulo: Cengage Learning, 2^oed, 2014. 616p.
- REIGADA, C. GODOY, W.A.C. Seasonal fecundity and body size in *Chrysomya megacephala* (Fabricius) (Diptera: Calliphoridae). *Neotrop. Entomol.*, v.34, p.163-168, 2005.
- RESENDE R.R.; SOCCOL, C.R.; DE FRANÇA, L.R. Biotecnologia aplicada à agroindústria: fundamentos e aplicações – v. 4 [livro eletrônico] /São Paulo: Toxinas inseticidas de *Bacillus thuringiensis* Blucher, 2016. 737p.
- REZENDE, L.C.; CUNHA, L.M.; TEIXEIRA, C.M.; et al. Mites affecting hen egg production: some considerations for Brazilian farms. *Cien. Rural.*, v.43, n.7, p.1230-1237, 2013.
- REZENDE, L.C.; MARTINS, N.R.S.; TEIXEIRA, C.M.; et al. Epidemiological aspects of lice (*Menacanthus* species) infections in laying hen flocks from the state of Minas Gerais, Brazil. *Br. Poult. Sci.*, v.57, n.1, p.44-50, 2016.
- REZENDE L.C.; OLIVEIRA T.M.; TEIXEIRA C.M.; et al. Occurrence and Epidemiology of *Fannia* spp. (Diptera: Fanniidae) in Laying Poultry Farms in State of Minas Gerais, Brazil. *Rev. Bras. Cienc.*, v.20, n.3, p.419–424, 2018.
- REZENDE, L.C.; OLIVEIRA, T.M.; TEIXEIRA, C.M.; et al. Epidemiological determinants of *Chrysomya* (Diptera: Calliphoridae) infestation in layer farms of Minas Gerais, Brazil. *Biosci. J.*, v. 35, n.5, p.1525-1532, 2019a.
- REZENDE, L.C.; OLIVEIRA, T.M.; TEIXEIRA, C.M.; et al. Synanthropic diptera affecting layer poultry farms: a review. *Arq. Inst. Biol.*, v.86, p.1-8, e0922017, 2019b.
- ROGOFF, W.M.; CARBREY, E.C.; BRAM, R.A et al. Transmission of Newcastle Disease Virus by Insects: Detection in Wild *Fannia* spp. (Diptera: Muscidae). *J. Med. Entomol.*, v.12, n.2, p.225-227, 1975.
- SANTOS, R.L., MARTINS, T.M.; BORGES, Á.M.; et al. Economic losses due to bovine 14 brucellosis in Brazil. *Pesq. Vet. Bras.*, v.33, n.6, p.759–764, 2013.

SAWABE, K.; HOSHINO, K.; ISAWA, H.; et al. Blow Flies Were One of the Possible Candidates for Transmission of Highly Pathogenic H5N1 Avian Influenza Virus during the 2004 Outbreaks in Japan. *Influenza. Res. Treat.*, v.2011, 652652, p. 1-8, 2011.

SCOTT J. G.; ALEFANTIS T.G.; KAUFMAN P.E.; et al. Insecticide resistance in house flies from caged-layer poultry facilities. *Pest. Manage. Sci.*, v.56, p.147–153, 2000.

SERAFINI, P. S.; ANJOS, L.; ARZUA, M.; et al. First report of *Ornithonyssus sylviarum* (ACARI: Macronyssidae) on black vulture (*Coragyps atratus*) nestlings from Brazil. *Rev Bras Parasitol Vet.*, v.12, n.2, p.92–93, 2003.

SIKES, R. K.; CHAMBERLAIN, R. W. Laboratory observations on three species of bird mites. *J. Parasitol.*, v. 40, n.6, p.691-7, 1954.

SILVEIRA, G.A.R; MADEIRA, N.G.; AZEREDO-ESPIN, A.M.L.; et al. Levantamento de microhimenópteros parasitóides de dípteros de importância, médico-veterinária no Brasil. *Men. Inst. Oswaldo. Cruz.*, v.84, supl. IV, p. 505-510, 1989.

SMITH, M. G.; BLATTNER, R.J.; HEYS, F.M. The isolation of the St. Louis encephalitis virus from chicken mites (*Dermanyssus gallinae*) in nature. *Science.*, v.100, n.2599, p.362–363, 1944.

SOARES, N.M.; TUCCI, E.C.; GUASTALLI, E.A.L.; et al. Controle da infestação por *Ornithonyssus sylviarum* (Canestrini e Fanzago, 1877) (Acari: Macronyssidae) em poedeiras comerciais utilizando extrato de *Azadirachta indica*. *Rev. Bras. Parasitol. Vet.*, v.17, n.4, p.175- 178, 2008.

SOMMER, D.; HEFFELS-REDMANN, U.; KÖHLER, K.; et al. Role of the poultry red mite (*Dermanyssus gallinae*) in the transmission of avian influenza A virus. *Tierarztl. Prax. Ausg. G. Grosstiere. Nutztiere.*, v.44, p.26–33, 2016.

SPARAGANO, O.A.E.; HO J. Parasitic Mite Fauna in Asian Poultry Farming Systems. *Front. Vet. Sci.*, v.7, n.400, 2020.

STAMP, R. K.; BRUNTON, D.H.; WALTER, B. Artificial nest box use by the North Island saddleback: effects of nest box design and mite infestations on nest site selection and reproductive success. *N. Z. J. Zool.*, v.29, p.285-292, 2002.

SUNG, I.H.; LIN, M.Y.; CHANG, C.H.; et al. Pollinators and their behaviors on mango flowers in southern Taiwan. *Formos Entomol.*, v.26, p.161-170, 2006.

TAVASSOLI, M.; OWNAG, A.; POURSEYED, S.H. et al. Laboratory evaluation of three strains of the entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae* for controlling *Dermanyssus gallinae*. *Avian. Pathol.*, v.37, p.259- 263, 2008.

TEIXEIRA, C.M. *Resposta de deutoninfas alimentadas de Dermanyssus gallinae (Acari: Dermanyssidae) (De Geer, 1778) a extratos de ácaros co-específicos e a correntes de ar em olfatômetro discriminante 2011*. 56f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

TEIXEIRA, C.M. *Dinâmica populacional e controle estratégico de Ornithonyssus sylviarum (ACARI: MACRONYSSIDAE) em granjas comerciais de postura de Minas Gerais, Brasil*. 2016. 79f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

TEIXEIRA, C.M.; OLIVEIRA, T.M.; SORIANO-ARAÚJO, A.; et al. *Ornithonyssus sylviarum* (Acari: Macronyssidae) parasitism among poultry farm workers in Minas Gerais state, Brazil. *Cienc. Rural.*, v.50, n.7, e20190358, 2020.

- TÉLLEZ, M.L.; SORDO, C., RUIZ, A. et al. Dermatitis por ácaros de palomas: primer reporte de la presencia de *Ornithonyssus sylviarum* en el Perú. *Fol. Dermatol. Peruana.*, v.19, n.2, p.63- 68, 2008.
- TERRA, C. Ovo, a proteína do 3º milênio. In: CONGRESSO DE PRODUÇÃO E CONSUMO DE OVOS, 1999, São Paulo. Anais... São Paulo: Associação Paulista de Avicultura, 1999. p.8-9.
- THEVAN, K.; AHMAD, A.H; RAWI, C.S.; et al. Growth of *Chrysomya megacephala* (Fabricius) maggots in a morgue cooler. *J. Forensic. Sci.*, v.55, p.1656-1658, 2010.
- TRIPLEHORN, C.A.; NORMAN, F.J. Estudo dos insetos. São Paulo: Cengage learning, 2011. 816p.
- THOMAS, E.; ZOLLER1, H.; LIEBISCH, G.; et al. In vitro activity of fluralaner and commonly used acaricides against *Dermanyssus gallinae* isolates from Europe and Brazil. *Parasit. Vectors.*, v.11, n.36, 2018.
- THIND, B.B.; FORD, H.L. Assessment of susceptibility of the poultry red mite *Dermanyssus gallinae* (Acari: Dermanyssidae) to some acaricides using an adapted filter paper based bioassay. *Vet. Parasitol.*, v.144, p.344–348, 2007
- TOLDI, M.; FALEIRO, D.C.C.; DA SILVA, G.L.; et al. Life cycle of the predatory mite *Cheyletus malaccensis* (Acari: Cheyletidae) fed on Poultry Red Mite *Dermanyssus gallinae* (Acari: Dermanyssidae). *Syst Appl Acarol.*, v.22, n.9, p.1422–1430, 2017.
- TUCCI, E.C.; GUIMARÃES, J.H.; BRUNO, T.V.; et al. Ocorrência de ácaros hematófagos em aviários de postura no Estado de São Paulo. *Rev. Bras. Parasitol. Vet.*, v. 5, n. 2, p.95-102, 1998.
- TUCCI, E. C. *Biologia de Dermanyssus gallinae (De Geer, 1778) (Acari, Dermanyssidae) em condições de laboratório*. 2004. 89p. Tese (Doutorado em Parasitologia) - Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- TUCCI, E.C.; GUASTALI, E.A.L.; REBOUÇAS, M.M.; et al. Infestação por *Megninia* spp. em criação industrial de aves produtoras de ovos para consumo. *Arq. Inst. Biol.*, v.72, n.1, p.121-124, 2005.
- TUCCI E.C.; SOARES N.M.; FACCINI J.L.H.; et al. Additional information about an outbreak by *Allopsoroptoides galli* (Acari: Psoroptoididae) in commercial laying hens in the state of São Paulo, Brazil. *Pesq.Vet. Bras.*, v.34, n.8, p.760-762, 2014.
- VAN EMOUS, R. Wage war against the red mite! *Poult. Int.*, v. 44, p. 26 – 33, 2005.
- VAZIRIANZADEH, B.; SOLARY, S.S.; RAHDAR, M.; et al. Identification of bacteria which possible transmitted by *Musca domestica* (Diptera: Muscidae) in the region of Ahvaz, SW Iran. *Jundishapur. J. Microbiol.*, v.1, p.28–31, 2008.
- VEZZOLI, G.; KING, A.J.; MENCH, J.A. The effect of northern fowl mite (*Ornithonyssus sylviarum*) infestation on hen physiology, physical condition, and egg quality. *Poult. Sci.*, v.95, n.5, p.1042-1049, 2016.
- WANARATANA, S., PANYIM, S.; PAKPINYO, S. The potential of house flies to act as a vector of avian influenza subtype H5N1 under experimental conditions. *Med. Vet. Entomol.*, v.25, p.58–63, 2011.
- WAAP, H.; AGUIN-POMBO, D.; MAIA, M. Case Report: Human Dermatitis Linked to *Ornithonyssus bursa* (Dermanyssoidea: Macronyssidae) Infestation in Portugal. *Front. Vet. Sci.*, v.7, n.567902, 2020.

- WANG, J.N.; HOU, J.; WU, Y.Y.; et al. Resistance of House Fly, *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae), to Five Insecticides in Zhejiang Province, China: The Situation in 2017. *J. Infect. Dis. Med. Microbiol.*, n.4851914, p.1-20, 2019.
- WANG, C.; XU, X.; HUANG, Y.; et al. Susceptibility of *Dermanyssus gallinae* from China to acaricides and functional analysis of glutathione S-transferases associated with beta-cypermethrin resistance. *Pestic. Biochem. Physiol.*, v. 171, 104724, 2021.
- ZEMSKAYA A.A.; PCHELNIKA A.A. Gamasoid mites and Q fever. In: Problemy Parazitologii, Markevich (ed.), Kiev, p.258-259, 1967.
- ZVEREVA E.L.; ZHEMCHUZHINA A.A. On some factors influencing the *Musca domestica* L. fecundity. *Medskaya. Parazitol.*, v.58, p.27–30, 1988.

Capítulo I

ASPECTOS PRODUTIVOS E ECONÔMICOS RELACIONADOS À AVICULTURA DE POSTURA NO BRASIL

RESUMO

A avicultura de postura vem passando por modificações ao longo do tempo que resultaram no aumento de sua produtividade. Novas formas de criação, melhoramento genético, equilíbrio nutricional, manejo e sanidade das criações foram determinantes para este sucesso. A comparação do preço do ovo com as outras proteínas de origem animal, faz dele uma alternativa de alimento nutritivo de elevado valor biológico e importante aliado no combate à fome. Objetivou-se descrever e avaliar a importância da produção de ovos e associar com alguns parâmetros econômicos de sua comercialização. O estudo foi caracterizado como observacional, descritivo e retrospectivo, baseado em bancos de dados secundários, com informações entre os anos de 2010 a 2020. Realizou-se descrição das variáveis produtivas, valores de comercialização de ovos e número de aves alojadas. Também, foi calculado através de uma regressão linear a associação entre o consumo *per capita* com o crescimento populacional brasileiro, o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) e número de ovos produzidos no Brasil. Além disso, uma distribuição espacial dos dados descritivos foi produzida. Constatou-se que a China é a maior produtora mundial de ovos, há pelo menos dez anos, com produções acima de 20 milhões de toneladas/ano. Constatou que o Brasil avançou duas posições no ranking mundial de produção de ovos, atualmente ocupando a quinta posição, com uma produção de mais de 47 bilhões de unidades para o ano de 2020. O consumo *per capita* para o ano de 2019 foi de 230 ovos e associado ao aumento da produção brasileira. Houve valorização média do preço da caixa com 30 dúzias de ovos brancos grandes em torno de 5,8 a 21%, entre os anos de 2019 para 2020. As perspectivas de crescimento para a avicultura de postura são positivas no Brasil, uma vez que o consumo tem aumentado e uma regionalização é observada. Destaca-se a importância de mais estudos que avaliem a cadeia produtiva de ovos no Brasil, para que este setor possa avançar na produção atendendo as exigências de mercado.

Palavras-chave: poedeira, produção de ovos, proteína animal, economia.

ABSTRACT

Laying poultry has undergone changes over time that have resulted in increased productivity. New ways of breeding, genetic improvement, nutritional balance, management and health of the creations were decisive for this success. Comparing the price of egg with other animal proteins makes it a nutritious food alternative with high biological value and an important ally in fighting hunger. The objective was to describe and evaluate the importance of egg production and associate it with some economic parameters of its commercialization. The study was characterized as observational, descriptive and retrospective, based on secondary databases, with information between the years 2010 to 2020. A description of production variables, egg sales values and number of housed birds was carried out. Also, the association between per capita consumption and Brazilian population growth, the Human Development Index (HDI) and

the number of eggs produced in Brazil was calculated through a linear regression. In addition, a spatial distribution of descriptive data was produced. It was found that China is the world's largest producer of eggs, for at least ten years, with production above 20 million tons/year. It found that Brazil advanced two positions in the world ranking of egg production, currently occupying the fifth position, with a production of more than 47 billion units for the year 2020. *Per capita* consumption for the year 2019 was 230 eggs and associated with the increase in Brazilian production. There was an average appreciation of the price of the box with 30 dozen large white eggs around 5,8 to 21%, between the years 2019 to 2020. The growth prospects for laying poultry farming are positive in Brazil, a consumption has increased and a regionalization is observed. The importance of further studies that assess the egg production chain in Brazil is highlighted, so that this sector can advance in production meeting market requirements.

Keywords: laying hen, egg production, animal protein, economics.

1-INTRODUÇÃO

As estimativas de crescimento populacional indicam aumento acelerado e contínuo, o que levará a uma demanda mundial por alimentos em quantidade e qualidade. Para United Nations (2019), a população mundial em 2030 estará próxima de 8,5 a 8,6 bilhões de pessoas, entre 9,4 e 10,1 bilhões em 2050 e entre 9,4 e 12,7 bilhões em 2100. Considerando este cenário, o consumo de proteína animal aumentará conforme a demanda do crescimento populacional.

Gazzoni (2017) considera que a produção animal e vegetal deverá aumentar de forma substancial para atender as necessidades mundiais. Considerando este cenário, o Brasil poderá sobressair economicamente, aumentando sua produtividade, suas exportações, a fim de atender demandas mundiais por alimentos. Para isso será necessário investimento em novas tecnologias, pesquisas, no setor agrícola e agropecuário para avançar e obter sucesso na produção, respeitando as necessidades da sociedade e ambientais. Produzir alimentos com qualidade e em quantidade suficiente tornou-se um dos maiores desafios para a humanidade. Essa meta exige o desenvolvimento de tecnologias racionais que otimizem o uso de recursos naturais, ampliando a capacidade produtiva, melhorando a qualidade, a segurança e reduzindo perdas de produção (Resende et al., 2016).

Dentre os produtos de origem animal, tem-se a produção de ovos, como alternativa alimentar com alto valor biológico, de fácil acesso, baixo custo e importante para a saúde humana (Brugalli et al., 1998; Terra, 1999; Pascoal et al., 2008; Barancelli et al., 2012). A avicultura de postura tem se desenvolvido muito nos últimos anos, buscou novos sistemas de criação, aumentou sua produtividade, melhorou sua genética e nutrição, intensificou o manejo e a sanidade de suas criações. Tais determinantes são importantes para a avicultura de postura como atividade econômica e produtiva, atendendo a demanda

de alimentos seguros para a população (Mazzuco et al., 2006; Menezes et al., 2009; Da Silva, 2019).

Os sistemas de criação e manejo de galinhas poedeiras podem ser classificados em: intensivos (em gaiolas ou sobre o piso, em galpões abertos ou fechados), sendo o convencional, ou de granja, o mais comum; e extensivos ou alternativos (free range, orgânico, colonial ou tipo caipira) (Pelletier, 2017; Da Silva, 2019; Pires e Pinto, 2020). Segundo Amaral et al. (2016), a produção de ovos ocupava o quinto lugar no ranking mundial dentre as proteínas de origem animal e seu consumo cresceu cerca de 2,6% ao ano, no período de 2003 a 2011.

De acordo com Oliveira (2017), para aumentar a produtividade, qualidade e disponibilidade de ovos, é de suma importância uma linha de investimento para o setor avícola de postura, para que os avicultores sejam capazes de tecnificar seus galpões e melhorar sua capacidade produtiva. Ainda, é importante destacar que certas medidas de manejo devem ser implementadas de forma precoce para controle de ectoparasitos e outros problemas relacionados à qualidade e segurança do alimento em toda a cadeia produtiva.

Considerando a importância do ovo como um produto de origem animal para o mercado brasileiro, este trabalho objetivou descrever e avaliar a importância da produção de ovos e associar com alguns parâmetros econômicos de sua comercialização.

2- MATERIAL E MÉTODOS

2.1- Delineamento e variáveis do estudo

O tipo de estudo empregado neste trabalho é caracterizado como observacional, descritivo e retrospectivo. Foi baseado em bancos de dados secundários, estruturados com informações sobre a produção de ovos brasileira e mundial, o número de aves alojadas, o consumo *per capita* de ovos, o crescimento da população brasileira e dados sobre os valores de comercialização das caixas ovos brancos grandes com 30 dúzias. Os dados coletados compreenderam o período entre os anos de 2010 a 2020.

2.2- Banco de dados

Um banco de dados foi construído e organizado no *software* Excel[®] 2007, agregando informações presentes sobre a avicultura de postura do Censo Agropecuário (2017), dados demográficos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2020), informações produtivas da Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA, 2020), produção mundial de ovos no site da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO, 2020) e dados sobre a comercialização de caixas de ovos na Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2020).

2.3- Análise estatística

Foi realizada uma análise descritiva das variáveis sobre a produção de ovos, número de aves alojadas e valores de comercialização. Além disso, para avaliar a relação entre as variáveis realizou-se uma regressão linear entre o consumo *per capita* com o crescimento populacional brasileiro, o (IDH) e a produção de ovos no Brasil, considerando a série histórica entre 2010 a 2019. As variáveis que apresentaram distribuição normal e adequação do modelo de regressão, foram testadas pela análise dos resíduos e calculado o coeficiente de determinação ajustado (R^2). A variável dependente foi o consumo *per capita* de ovos, considerou-se significativo o valor de $p \leq 0,05$ e a análise estatística foi realizada com o *software* STATA, versão 14.0.

2.4- Georreferenciamento

Realizou-se uma distribuição espacial dos dados descritivos para os estados brasileiros, quanto ao percentual de produção de ovos, seus valores de comercialização e número de aves alojadas. Calculou-se a média da comercialização das caixas de ovos brancos grandes para os estados amostrados pela CONAB (2020). Portanto, utilizou-se das informações disponíveis entre o período de 2019 a 2020, para o georreferenciamento e produção dos mapas utilizou-se o *software* QGIS 3.14.

3- RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produção mundial de ovos vem crescendo ao longo do tempo, como observa-se na figura 1. A China é o maior produtor mundial de ovos há pelo menos dez anos, com produção acima de 20 milhões de toneladas/ano. Além disso, destaca-se também como um importante exportador de ovos em casca e de ovoprodutos (Amaral et al., 2016).

O Brasil ocupava a sétima posição mundial em produção de ovos para consumo, produzindo pouco mais de 1,9 milhão de toneladas no ano de 2010, o que representava pouco menos de 3% do total mundial (FAO, 2020). No entanto, no período entre 2010 a 2019 o Brasil aumentou sua produção em 38,3%, chegando a uma diferença superior a 1,2 milhão de toneladas. Atualmente, o país ocupa a quinta posição no ranking mundial de produção de ovos, ficando atrás apenas de China, Estados Unidos da América, Índia e Indonésia.

Para Oliveira et al. (2020), o crescimento da produção e consumo de ovos no Brasil, se deu graças ao desaparecimento do estigma de que o consumo diário de ovo traria problemas de saúde, com a elevação dos níveis de colesterol, como divulgado amplamente na década de 90. Pires e Pinto (2020) reforçam que a quebra do paradigma do ovo como vilão à saúde humana e a constatação do ovo como alimento saudável impactou no aumento do consumo e na conseqüente necessidade de maximizar a produção de ovos. Estes autores, destacaram que parte deste contexto é percebido ao se

verificar que a produção mundial de ovos aumentou 48,87% no período entre 1999 a 2016, com a China respondendo por cerca de 30% da produção mundial. Segundo Saath e Fachinello (2018), as projeções populacionais indicam crescimento acelerado e contínuo nas próximas décadas, o que elevará a demanda geral por alimentos. Os resultados produtivos no presente estudo corroboram com as pesquisas mencionadas acima, que evidenciam que o ovo é um alimento de alto valor biológico, fonte proteína animal e seu consumo está relacionado a mudanças de costumes e ao crescimento populacional.

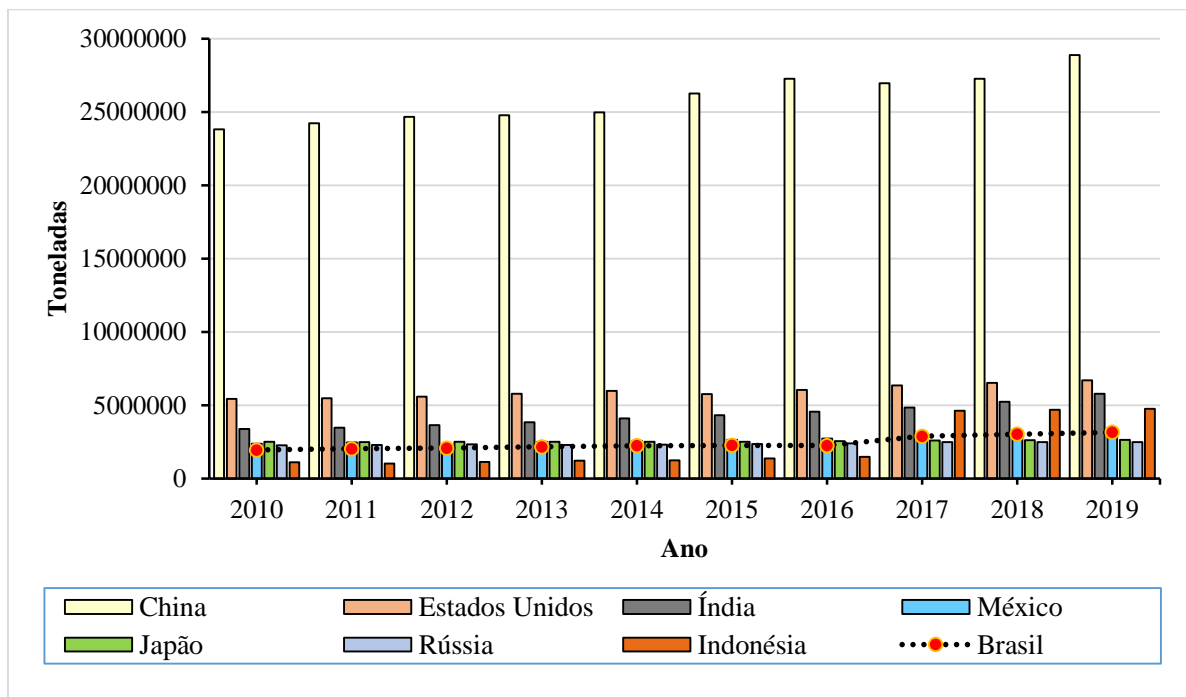


Figura 1. Ranking mundial de produção de ovos (toneladas) dos sete países mais produtores entre o período de 2010 a 2019.

A produção brasileira de ovos vem crescendo ao longo do tempo, conforme é mostrado na figura 2. Quando se compara a produção de ovos dentro de cada trimestre, contata-se aumento progressivo na produção na transição entre os trimestres, mas o último trimestre de 2020 há diminuição da produção. As variações observadas podem chegar entre 2,0 a 4,8%. Algumas situações podem estar relacionadas com esses aumentos, como a alta nos valores do preço da carne bovina e possível substituição pelo ovo, a desmitificação com relação ao consumo do ovo associado com o aumento do colesterol, o que poderia elevar esse consumo e o aumento no número de aves alojadas nas granjas. Além das situações mencionadas anteriormente, outras circunstâncias econômicas, internas e pontuais também podem alterar a cadeia produtiva de ovos. Entre os anos 2015 e 2016, houve uma recessão no Brasil causada por uma crise político-

econômica associado ao *impeachment* da Presidente Dilma Rousseff, já no de 2018 o país vivenciou uma crise relacionada à greve dos caminhoneiros e em 2020 a pandemia causada pelo Sars-Cov2 alterou a dinâmica da vida da população brasileira e mundial. Tais condições poderiam causar problemas inflacionários e influenciar o poder de compra das classes econômicas menos favorecidas. No entanto, sugere-se mais estudos que possam acompanhar a dinâmica da produção brasileira de ovos, a fim de conhecer as possíveis causas relacionadas a estes aumentos entre os trimestres.

A produção de ovos de galinha no Brasil ultrapassou a marca de 47 bilhões de unidades em 2020. Estes valores representam um recorde desde que o IBGE começou a fazer o registro dessa produção. Os quatro estados que mais produziram ovos foram São Paulo, Paraná, Minas Gerais e Espírito Santo, correspondendo a um total de 57,3% de toda produção brasileira. No relatório da ABPA (2020), o aumento no consumo de ovo pode estar relacionado com o número de aves alojadas nos galpões, no ano de 2016 havia um total de 92,7 milhões de aves alojadas e passou para 118,4 milhões no ano de 2020.

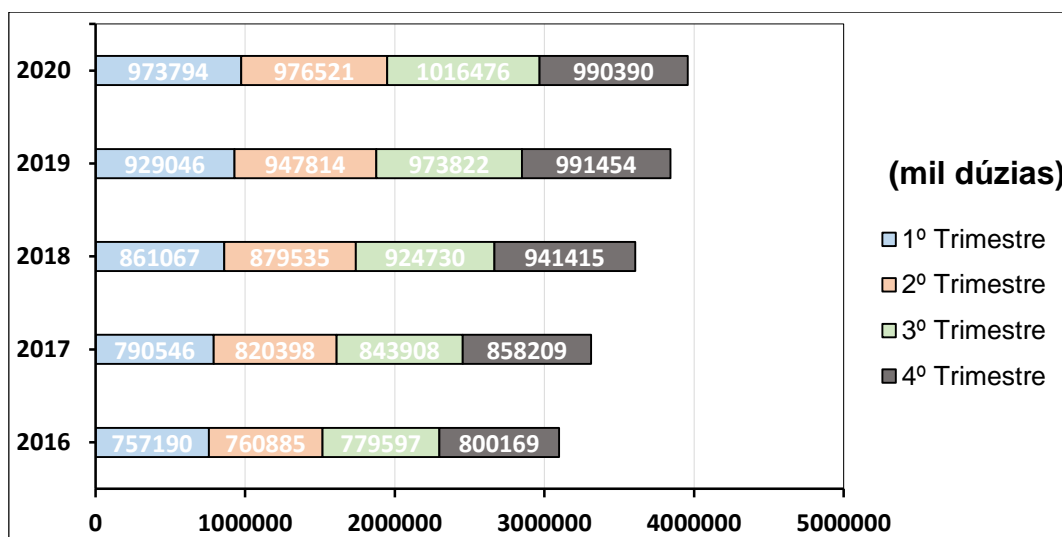


Figura 2. Produção de ovos por trimestres no Brasil entre o período de 2016 a 2020.

A indústria avícola brasileira de postura vem crescendo anualmente e se torna cada vez mais representativa na produção e com possibilidades de aumento da exportação de seus produtos. Ao mesmo tempo que houve um crescimento da população brasileira e um maior consumo *per capita* de ovos.

No ano de 2010, o Brasil tinha um consumo de 148 unidades e passou para 230 ovos no ano de 2019 (Figura 3). Para Kralik et al. (2017), a produção de ovos na União Europeia manteve-se em cerca de 7,3 mil toneladas e o consumo de ovos aumentou, chegando a um consumo *per capita* de 200 unidades entre os anos de 2010 a 2013. Quando se compara os dados mencionados anteriormente com aqueles apresentados neste estudo, observou-se que entre os anos de 2010 a 2012 o consumo *per capita* brasileiro foi

inferior ao da União Europeia, mas a partir de 2013 esse valor foi igual e aumentou gradativamente. Esta situação demonstrou que a avicultura de postura está em constante transformação, promovendo mudanças e melhorias nas infraestruturas, inserindo novas práticas de gestão e manejo das aves, estabelecendo novos níveis de controle produtivo e aperfeiçoando o monitoramento dos índices produtivos. Além de agregar novas responsabilidades sociais, ambientais e ações de bem-estar animal.

Tabela 1. Regressão linear simples entre o consumo *per capita* e produção de ovos brasileira (2010 a 2019)

R ² ajustado	R ²	Consumo per capita	Coef.	Std. Err.	IC (95%)	P valor
0.9976	0.9978	Produção de ovos por bilhão	.0040047	0,000066	0,003 a 0,0041	0.00

Constatou-se que à medida que o consumo *per capita* de ovos aumenta 1 ponto, a produção de ovos aumenta pelo menos 0,4% (Tabela 1). As demais variáveis (crescimento populacional brasileiro e o IDH) saíram do modelo por perderem significância. Para Da Silva (2019), as tendências de consumo no mercado brasileiro e no mundo são baseadas no estilo de vida, hábitos, convicções e preferências dos consumidores.

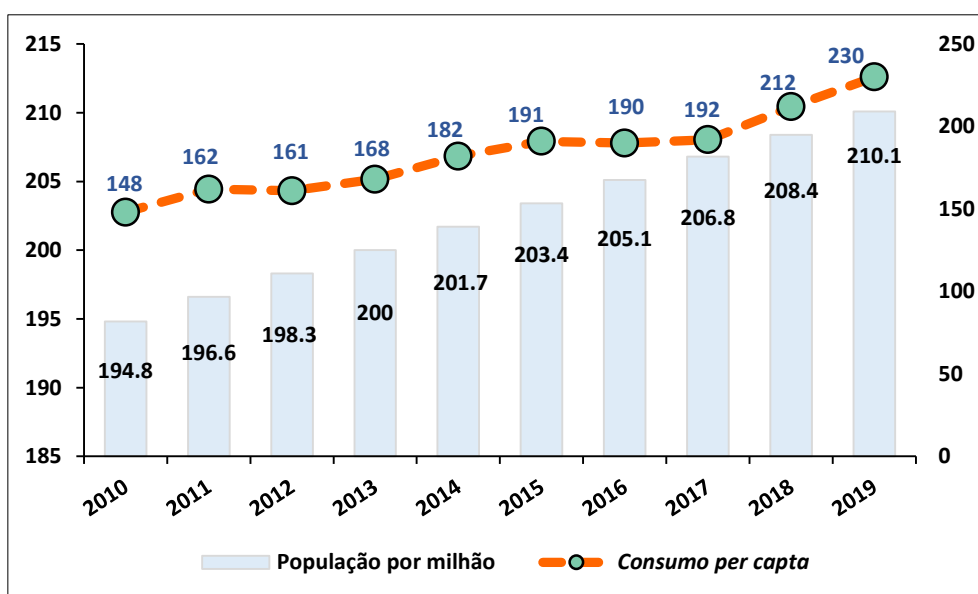


Figura 3. Consumo *per capita* de ovos no Brasil entre os anos de 2010 a 2019.

Observou-se uma regionalização da avicultura de postura no Brasil, sendo o estado de São Paulo o maior produtor de ovos (Figura 4). Sugere-se que os avanços científicos no setor avícola, o incentivo econômico, o aumento na demanda produtiva e a

integração primária com a agroindústria possa estar associado com a regionalização do setor. Além disso, para atender as demandas locais e considerando a grande extensão territorial do país, outras regiões começaram a produzir ovos. No banco de dados coletados, não há registros dos estados do Amapá e Maranhão sobre o efetivo de aves de postura e produção de ovos. Nos últimos anos, a avicultura de postura tem apresentado aumentos produtivos nas regiões Nordeste, Centro-oeste e Sul tanto no efetivo de aves, quanto na produção de ovos. Para Landau et al. (2020), a avicultura de postura é uma atividade com aumentos expressivos tanto no efetivo de galinhas, quanto na produção de ovos e na relação de produtividade média por poedeira. Além disso, estes autores ressaltam que nos últimos anos, percebeu-se uma expansão da atividade para a Região Centro-Oeste e Nordeste do Brasil

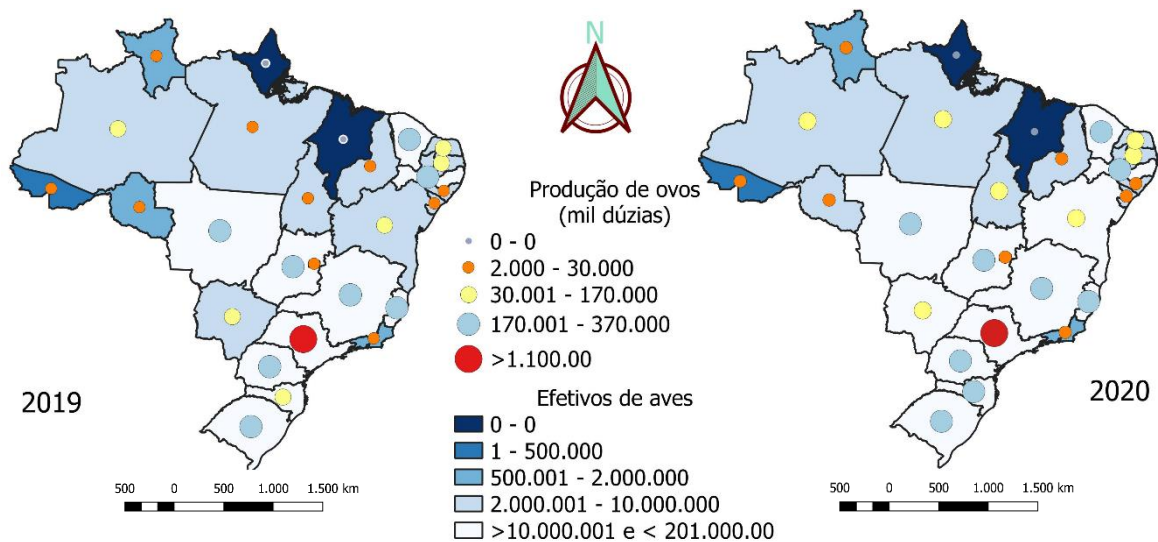


Figura 4. Mapas comparativos entre os números de ovos produzidos e efetivo de galinhas alojadas no Brasil (2019 e 2020).

Observou-se acréscimo no menor valor da caixa com 30 dúzias de ovos em 21% em relação ao ano de 2019 para 2020, nessa perspectiva a caixa de ovos era vendida a R\$90,00 e chegou a R\$114,00 (Figura 5). Considerando os valores mais altos apresentados na figura 4, a caixa com 30 dúzias de ovos teve um reajuste de venda de apenas 5,8%, passando de R\$129,00 a R\$137,00 em comparação entre os dois anos. Segundo Landau et al. (2020), os valores médios pagos aos produtores pela venda de ovos têm se mantido relativamente constantes nas últimas décadas, sendo pagos valores maiores em regiões com maior demanda em relação à oferta. Ainda, esses autores levantaram a hipótese de que essa valorização não se sustentaria caso ocorresse aumento futuro da produção nessas áreas.

Comparando a valorização da caixa com 30 dúzias de ovos brancos grandes entre os anos de 2019 e 2020, percebeu-se que os estados de Goiás, Paraná, Mato Grosso e Bahia tiveram aumento de seus preços, no entanto o estado do Mato Grosso do Sul teve uma diminuição dos preços comercializados em suas caixas.

2019

2020

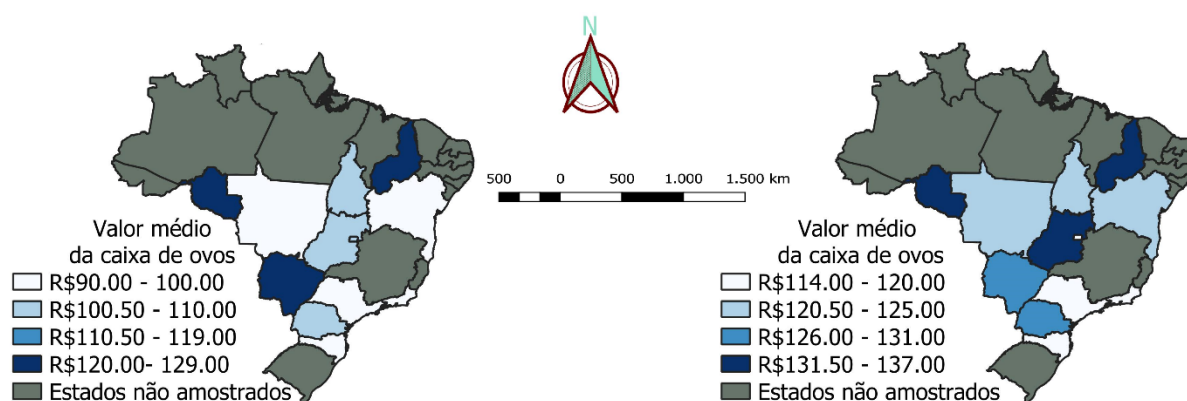


Figura 5. Mapas comparativos entre os valores da comercialização de 30 dúzias de ovos brancos grandes no Brasil (2019 e 2020).

O número efetivo de aves aumentou nos estados de Mato Grosso do Sul, Bahia e Rondônia, para Moura (2008) o aumento na produção de ovos está diretamente relacionado ao número de aves alojadas, e o preço do ovo é influenciado pela sua oferta no mercado, além do preço dos insumos usados nas granjas.

Landau et al. (2020) descreveram que nas regiões com maior produção de ovos, o valor médio pago pela dúzia tem variado entre R\$2,20 e R\$2,80. Segundo Silva et al. (2019), os preços dos ovos no estado do Pará no período de 1995 a 1999 tiveram queda no valor dos ovos, sendo o ano de 1999 com menor registro no preço recebido pelo produtor, em torno de R\$3,00/dúzia. Estes autores ainda verificaram que de 2003 a 2008 o preço apresentou tendência de crescimento e, em 2009, teve-se o maior valor recebido pelo produtor, cerca de R\$6,00/dúzia. A falta de previsibilidade dos valores de comercialização dos ovos e suas oscilações ao longo do tempo poderiam trazer inseguranças para os avicultores. Por isso, ressalta-se a importância de estudos econômicos realizados através de modelagens matemáticas, para auxiliar no planejamento e fortalecimento do setor avícola de postura no Brasil. Algumas pesquisas mostram a percepção de consumidores quanto ao consumo de ovos e, constataram que parte dos consumidores afirmaram que o preço comercializado dos ovos é fator que mais influencia a sua compra (Silva et al., 2015; Maia et al., 2021; Sanches et al., 2021).

4- CONCLUSÃO

As perspectivas de crescimento para a avicultura de postura brasileira são positivas, no que tange a produção de ovos, já que o consumo nacional está crescendo anualmente. A elevação do consumo *per capita* é observada ao longo de 10 anos, com um aumento de 82 ovos/habitantes na comparação entre os anos de 2010 com 2019. Problemas inflacionários que afetam as proteínas animais podem contribuir na escolha e aumento no consumo de ovos, por ser considerado um alimento de fácil acesso e barato. Observou-se uma regionalização da avicultura de postura no Brasil, associado com o aumento do efetivo de aves nos galpões e um aumento da produção de ovos pelas granjas avícolas. As oscilações de mercado nos valores de comercialização dos ovos podem trazer inseguranças para os avicultores com falta de previsibilidade.

Sugere-se o investimento em pesquisas que possam avaliar as condições de mercado, as questões de bem-estar animal, as tendências dos consumidores e de biosseguridade, pois estes elementos favoreceram ações sinérgicas de todos os atores envolvidos para continuar expandindo a produção de ovos, mantendo a qualidade, conquistando novos mercados e ampliando aqueles já conquistados.

Este trabalho possui limitações por se tratar de um estudo observacional e baseado em banco de dados secundários. Tais situações podem levar a subestimação dos dados em relação à produção de ovos, número de aves alojadas e variação dos preços de comercialização de ovos. O que pode incapacitar a associação entre a produção local com o total de seu estado ou em nível nacional. Ressalta-se que os dados foram provenientes de diferentes fontes e isto pode significar qualidade variável da informação. Nessa perspectiva levanta-se a necessidade da integração entre setores públicos e privados e uma base de dados nacional para fortalecer a avicultura de postura no Brasil.

5- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL (ABPA). *Relatório Anual 2020*. Disponível em: < https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2020/05/abpa_relatorio_anual_2020_portugues_web.pdf > Acesso: 20 fev. 2021.

AMARAL, G.; GUIMARÃES, D.; NASCIMENTO, J.C.; et al. Avicultura de postura: estrutura da cadeia produtiva, panorama do setor no Brasil e no mundo e o apoio do BNDES. *BNDES Setorial.*, v. 43, p.167-207, 2016.

BARANCELLI, G.V.; MARTIN, J.G.P.; PORTO, E. *Salmonella* em ovos: relação entre produção e consumo seguro. *Rev. Segur. Aliment. Nutr.*, v.19, n.2, p.73-82, 2012.

BRUGALLI, I.; RUTZ, F.; ZONTA, E.P.; et al. Efeito dos níveis de óleo e proteína na dieta sobre a qualidade interna de ovos, em diferentes condições e tempo de armazenamento. *Rev. Bras. Agrociên.*, v.4, n.3, p.187-190, 1998.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. 2020. Disponível em: < <http://sisdep.conab.gov.br/precosiagroweb/>> Acesso: 20 mar. 2021.

DA SILVA, I.J.O. Sistemas de produção de galinhas poedeiras no Brasil. Diálogos União Europeia – Brasil. p. 3 a 37, 2019. Disponível em: <http://www.sectordialogues.org/documentos/proyectos/adjuntos/b26c49_X-GUIA-GALINHAS-2019.pdf> Acesso em 10 mar. 2021.

FAO - FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION. 2020. Disponível em: < <http://www.fao.org/faostat/en/#data>> Acesso: 20 mar. 2021.

GAZZONI, D.L. Como alimentar 10 bilhões de cidadãos na década de 2050? *Cienc. Cult.*, v.69, n.4, p.33-38, 2017.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2017. *Censo Agropecuário*. Disponível em: < <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/21120-primeiros-resultados-1ovos.html?=&t=o-que-e>> Acesso em: 30 jan. 2021.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2020. *Dados Populacionais*. Disponível em: < <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao.html>> Acesso em: 30 jan. 2021.

KRALIK, I.; TOLUŠIĆ, Z.; BOŠNJAKOVIĆ, D. Production of poultry meat and eggs in the Republic of Croatia and in the European Union. *Ekonomski vjesnik - Econviews*. n.30, p.85-96, 2017.

LANDAU, E.C.; DA SILVA, G.A.; MOURA, L.; et al. Dinâmica da produção agropecuária e da paisagem natural no Brasil nas últimas décadas – Brasília, DF: Embrapa, v.4, p. 2158-2159, 2020.

MAIA, K.M.; GRIESER, D.O.; TOLEDO, J.B.; et al. Characterization of egg eggs in the city of Maringá – Paraná. *Braz. J. of Develop.*, v.7, n.1, p.6489-6501, 2021.

MAZZUCCO, H.; KUNZ, A.; DE PAIVA, D.P. et al. Boas Práticas de Produção na Postura Comercial. *EMBRAPA - Circular técnica*, n.49, p.1-40, 2006

MENEZES, P.C.; CAVALCANTI, V.F.T.; LIMA, E.R.; et al. Aspectos produtivos e econômicos de poedeiras comerciais submetidas a diferentes densidades de alojamento. *R. Bras. Zootec.*, v.38, n.11, p.2224-2229, 2009.

MOURA, J. *Estudo do mercado brasileiro de avicultura de postura comercial para a expansão da empresa Texha como fornecedora de equipamentos*. 2008. 49f. Monografia (Pós-graduação em Marketing Empresarial) CEPPAD- Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

OLIVEIRA, T.M. *Caracterização epidemiológica e avaliação de risco associada à presença de ectoparasitos em granjas de postura comercial em Minas Gerais*. 2017. 58f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

OLIVEIRA, H.F.; CARVALHO, D.P.; ISMAR, M.G. et al. Fatores intrínsecos a poedeiras comerciais que afetam a qualidade físico-química dos ovos. *PUBVET.*, v.14, n.3, a529, p.1-11, 2020.

PASCOAL, L.A.F., BENTO JR, F.A., SANTOS, W.S., et. al. Qualidade de ovos comercializados em diferentes estabelecimentos na cidade de Imperatriz- MA. *Rev. Bras. Saúde. Prod. An.*, v.9, n.1, p. 150-157, 2008.

PELLETIER, N. Life cycle assessment of Canadian egg products, with differentiation by hen housing system type. *J. Clean. Prod.*, v.152, p.167-180, 2017.

PIRES, M.A.D.R.; PINTO, A.T. Egg Industry: what is the meaning and use of this term? *Braz. J. Food Technol.*, v. 23, e2019211, 2020.

RESENDE R.R.; SOCCOL, C.R.; DE FRANÇA, L.R. Biotecnologia aplicada à agroindústria: fundamentos e aplicações – v. 4 [livro eletrônico] /São Paulo: Toxinas inseticidas de *Bacillus thuringiensis* Blucher, 2016. p.737.

SAATH, K.C.O.; FACHINELLO, A.L. Crescimento da Demanda Mundial de Alimentos e Restrições do Fator Terra no Brasil. *Rev. Econ. Sociol. Rural.*, v.56, n.2, p.195-212, 2018.

SILVA, M.B; RAPOSO, J.D.A.S.; RAMOS, L.S.N. Consumidores de ovos de galinha do município de Teresina, PI. *Braz. J. Food Technol.*, v.6, n.1, p.56-63, 2015.

SILVA, L.N; DOS SANTOS, M.A.S; REBELLO, F.K. et al. Comportamento da produção e dos preços de ovos de galinha no estado do Pará, Brasil. *Agrarian. Academy.*, v.6, n.11, p.113-122, 2019.

TERRA, C. Ovo, a proteína do 3º milênio. In: CONGRESSO DE PRODUÇÃO E CONSUMO DE OVOS, 1999, São Paulo. Anais... São Paulo: Associação Paulista de Avicultura, 1999. p.8-9.

UNITED NATIONS, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2019). World Population Prospects 2019: Highlights (ST/ESA/SER.A/423). Disponível em: <https://population.un.org/wpp/Publications/Files/WPP2019_Highlights.pdf> Acesso em: 30 jan. 2021.

Capítulo II
EPIDEMIOLOGIA BASEADA NO RISCO PARA ARTROPÓDES
ASSOCIADOS COM A AVICULTURA DE POSTURA EM MINAS GERAIS

RESUMO

Alguns artrópodes são pragas relacionadas com a avicultura de postura e associadas ao incômodo às aves, estresse derivado do parasitismo, a transmissão de agentes etiológicos, a anemia em diferentes graus, o qual pode refletir na diminuição das taxas de produtividade nos sistemas de postura de ovos. Portanto, diante da possibilidade de prejuízos econômicos, produtivos e sanitários para as granjas avícolas de postura, realizou um compilado de estudos epidemiológicos com dados de risco para ácaros hematófagos para verificar a distribuição espacial destas variáveis e avaliar os principais aspectos epidemiológicos das infestações *Musca domestica* em granjas de postura do estado de Minas Gerais. O estudo foi dividido em duas partes, uma caracterizada como observacional e descritiva, outra analítica e transversal, ambas retrospectivas baseadas em banco de dados secundários. Foi realizada uma análise descritiva das variáveis produzidas por (Cunha, 2013) e posteriormente avaliado os fatores de risco para ocorrência e *M. domestica* em galpões de granjas de postura. As linhagens Hy-Line branca, Lohmann branca, Hisex branca e Dekalb branca foram mais frequentes nos galpões de postura. As ocorrências dos fatores de risco estão bem distribuídas, com maior espacialidade das variáveis: presença de roedores (12), canário-da-terra (*Sicalis flaveola*) (11), garça-vaqueira (*Bubulcus ibis*) (8) e por último, galinhas de subsistência e cercas de madeira ocorrendo em (4) microrregiões. O intervalo de remoção dos dejetos nos galpões, foi um fator predisponente para ocorrência de *M. domestica* com uma probabilidade de risco de 1,004 (IC95% = 1,001 a 1,006; p=0,001), o que indica que para cada dia adicionado ao intervalo de remoção, a chance de ocorrência de infestações aumentaria. A umidade do esterco (OR = 2,56; IC95% = 2,001 a 3,28; p=0,000) foi considerada um fator de risco, ou seja, quanto maior a umidade do esterco, maior a chance de ocorrência de infestações por *M. domestica*. Granjas situadas na Regional de Passos apresentaram 123,81 (14,47 a 1058,98; p=0,000) vezes mais chances de ocorrência de infestações. O controle de infestações de ácaros hematófagos e dípteros deve ser embasado por conhecimentos sobre a biologia e epidemiologia destes artrópodes, a fim de auxiliar na diminuição de suas ocorrências em granjas avícolas de postura.

Palavras-chave: risco de ectoparasitoses, ácaros hematófagos, dípteros, *M. domestica*, granjas de postura.

ABSTRACT

Some arthropods are pests related to laying aviculture and associated with nuisance to birds, stress derived from parasitism, transmission of etiological agents, anemia in different degrees, which may reflect in the decrease of productivity rates in egg laying systems. Therefore, given the potential for economic, productive and health losses for laying poultry farms, a compilation of epidemiological studies with risk data for hematophagous mites was carried out to verify the spatial distribution of these variables and assess the main epidemiological aspects of *Musca domestica* infestations in laying

farms in the state of Minas Gerais. The study was divided into two parts, one characterized as observational and descriptive, the other analytical and transversal, both retrospective based on secondary databases. A descriptive analysis of the variables produced by (Cunha, 2013) was carried out and the risk factors for the occurrence of *M. domestica* in laying farm sheds were subsequently evaluated. The Hy-Line white, Lohmann white, Hisex white and Dekalb white lineages were more frequent in laying sheds. The occurrences of risk factors are well distributed, with greater spatiality of the variables: presence of rodents (12), saffron finch (*Sicalis flaveola*) (11), cattle egret (*Bubulcus ibis*) (8) and finally, subsistence chickens and wooden fences occurring in (4) microregions. The interval for removal of manure from the sheds was a predisposing factor for the occurrence of *M. domestica* with a risk probability of 1,004 (95%CI = 1,001 to 1,006; p=0.001), which indicates that for each day added to the interval of removal, the chance of occurrence of infestations would increase. Manure moisture (OR = 2,56; 95%CI = 2,001 to 3,28; p=0.000) was considered a risk factor, that is, the higher the manure moisture, the greater the chance of occurrence of infestations *M. domestica*. Farms located in the Passos region had 123,81 (14,47 to 1058,98; p=0.000) times more likely to have infestations. The control of hematophagous mite and diptera infestations should be supported by knowledge about the biology and epidemiology of these arthropods, in order to help reduce their occurrences in laying farms.

Keywords: risk of ectoparasitosis, hematophagous mites, diptera, *M. domestica*, laying farms.

1- INTRODUÇÃO

A avicultura nacional possui um plantel estimado de 124 milhões de poedeiras alojadas (ABPA, 2021), vem se expandindo, aumentando a sua tecnicidade e consequente produção de ovos. Apesar de vantajoso em termos produtivos, o confinamento em gaiolas favorece o desenvolvimento de uma série de artrópodes, entre quais se destacam os ácaros hematófagos, ácaros de pena, piolhos, dípteros, além de outras categorias (Axtell e Arends, 1990, Axtell, 1999; Cunha, 2013; Rezende et al., 2016; Oliveira et al., 2018). A frequência e ocorrência destes artrópodes entre as poedeiras estão relacionadas com o sistema de manejo empregado e sobretudo com as recomendações impostas pelo mercado produtivo de ovos no sentido de produzir mais e com maior qualidade (Axtell e Arends, 1990, Pereira, 2009).

Para Axtell e Arends (1990) e Soares et al. (2008), as formas de criação, a evolução científica e tecnológica da avicultura nas últimas décadas resultou em sistemas com elevada densidade de galinhas poedeiras, com menores espaços físicos, que acabaram diminuindo certos comportamentos naturais de defesa das aves contra os ectoparasitos. Fatores como a exposição ao sol, a limpeza das penas com o bico e a procura de locais com terra seca para se revolverem e eliminarem os ectoparasitos de suas penas são comportamentos naturais importantes de proteção. Além disso, o esterco que pode permanecer acumulado na superfície abaixo das gaiolas, é um substrato excelente para o desenvolvimento de dípteros (Lopes et al., 2007; Lopes et al., 2008). Essas

condições, portanto, contribuem para a proliferação de importantes ectoparasitoses e pragas para a avicultura de postura (Axtell, 1999; Sparagano et al., 2014; Murillo e Mullens, 2017; Rezende et al., 2018).

Dentre os impactos ocasionados pelos ectoparasitos e pragas às aves, tem-se o estresse derivado do parasitismo, a transmissão de agentes etiológicos causadores de doenças, a anemia em diferentes graus, entre outros. Aves sob o estresse desencadeado pelo parasitismo podem ter elevados níveis de corticosteroides, o que pode levar à redução do consumo de alimentos, redução da atividade gonadal, baixa eficiência da resposta imune e o consequente aumento da susceptibilidade a doenças secundárias (DeVaney, 1986; Axtell e Arends, 1990; Heerkens et al., 2015).

Entre os ectoparasitos que podem infestar as galinhas poedeiras, os ácaros hematófagos das espécies *Dermanyssus gallinae*, *Ornithonyssus bursa* e *Ornithonyssus sylviarum* se constituem como parasitas obrigatórios. Sendo que as espécies *D. gallinae* e *O. sylviarum* apresentam maior importância para a avicultura industrial de postura, uma vez que, são responsáveis por danos econômicos, produtivos e sanitários para os plantéis (Sparagano et al., 2014; Murillo e Mullens, 2017). Além dos ácaros, os dípteros são importantes artrópodes que infestam os galpões de poedeiras. Algumas espécies de dípteros muscóides são ectoparasitos, seja na fase larval ou adulta, sendo difícil o comportamento como parasita em ambos os estágios (Guimarães et al., 2001, Triplehorn e Norman 2011). A presença dos dípteros está associada à transmissão de patógenos, ao incômodo às galinhas, o que pode refletir na diminuição das taxas de produtividade dos sistemas de produção de ovos (Greenberg, 1971; Borges, 2006; Lopes et al., 2007; Salamatian et al., 2020). A ocorrência de várias espécies de dípteros já foram descritas em galpões de granjas avícolas de postura no Brasil (Borges, 2006; Lopes et al., 2007; Rezende et al., 2018; Oliveira et al., 2018; Jurkevicz et al., 2020). Dentre os dípteros, a *Musca domestica* apresenta maior interesse e relevância médico-sanitária devido a sua ocorrência, distribuição, predominância e papel carreador de agentes etiológicos (Pereira, 2009; Nazni et al., 2005; Kumar et al., 2013; Wang et al., 2019).

Nas últimas décadas, a avicultura de postura brasileira vem crescendo anualmente e se tornando cada vez mais representativa. Atualmente, o Brasil ocupa a quinta posição no ranking mundial de produção de ovos e neste sentido, acompanhar as modificações epidemiológicas das doenças se faz necessário, a fim de aumentar a produtividade, melhorar as condições de bem-estar animal e proporcionar alimentos seguros a toda população. Compreender o perfil epidemiológico está se tornando cada vez mais difícil e complexo, em função do aparecimento de novas doenças e seus ressurgimentos. Portanto, coletar e avaliar dados epidemiológicos e usá-los para melhorar as estratégias de controle e diagnósticos são necessárias para aumentar a biossegurança das granjas de postura.

Portanto, diante do potencial que os ectoparasitos e pragas têm de causar prejuízos econômicos, produtivos e sanitários para as granjas avícolas de postura de Minas Gerais,

objetivou-se avaliar espacialmente as variáveis de risco para ocorrência de ácaros hematófagos e verificar as condições de risco por meio de modelos logísticos para ocorrência de *M. domestica* em galpões de postura.

2- MATERIAL E MÉTODOS

2.1- Delineamento e variáveis do estudo

O tipo de estudo empregado neste trabalho é caracterizado como observacional, descritivo, analítico, transversal e retrospectivo sobre os principais determinantes de risco para a presença de ácaros e dípteros em granjas de postura de Minas Gerais. Variáveis como a presença e ausência de ectoparasitos, características dos galpões, das aves, das instalações, da localização geográfica e do manejo foram utilizadas no estudo.

2.2- Caracterização da área de estudo

O estado de Minas Gerais está localizado na região sudeste do Brasil é dividido em 853 municípios, possui área territorial de 586,5 mil km², com uma população estimada para 2020 de 21.292.666 habitantes, correspondendo a uma densidade populacional de 33,41 habitantes/km² (IBGE, 2020a). No ano de 2019, o estado de Minas Gerais tinha 20,6 milhões de aves galinhas alojadas em seus galpões e uma produção de 357,9 mil dúzias de ovos (IBGE, 2020b).

2.3- Banco de dados

Um copilado de informações epidemiológicas de risco produzidas por Cunha (2013), e posteriormente organizadas em tabelas *software* Excel[®] 2007 foram usadas para espacializar variáveis de risco para ácaros hematófagos no estado de Minas Gerais (Tabela 1). Em outro banco de dados com informações disponíveis em coletas primárias de Cunha (2013), foram utilizadas para a avaliação simultânea dos diferentes fatores predisponentes à ocorrência de infestações por *M. domestica* em galpões de granjas de postura do estado de Minas Gerais.

Tabela 1. Características associadas com a ocorrência de ácaros hematófagos em granjas comerciais de galinhas de postura do estado de Minas Gerais

Autores / Ano	Característica	Razão de Chances	Intervalo de Confiança (95%)		Valor de P
<i>Dermanyssus gallinae</i>					
Cunha (2013)	Cercas de madeira	13.605,97	9.85	1.88 x10 ⁷	0,001

*Continuação da tabela anterior

<i>Ornithonyssus sylviarum</i>					
Cunha (2013)	Garça vaqueira (<i>Bubulcus ibis</i>)	71.771	23.608	218.191	<0.001
	Ratazana (<i>Rattus norvegicus</i>)	70.849	17.109	293.393	<0.001
	Galinhas de subsistência nas proximidades dos galpões	25.212	4.530	140.312	<0.001
	Canário da terra (<i>Sicalis flaveola</i>)	6.005	2.364	15.259	<0.001
	Linhagem predominante no galpão	1.189	1.070	1.322	0.001
<i>Ornithonyssus bursa</i>					
Cunha (2013)	Roedores nas proximidades	7.676	2.097	28.102	0.002
	Linhagem predominante no galpão	1.111	1.004	1.321	0.002

2.4- Análise estatística

Foi realizada uma análise descritiva das variáveis e avaliado os fatores de risco para ocorrência e *M. domestica* em galpões de granjas avícolas de postura. A análise ocorreu através da montagem de modelos de regressão logística, os quais forneceram probabilidades (Odds Ratio – OR) e seus intervalos de confiança a 95% (IC95%), como demonstrado por Dohoo et al. (2003), utilizando o *software* Stata® 14.0.

A seleção preliminar das variáveis que foram inseridas nos modelos logísticos ocorreu através do Teste de Qui-Quadrado de Pearson, Teste Exato de Fisher e Regressão Logística Univariada (Valor $p < 0,15$). Houve a remoção de algumas variáveis submetidas ao modelo de regressão logística que representassem confundimentos, colinearidade ou não fossem significativas ($p \leq 0,05$). A coordenadoria regional apresentou alta correlação Intra-classe (0,7152) em modelos logísticos hierárquicos e por isso foi subdividida em variáveis dicotômicas (variáveis *Dummy*). A verificação do ajuste do modelo foi realizada utilizando o teste de Wald ($p \leq 0,05$) e o teste de Hosmer-Lemeshow ($p > 0,05$).

2.5- Georreferenciamento

Realizou-se uma distribuição espacial dos riscos observados para ácaros hematófagos por microrregiões do IBGE no estado de Minas Gerais. Para o georreferenciamento e produção dos mapas, utilizou-se o *software* QGIS 3.14 (Figura 1).

3- RESULTADOS E DISCUSSÃO

A distribuição das diferentes linhagens presentes nos galpões de granjas avícolas do estado de Minas Gerais foi apresentada na figura 1. As maiores frequências foram observadas em quatro linhagens com 70% das ocorrências, envolvendo a Hy-Line branca, Lohmann Branca, Hisex branca e Dekalb branca. Para Cunha (2013), as linhagens presentes nos galpões aumentariam as chances de ocorrências de ácaros do gênero *Ornithonyssus*. Nessa perspectiva, torna-se necessário novos estudos que possam verificar a relação entre parasito-hospedeiro. A partir dessas novas informações, seria possível determinar a plausibilidade das relações biológicas de risco entre as linhagens que favorecem a ocorrência de ácaros hematófagos. Segundo Owen et al. (2008), galinhas com o haplótipo MHC¹ B21 foram relativamente resistentes à infestação por *O. sylviarum*, quando comparadas com aves de haplótipo B15. Portanto, fatores intrínsecos ao hospedeiro podem determinar o grau de infestação, sua persistência e tolerância ao parasitismo.

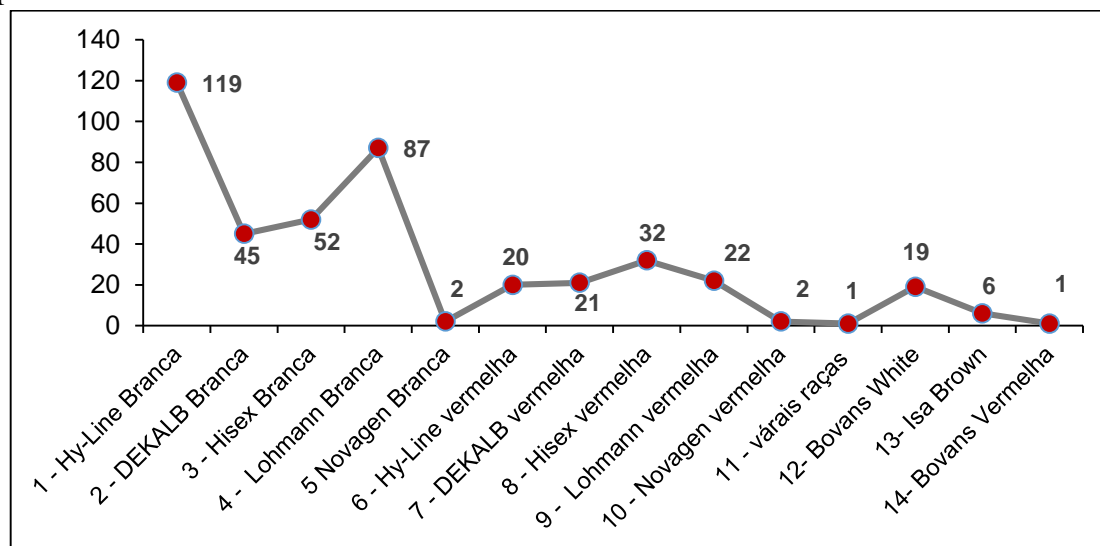


Figura 1. Frequência de linhagens encontradas nos galpões de granjas avícolas de postura do estado de Minas Gerais (2013).

¹ O Complexo de Histocompatibilidade Principal (MHC) é uma região genômica que codifica proteínas responsáveis pelos componentes da imunidade, incluindo o reconhecimento e a apresentação de antígenos, as proteínas do complemento e as citocinas (Abbas, 2015).

Os fatores predisponentes para ocorrência de ácaros hematófagos estão diretamente relacionados a condições das granjas, como sua estrutura física, presença de aves sinantrópicas, galinhas de subsistência e outras espécies nas proximidades dos galpões ou a própria condição imunobiológica das aves. Flochlay et al. (2017) constataram que após a proibição na União Europeia do uso de gaiolas para poedeiras, a prevalência de *D. gallinae* teria aumentado, uma vez que as instalações mais enriquecidas poderiam oferecer mais abrigos para o ácaro. Cunha (2013) afirma que pisos ripados e outras estruturas de madeira nas instalações são abrigos que favorecem a formação de agregados de ácaros.

Outra condição predisponente para ocorrência de ácaros hematófagos é a presença de aves sinantrópicas próximas ou no interior dos galpões. Oliveira et al. (2020) verificaram que a ausência de aves sinantrópicas esteve associado ao baixo risco da presença de ácaros hematófagos. Algumas pesquisas já demonstraram que as aves sinantrópicas podem ser carreadoras ou se apresentaram como variáveis de risco para a ocorrência de ácaros hematófagos em galpões de granjas avícolas de postura (Hall e Turner, 1976; Serafini et al., 2003; Moraes et al., 2011; Cunha, 2013; Maśán et al., 2014; Oliveira et al., 2020; Hornok et al., 2021).

A distribuição espacial das microrregiões com a presença de galpões positivos para ácaros hematófagos mostrou que as ocorrências dos fatores de risco estão bem distribuídas, com maior espacialidade das variáveis: presença de roedores (12), canário-da-terra (*Sicalis flaveola*) (11), garça-vaqueira (*Bubulcus ibis*) (8) e por último, galinhas de subsistência e cercas de madeira ocorrendo em (4) microrregiões (Figura 2). Estes fatores de risco podem potencializar a presença e infestações por esses ácaros hematófagos, pois propiciam condições favoráveis para sua manutenção.

Características predisponentes e de risco para ocorrências de dípteros já foram investigadas em alguns estudos (Oliveira et al., 2018; Rezende et al., 2018; Rezende et al., 2019) e variáveis como cidade, núcleo e umidade dos dejetos foram associadas com os dípteros. Oliveira et al. (2018) descreveram que os padrões geográficos de ocorrência de dípteros podem estar relacionados a diferentes medidas de manejo de remoção de dejetos realizados em cada granja. Além disso, outros estudos têm afirmado que a ocorrência e crescimento das populações de dípteros é significativamente influenciada pela qualidade, umidade e temperatura do esterco dos aviários (Stafford e Bay, 1987; Belo et al., 1998; Axtell, 1999; Avancini e Silveira, 2000; Borges, 2006; Lopes et al., 2008). Oliveira et al. (2018), constataram que o risco alto ou moderado para presença de dípteros está diretamente relacionado a permanência e umidade do esterco abaixo das gaiolas.

Neste estudo verificou-se a presença de *M. domestica* em 33,4% (n=144) dos galpões e em 42,2% (n=19) das granjas avaliadas. Alguns estudos vêm demonstrando a presença de *M. domestica* em granjas avícolas (Avancini e Silveira, 2000; Monteiro e Prado, 2000; Borges, 2006). Lomônaco e Prado (1994) realizaram um levantamento

semelhante em granjas localizadas no Município de Uberlândia, Minas Gerais, e observaram que *M. domestica* era a espécie de díptero mais abundante. Lopes et al. (2007) também verificaram a maior ocorrência deste díptero em relação a outras espécies, em uma granja avícola situada no interior do estado de São Paulo.

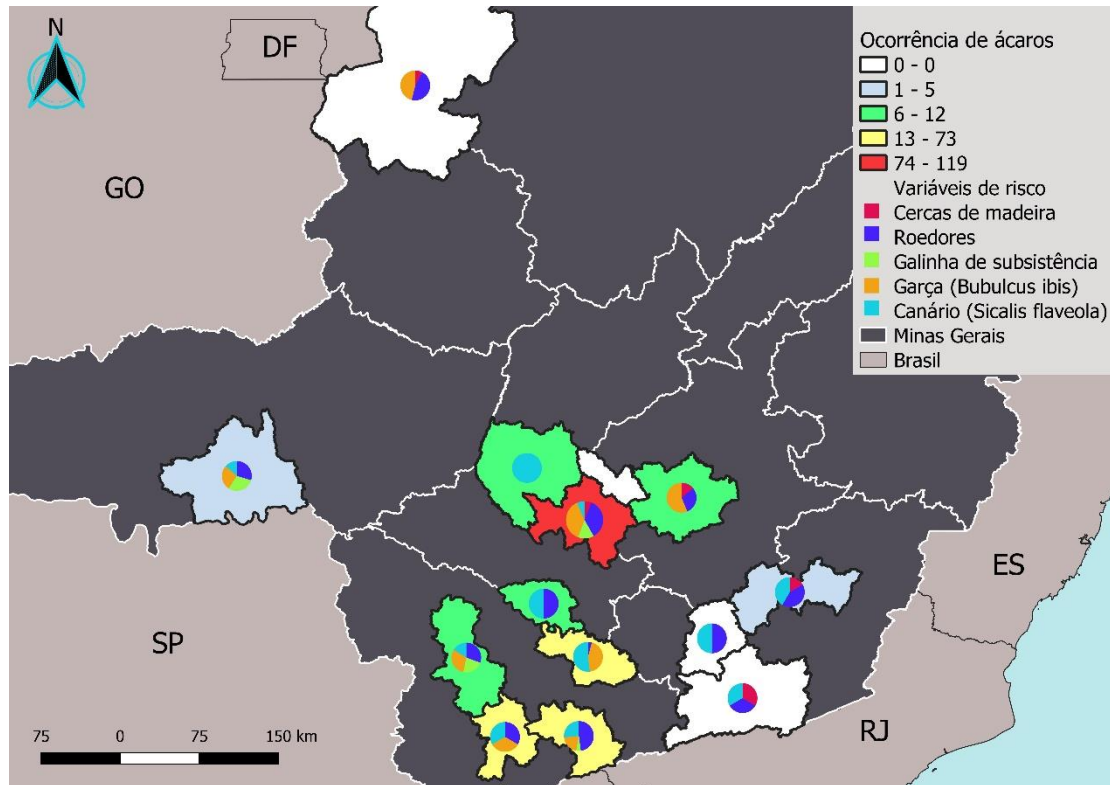


Figura 2. Relação entre as variáveis de risco para presença de ácaros hematófagos em galpões de granjas de postura no estado de Minas Gerais (2013).

As características que foram selecionadas nos procedimentos de triagem utilizando estatística univariada estão apresentadas na tabela 2. As variáveis granja ($p=0,831$), núcleo ($p=0,531$) e galpão ($p=0,609$) não apresentaram significância nos modelos estatísticos multivariados finais e foram removidas. A mesma situação aconteceu para o número total de aves por granja ($p=0,274$) e o tipo de criação ($p=0,901$) que não apresentaram significância em modelos logísticos finais. Isso sugere que o fato das aves de uma granja ao serem criadas em sistemas de postura com remoção mecânica ou manual dos dejetos ou destinadas à produção de frangos de corte ou de aves de reposição não influenciou significativamente a ocorrência de *M. domestica*.

Tabela 2. Características potenciais para a ocorrência de *M. domestica* em granjas comerciais de galinhas de postura em Minas Gerais (2013)

Característica	Valor p
Região	0.000
Granja	0.000
Núcleo	0.000
Galpão	0.075
Tipo de criação	0.000
Número de aves por granja	0.000
Remoção de dejetos	0.000
Intervalo de remoção de dejetos	0.000
Umidade dos dejetos	0.000
Número de aves por gaiola	0.000
Uso de inseticida seletivo visando o combate de dípteros sinantrópicos	0.001
Uso de vassoura de fogo nas instalações avícolas	0.000
Uso de remoção mecânica dos dejetos	0.000
Existência de controle biológico inevitavelmente implantada	0.000
Presença de <i>Alphitobius diaperinus</i> no galpão	0.000
Presença de <i>Dichotomius</i> spp. no galpão	0.000
Presença de <i>Carcinops</i> spp. no galpão	0.000
Presença de coleópteros histerídeos no galpão	0.016

*triagem com testes estatísticos univariados ($p < 0,15$)

A presença de coleópteros dos gêneros *Dichotomius* ($p=0,633$) e *Carcinops* ($p=0,094$) e da espécie *A. diaperinus* ($p=0,176$) nos galpões e a existência de controle biológico na granja ($p=0,640$) não apresentaram significância em modelos logísticos e foram removidos. Entretanto, quando os coleópteros foram agrupados em famílias, observou-se que galpões infestados por coleópteros da família Histeridae (OR= 0,01; IC95% = 0,0023 a 0,043; $p=0,000$), à qual pertencem os gêneros *Hololepta*, *Euspilotus* e *Carcinops*, têm uma redução de aproximadamente cem vezes nas chances de ocorrência de *M. domestica*. Estes resultados podem ser decorrentes do comportamento predador dos coleópteros histerídeos por ovos e larvas de moscas. No Brasil, *Euspilotus modestus* e *Euspilotus arrogans* são espécies que já foram caracterizadas como predadoras de larvas de *M. domestica* em granjas avícolas (Mariconi et al., 1999). Lopes et al. (2007) citaram que as espécies *E. modestus* e *C. troglodytes* são predadores de larvas de *M. domestica*. A remoção de dejetos (OR= 123,09; IC95% = 5,09 a 2972,04; $p=0,003$), a existência de remoção mecânica de dejetos (OR = 10,04; IC95% = 3,94 a 25,5; $p=0,000$), o uso de vassoura de fogo (OR = 11,66; IC95% = 2,59 a 52,41; $p=0,001$), como parte do manejo higiênico-sanitário das granjas e o número de galinhas por gaiola (OR= 0,08; IC95% = 0,027 a 0,291; $p=0,0000$) não permaneceram no modelo logístico geral. A remoção dos

dejetos e feita de forma mecânica são consideradas fatores de proteção contra a ocorrência de *M. domestica* por diminuir a presença de substrato para desenvolvimento deste díptero. O uso de vassoura de fogo nas instalações avícolas é uma estratégia de controle sanitário voltado para vírus e bactérias, entretanto pode exercer alguma influência de controle sobre dípteros adultos, por isso é considerado um fator de proteção e não de risco. A relação entre o número de aves por gaiola e ocorrência de dípteros se deve ao fato que, quanto maior o número de galinhas por gaiola, maior seria a produção de dejetos abaixo da gaiola e com sua permanência o risco para a ocorrência de dípteros seria elevado. Em função dos valores dos intervalos de confiança das probabilidades, estas variáveis foram classificadas como fatores protetores ou de risco para ocorrências de *M. domestica*, sem plausibilidade biológica, portanto, foram caracterizadas como variáveis de confundimento.

Na tabela 3 são demonstrados os determinantes epidemiológicos da ocorrência por *M. domestica*.

Tabela 3. Características predisponentes para ocorrência de *M. domestica* em granjas comerciais de galinhas de postura do estado de Minas Gerais (2013)

Característica	Razão de Chances	Intervalo de Confiança (95%)		P
Intervalo de remoção de dejetos	1.004	1.001	1.006	0.001
Umidade dos dejetos	2.56	2.001	3.28	0.000
Uso de inseticida seletivo visando o combate de dípteros sinantrópicos	0.062	0.012	0.318	0.001
Presença de coleópteros hiperídeos no galpão	0.010	0.0023	0.043	0.000
Coordenadoria Regional de Oliveira	0.129	0.041	0.405	0.000
Coordenadoria Regional de Passos	123.81	14.47	1058.98	0.000
Coordenadoria Regional de Pouso Alegre	0.015	0.0032	0.075	0.000
Coordenadoria Regional de Varginha	0.041	0.012	0.132	0.000

Número de observações válidas: 419.

CR de referência para elaboração das Razões de Chances: Bambuí.

Valor P para qualidade do ajuste do modelo no Teste de Wald: < 0,001.

Valor P para qualidade do ajuste do modelo no Teste de Hosmer-Lemeshow: 0,1553.

Sensibilidade do modelo (Probabilidade +| Infestado): 70,14%.

Especificidade do modelo (Probabilidade -| Não-Infestado): 92,36%.

Área sob curva a de Características de Operação do Receptor (Curva ROC- Receiver Operating Characteristic): 91,34%

Pseudo-R² (Pseudo-coeficiente de determinação): 0,4557.

O intervalo de remoção dos dejetos existentes nos aviários obteve uma probabilidade de risco de 1,004 (IC95% = 1,001 a 1,006; p=0,001), o que indica que para cada dia adicionado ao intervalo de remoção, a chance de ocorrência de *M. domestica* aumentaria. Este resultado pode ser devido ao aumento proporcional da quantidade de

substrato para o desenvolvimento de estágios de metamorfose. A maior permanência dos dejetos nos galpões seria um ambiente propício para o desenvolvimento de *M. domestica*. Para Oliveira et al. (2018), a permanência dos dejetos abaixo da gaiola entre 337 - 560 dias foi um fator associado com o índice de risco alto para presença de dípteros em galpões de granjas de postura em Minas Gerais.

A umidade do esterco (OR = 2,56; IC95% = 2,001 a 3,28; p=0,000) foi considerada um fator de risco, portanto a presença de esterco úmido aumentaria a chance de ocorrência de infestações por *M. domestica*. Tais resultados são concordantes com Stafford e Bay (1987), que observaram a ocorrência de infestações por *M. domestica* em ambientes com maior umidade (70 a 79%). Em um estudo realizado por Lopes et al. (2008) em granjas avícolas no estado de São Paulo, a umidade média do esterco habitado por dípteros foi estimada em 61,21%. Tais resultados reforçam que o manejo adequado dos dejetos e resíduos produzidos por estabelecimentos avícolas é de suma importância para o controle de infestações por dípteros, devendo-se evitar umidade excessiva e a remoção em intervalos muito prolongados. Medidas corretivas para a secagem do esterco e diminuição da umidade são recomendadas, como espalhar a parte úmida do esterco sobre a parte seca, colocar óxido de cálcio “cal” sobre o esterco úmido e verificar pontos de vazamento nos canos das instalações. Além disso, a vegetação ao redor dos galpões de postura deve ser mantida baixa para facilitar a ventilação e possibilitar uma secagem mais rápida. Com relação ao manejo do esterco, há também a possibilidade de implantação da remoção automatizada deste resíduo através de esteiras coletoras, o que inviabilizaria o desenvolvimento de dípteros devido à ausência de substrato.

O uso de inseticidas seletivos visando o combate de dípteros sinantrópicos (OR= 0,062; IC95% = 0,012 a 0,318; p=0,001), foi caracterizado como fator de proteção contra *M. domestica*. No mercado de produtos veterinários existem diversos princípios ativos, sendo, a grande maioria empregada através da pulverização de soluções ou polvilhamento de produtos em pó nas instalações e sobre o esterco dos aviários. Deve-se atentar para as condições do ambiente e das instalações avícolas, evitando a contaminação de comedouros, bebedouros, ovos e o risco de intoxicação das aves. É importante verificar os canos das instalações já que vazamentos eventuais podem aumentar a umidade do esterco e, desta forma, diminuir a eficácia dos produtos.

O modelo logístico geral também permitiu a avaliação individual de cada uma das regionais de Minas Gerais visitadas, para isso considerou-se a Coordenadoria Regional de Bambuí como padrão para comparar os riscos com as demais. Granjas localizadas nas Coordenadorias Regionais de Juiz de Fora e Viçosa foram removidas do modelo por não haver detecção de *M. domestica*. Observou-se que granjas situadas na Regional de Passos, localizada no sudoeste do estado, apresentaram 123,81 (14,47 a 1058,98; p=0,000) vezes mais chances de ocorrência de infestações. Os estabelecimentos avícolas situados nas regionais de Oliveira, Pouso Alegre e Varginha, apresentaram chances menores de

infestação (Tabela 3). Estes resultados sugerem que as diferenças observadas entre as regionais sejam atribuídas a variações sazonais, aos sistemas de criação de aves e a outros fatores eventualmente não avaliados neste estudo.

4- CONCLUSÃO

Prejuízos às granjas podem advir das infestações de ácaros hematófagos e dípteros, portanto, devem ser tomadas medidas de controle embasadas por conhecimentos sobre a biologia e epidemiologia destes artrópodes. Condições de risco precisam ser controladas com medidas de manejo adequadas para diminuição das infestações de pragas para as granjas avícolas de postura.

A umidade e o intervalo de remoção do esterco são fatores que aumentam as chances de ocorrência de *M. domestica*. Conservar o esterco mais seco e realizar a remoção periódica do mesmo pode contribuir na redução de futuras populações de dípteros. A presença de coleópteros no esterco das granjas avícolas é um fator protetor contra infestações, estando associada à regulação dos níveis populacionais de *M. domestica*. Os resultados sugerem a vantagem da manutenção de uma população controlada de coleópteros histerídeos no esterco para o controle biológico.

Fatores geográficos precisam ser mais investigados para identificar com exatidão condições que favoreçam a presença de dípteros em granjas. O investimento no manejo integrado deve ser estimulado como estratégia de escolha para o controle de pragas, por se tratar de uma integração de técnicas disponíveis com menor perturbação aos agroecossistemas, estimulando assim mecanismos de controle natural ou racional de bases químicas.

5- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABBAS, A.K.; LICHTMAN, A.H; PILLAI, S. Moléculas do complexo principal de histocompatibilidade e apresentação de antígenos aos linfócitos T. In: Imunologia Celular e Molecular – 8. ed. – Rio de Janeiro: Elsevier, 2015. Cap. 6, p. 114-134.
- AVANCINI, R.M.P.; SILVEIRA, G.A.R. Age structure and abundance in populations of muscoid flies from a poultry facility in Southeast Brazil. *Mem. Inst. Oswaldo. Cruz.*, v.95, n.2, p.259-264, 2000.
- AXTELL, R.C.; ARENDS, J.J. Ecology and management of arthropod pests of poultry. *Annu. Rev. Entomol.*, v.35, p.101-26, 1990.
- AXTELL, R. C. Poultry Integrated Pest Management: Status and Future. *Integr. Pest Manag. Rev.*, v.4, n.1, p.53-73, 1999.
- BÉLO, M.; ALVES, S.M.; PIRES, D.J. Flutuações e diversidade de espécies de dípteros em granja de galinhas poedeiras. *Rev. Bioikos.*, v.12, n.2, p.36-44, 1998.
- BORGES, M.A.Z. *Flutuação populacional de dípteros muscóides (Diptera: muscomorpha), parasitóide e foréticos predadores Igarapé, MG.* Belo Horizonte, 2006.

103f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

CUNHA, L.M. *Aspectos epidemiológicos relacionados à ocorrência de ácaros hematófagos em granjas comerciais de postura no Estado de Minas Gerais e avaliação de armadilhas para captura de Dermanyssus gallinae (Acari: Dermanyssidae) (De Geer, 1778)*. 2013. 96f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

DEVANEY, J.A. Ectoparasites. *Poult Sci.*, v.65, n.4, p.649 – 656, 1986.

DOHOO, I. et al. *Veterinary epidemiologic research*. Charlottetown, Canadá: Atlantic Veterinary College, 2003. 706p.

FACCINI, J.L.H.; MASSARD, C.L. Nota sobre a ocorrência de *Ornithonyssus sylviarum* (Canestrini e Fanzago) (Mesostigmata: Macronyssidae) em *Gallus gallus* L. no Brasil. *Arq. Univ. Fed. Rur. Rio de Janeiro.*, v.4, n.1, p.39-40, 1974.

FACCINI, J.L.H. Ácaros hematófagos: parasitos de aves de postura (*Gallus gallus*) no Brasil. Diversificação, biologia e controle. *Arq. Flum. Med. Vet.*, v. 2, n. 1, p. 29-31, 1987.

FLOCHLAY, A. S.; THOMAS, E; SPARAGANO, O. Poultry red mite (*Dermanyssus gallinae*) infestation: a broad impact parasitological disease that still remains a significant challenge for the egg-laying industry in Europe. *Parasit. Vectors.*, v.10, n.357, 2017.

GREENBERG, B. Flies and diseases. Vol. I: Ecology, Classification and biotic associations. Princeton: Princeton University Press, 1971. 865p.

GUIMARÃES, J.H.; TUCCI, E.C.; BARROS-BATTESTI, D.M. Ectoparasitos de importância veterinária. São Paulo: Plêiade/FAPESP, 2001. 218 p.

HALL, R. D.; TURNER, E. C. The northern fowl mite (Acarina: Macronyssidae) collected from rats in a chicken house. *J. Med. Entomol.* v. 13, n. 2, p. 222 – 223, 1976.

HEERKENS, J.L., DELEZIE, E., KEMPEN, I., et al. Specific characteristics of the aviary housing system affect plumage condition, mortality and production in laying hens. *Poult. Sci.* v.94, n.9, p.2008–2017, 2015.

HORNOK, S.; TAKÁCS, N.; SIPOS, G. et al. Urban emergence of *Dermanyssus gallinae* lineage L1 and *Ornithonyssus sylviarum* in Hungary: phylogenetic differentiation between the roles of migrating vs transported synanthropic birds. *Parasit. Vectors.*, v.14, n.147, 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE, 2020a). Panorama da população. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/panorama>> Acesso em 27 mar. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. (IBGE, 2020b) Censo Agropecuário 2017. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/21120-primeiros-resultados-1ovos.html?=&t=o-que-e>> Acesso em: 30 jan. 2021

JURKEVICZ, R.M.B.; SANTOS, A.M.; ROMANI, I.; et al. Dípteros sinantrópicos encontrados em granja de galinhas poedeiras no município de Nova Esperança, Paraná. *ICSA.*, v.8, n.2, p.324–335, 2020.

KUMAR, P., MISHRA, S.; MALIK, A.; et al. Housefly (*Musca domestica* L.) control potential of *Cymbopogon citratus* Stapf. (Poales: Poaceae) essential oil and monoterpenes (citral and 1, 8-cineole). *Parasitol. Res.*, v.112, p.69–76, 2013.

- LOMÔNACO, C.; PRADO, A.P. Estrutura comunitária e dinâmica populacional da fauna de dípteros e seus inimigos naturais em granjas avícolas. *An. Soc. Entomol. Bras.*, v.23, n.1, p. 71-80, 1994.
- LOPES, W.D.Z.; COSTA, F.H.; LOPES, W.C.Z.; et al. Artrópodes Associados ao Excremento de Aves Poedeiras. *Neotrop. Entomol.*, v.36, n.4, p.597-604, 2007.
- LOPES, W.D.Z.; COSTA, F.H.; LOPES, W.C.Z.; et al. Abundância e Sazonalidade de Dípteros (Insecta) em granja avícola da região nordeste do estado de São Paulo, Brasil. *Rev. Bras. Parasitol. Vet.*, v.17, n.1, p.21-27, 2008
- MARICONI, F.A.M. et al. A mosca doméstica e algumas outras moscas nocivas. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz., 1999. 135p.
- MAŠÁN, P.; FENĎA, P.; KRIŠTOFÍK, J.; et al. A review of the ectoparasitic mites (Acari: Dermanssoidea) associated with birds and their nests in Slovakia, with notes on identification of some species. *Zootaxa.*, v.3893, n. 1, p. 77–100, 2014.
- MONTEIRO, M.R.; PRADO, A.P. Ocorrência de *Trichopria* sp. (Hymenoptera: Diapriidae) Atacando Pupas de *Chrysomya putoria* (Wiedemann) (Diptera: Calliphoridae) na Granja. *An. Soc. Entomol. Bras.*, v.29, n.1, p.159-167, 2000.
- MORAES, D. L.; GOULART, T.M.; PRADO, A.P. Mites associated with the ruddy ground dove, *Columbina talpacoti* (Temminck, 1810), in São Paulo State, Brazil. *Zoosymposia.*, v. 6, p. 275 – 281, 2011.
- MURILLO, A.C.; MULLENS, B.A. A review of the biology, ecology, and control of the northern fowl mite, *Ornithonyssus sylviarum* (Acari: Macronyssidae). *Vet. Parasitol.*, v.246, p.30-37, 2017.
- NAZNI, W.A.; SELEENA, B.; LEE, H.L.; et al. Bacteria fauna from the house fly, *Musca domestica* (L.). *Trop. Biomed.*, v.22, p.225–231, 2005.
- OLIVEIRA, T.M.; TEIXEIRA, C.M.; ARCEBISPO, T.L.M.; et al. Epidemiological characterization and risk evaluation associated with the presence of *Megninia* spp. in posture farms. *Cien. Rural.*, v.47: 09, e20170186, 2017.
- OLIVEIRA, T.M.; TEIXEIRA, C.M.; ARAUJO, I.L.; et al. Caracterização epidemiológica e avaliação de risco associados à presença da ordem Diptera em granjas de postura. *Acta. Sci. Vet.*, v.46, n.1563, 2018.
- OLIVEIRA, T.M.; TEIXEIRA, C.M.; PINTO, M.O.K.M.; et al. Epidemiological characterization and risk evaluation associated with the presence of Phthiraptera in poultry farms from Minas Gerais, Brazil. *Acta Sci. Biol. Sci.*, v.41, e47474, 2019.
- OLIVEIRA, T.M.; TEIXEIRA, C.M.; ARAÚJO, I.L.; et al. Epidemiologia e avaliação de risco associado à presença de ácaros hematófagos em galpões de granjas avícolas de postura. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.72, n.6, p.2148-2156, 2020.
- OWEN, J.P.; DELANY M.E.; MULLENS, B.A. MHC haplotype involvement in avian resistance to an ectoparasite. *Immunogenetics.*, v.60, n.10, p.621-631, 2008.
- REZENDE, L.C.; CUNHA, L.M.; TEIXEIRA, C.M. et al. Mites affecting hen egg production: some considerations for Brazilian farms. *Cienc. Rur.*, v.43, n.7, p.1230-1237, 2013.
- REZENDE, L.C.; MARTINS, N.R.S.; TEIXEIRA, C.M.; et al. Epidemiological aspects of lice (*Menacanthus* species) infections in laying hen flocks from the state of Minas Gerais, Brazil. *Br. Poult. Sci.*, v.57, n.1, p.44-50, 2016.

- REZENDE, L.C.; OLIVEIRA, T.M.; TEIXEIRA, C.M. et al. Occurrence and Epidemiology of *Fannia* spp. (Diptera: Fanniidae) in Laying Poultry Farms in State of Minas Gerais, Brazil. *Rev. Bras. Cienc.*, v.20, n.3, p.419 – 424, 2018.
- REZENDE, L.C.; OLIVEIRA, T.M.; TEIXEIRA, C.M. et al. Epidemiological determinants of *Chrysomya* (Diptera: Calliphoridae) infestation in layer farms of Minas Gerais, Brazil. *Biosci. J.*, v. 35, n. 5, p. 1525-1532, 2019.
- SALAMATIAN, I.; MOSHAVERINIA, A.; RAZMYAR, J. et al. In vitro acquisition and retention of low-pathogenic Avian Influenza H9N2 by *Musca domestica* (Diptera: Muscidae). *J. Med. Entomol.*, v. 57, n.2, p. 563–567, 2020.
- SERAFINI, P. S.; ANJOS, L.; ARZUA, M. et al. First report of *Ornithonyssus sylviarum* (ACARI: Macronyssidae) on black vulture (*Coragyps atratus*) nestlings from Brazil. *Rev. Bras. Parasitol. Vet.*, v. 12, n.2, p.92 – 93, 2003.
- SOARES, N.M.; TUCCI, E.C.; GUASTALLI, E.A.L. et al. Controle da infestação por *Ornithonyssus sylviarum* (Canestrini e Fanzago, 1877) (Acari: Macronyssidae) em poedeiras comerciais utilizando extrato de *Azadirachta indica*. *Rev. Bras. Parasitol. Vet.*, v.17, n.4, p.175- 178, 2008.
- SPARAGANO, O.A.E; GEORGE, D.R.; HARRINGTON, D.W. et al. Significance and control of the poultry red mite, *Dermanyssus gallinae*. *Annu. Rev. Entomol.* v.59, p.447–466, 2014.
- STAFFORD, K.C.; BAY, D.E. Dispersion and association of house fly, *Musca domestica* (Diptera: Muscidae), larvae and both sexes of *Macrocheles muscadomestica* (Acari: Macrochelidae) in response to poultry manure moisture, temperature, and accumulation. *Environ. Entomol.*, v.16, n.2, p.159-64, 1987.
- TEIXEIRA, C.M. *Dinâmica populacional e controle estratégico de Ornithonyssus sylviarum (ACARI: MACRONYSSIDAE) em granjas comerciais de postura de Minas Gerais, Brasil*. 2016. 80f. Tese (Doutorado em Ciência Animal). Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- TRIPLEHORN, C.A.; NORMAN, F.J.; et al. *Estudo dos insetos*. São Paulo: Cengage learning, 2011. 816p.
- TUCCI, E.C.; GUIMARÃES, J.H.; BRUNO, T.V.; et al. Ocorrência de ácaros hematófagos em aviários de postura no Estado de São Paulo. *Rev. Bras. Parasitol. Vet.*, v.5, n.2, p.95-102, 1998.
- TUCCI, E.C.; GUASTALI, E.A.L.; REBOUÇAS, M.M.; et al. Infestação por *Megninia* spp. em criação industrial de aves produtoras de ovos para consumo. *Arq. Inst. Biol.*, v.72, n.1, p.121-124, 2005.
- WANG, J.N.; HOU, J.; WU, Y.Y.; et al. Resistance of House Fly, *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae), to Five Insecticides in Zhejiang Province, China: The Situation in 2017. *J. Infect. Dis. Med. Microbiol.*, n.4851914, p.1-20, 2019.

Capítulo III
ESTIMATIVA DE CUSTOS ASSOCIADOS COM AS INFESTAÇÕES POR
DÍPTEROS E ÁCAROS HEMATÓFAGOS EM GALPÃO DE GRANJA DE
POSTURA EM MINAS GERAIS

RESUMO

A intensificação da produção de ovos promoveu mudanças que resultaram no aumento da produtividade e consequentemente no aumento das infestações por dípteros e ácaro hematófagos. A infestação por artrópodes em galpões avícolas aumenta o custo de produção, contribui para a disseminação de doenças, aumenta o estresse, anemia e causa perda produtiva. Portanto, objetivou-se estimar o impacto econômico associado com as infestações e os custos decorrentes das medidas de controle por dípteros e ácaros hematófagos em um galpão avícola de produção de ovos do estado de Minas Gerais. O estudo foi caracterizado como observacional, analítico e ecológico baseado em bancos de dados secundários. Parte das variáveis e seus valores de entrada foram obtidas a partir de estudos epidemiológicos. Algumas informações econômicas foram oriundas de Órgãos governamentais que fazem a gestão destes dados. Foi utilizado o *software @ risk* 8.1 para a construção do modelo estocástico para um galpão, aplicando-se a simulação de hipercubo latino. A simulação considerou 100.000 iterações para um galpão com 50.000 galinhas poedeiras, durante um ciclo produtivo de um ano. Considerando apenas os dados produtivos, os valores de comercialização das caixas de ovos e a ausência de infestações por dípteros e ácaros hematófagos um galpão pode ter uma receita entre R\$4.78 a R\$7.98 milhões reais (IC95%) em um ciclo produtivo de um ano. O impacto das infestações por dípteros foi estimado em R\$30.862,26 reais, o custo do controle com ciromazina em R\$6.282,98 e com diflubenzuron de R\$6.578,92 reais. O impacto das infestações por ácaros hematófagos foi estimado em R\$228.313,67, o custo do controle químico com cipermetrina R\$6.276,00 e com fluralaner de R\$16.842,67 reais. Não foi considerado nos modelos os custos da manutenção de um galpão, da resistência parasitária, a mortalidade aviária e as ocorrências de doenças secundárias. Considerando os pressupostos mencionados, calculou-se o menor impacto, o qual pode refletir condições reais de campo e somados a outros impactos consequentes das infestações por dípteros e ácaros hematófagos. As estimativas de impacto associadas com as infestações por artrópodes são dispendiosas para os galpões de postura e os custos de controle são vantajosos em detrimento das consequências das infestações. Cabe ressaltar que o custo não é a única ferramenta usada para a tomada de decisão para o controle químico das infestações, mas deve-se considerar a eficiência, a sensibilidade e a segurança para os animais e para a produção de ovos.

Palavras-chaves: custos, impactos, infestações, controle, dípteros, ácaros hematófagos.

ABSTRACT

The intensification of egg production promoted changes that resulted in an increase in productivity and, consequently, in an increase in infestations by diptera and blood-sucking mites. Arthropod infestation in poultry houses increases the cost of production, contributes to the spread of diseases, increases stress, anemia and causes loss of

production. Therefore, the objective was to estimate the economic impact associated with infestations and the costs resulting from control measures by diptera and hematophagous mites in a poultry house for egg production in the state of Minas Gerais. The study was characterized as observational, analytical and ecological based on secondary databases. Part of the variables and their input values were obtained from epidemiological studies. Some economic information came from government agencies that manage this data. The @risk 8.1 software was used to build a stochastic model for a poultry house, applying the Latin hypercube simulation. The simulation considered 100.000 iterations for a poultry house with 50.000 laying hens, during a one-year production cycle. Considering only the production data, the sales values of egg boxes and the absence of infestations by diptera and hematophagous mites, a poultry house can have a profitability between R\$4.78 and R\$7.18 millions reais (95%CI) in a one-year production cycle. The impact of infestations by diptera was estimated at R\$30.862,23 reais, the cost of control with cyromazine at R\$6.282,98 and with diflubenzuron at R\$6.578,92 reais. The impact of infestations by hematophagous mites was estimated at R\$228.289,89, the cost of chemical control with cypermethrin R\$6.276,00 and with fluralaner at R\$16.842,67. The costs of parasite resistance, avian mortality and the occurrence of secondary diseases were not considered in the models. Considering the aforementioned assumptions, the smallest impact was calculated, which may reflect real field conditions and added to other impacts resulting from infestations by diptera and hematophagous mites. The impact estimates associated with arthropod infestations are costly for laying houses and the control costs are advantageous over the consequences of the infestations. It is worth emphasizing that cost is not the only tool used for decision making for the chemical control of infestations, but efficiency, sensitivity and safety for animals and for egg production must be considered. **Keywords:** costs, infestations, control, muscoid diptera, hematophagous mites.

1- INTRODUÇÃO

As ectoparasitoses constituem-se um grupo relevante de agentes responsáveis por causar problemas para a avicultura de postura. Desde fatores produtivos, econômicos, de bem-estar e saúde animal são associados com as infestações por ectoparasitos. A saúde das aves é afetada diretamente devido a irritação, desconforto, dano ao tecido, perda de sangue, alergias, dermatite e infecções secundárias em decorrência deste parasitismo.

Os ácaros hematófagos são ectoparasitos obrigatórios das galinhas poedeiras, associados a impactos sobre avicultura de postura e com ampla distribuição geográfica (Mullens et al., 2009; Mul, 2013; Murillo e Mullens, 2017; Flochlay et al., 2017; Oliveira et al. 2020). As aves infestadas por *O. sylviarum* podem exibir diminuição na produção de ovos e geralmente mostram redução na eficiência da conversão alimentar (Axtell e Arends, 1990; Mullens et al., 2009; Murillo et al., 2016). Vezzoli et al. (2016) investigaram a relação entre infestações por ácaros hematófagos e variáveis relacionadas à qualidade de ovos. Os autores constataram que a unidade Haugh, altura de albúmen, peso de ovos e gravidade específica do ovo declinaram com o tempo, à medida que as populações de ácaros aumentaram sobre as galinhas. No entanto, o estudo não contou

com aves de um grupo controle não infestadas na mesma idade para comparação. Segundo DeVaney (1979), o parasitismo pelo ácaro *O. sylviarum* foi responsável por perdas superiores a 76 milhões de dólares para a indústria avícola dos Estados Unidos na década de 70. Em outro estudo Mullens et al. (2009) observaram que elevadas infestações por *O. sylviarum* levaram a diminuição de 2,1 a 4,0% na produção de ovos e prejuízos econômicos em torno de US\$ 1.960 a US\$ 2.800 em um plantel com 28.000 aves durante 10 semanas.

O ácaro *O. bursa*, conhecido como ácaro da galinha ou piolho de galinha é um ectoparasito tropical e hematófago de aves domésticas e silvestres. No hospedeiro pode provocar perda considerável de sangue e lesões com prurido intenso, irritação e anemia nas aves, podendo determinar a morte de aves jovens e até mesmo adultas. Em elevadas infestações as galinhas poedeiras e as aves silvestres podem abandonar os ninhos devido ao desconforto desse parasitismo (Post, 1981; Guimarães et al., 2001). No entanto, a ocorrência deste ácaro é pouco relatada no Brasil, talvez esteja relacionada com a presença de *O. sylviarum*, pois ambas as espécies podem competir pelo mesmo hospedeiro, mas é preciso novos estudos para confirmar tal hipótese. Porém sua baixa ocorrência não contribui para o levantamento de impactos econômicos e sobre os efeitos diretos de *O. bursa* sobre as aves. Em outros países, o impacto do parasitismo por esse ácaro não tem afetado significativamente as aves (Stamp et al., 2002; Berggren, 2005).

Entre as espécies de ácaros hematófagos de maior interesse na avicultura industrial, o *D. gallinae* é um parasito que permanece no ambiente e vai em direção a galinhas para realizar o repasto sanguíneo, vivendo em colônias reunidas no ambiente, especialmente em frestas. É um ácaro que pode causar anemia, alterações comportamentais, queda no peso nas aves em fase de crescimento (Kirkwood 1967; Kilpinen et al., 2005). Elevadas infestações por este ácaro podem aumentar a taxa de mortalidade em aviários ou reduzir a produção de ovos em granjas de postura (Faccini, 1987; Flochlay et al., 2017). Os custos decorrentes das infestações por *D. gallinae* foram estimados na ordem de € 230 milhões na Europa, resultantes das estratégias de controle, bem como, das perdas ocasionadas na produção (Van Emous, 2017).

Os dípteros muscóides são importantes insetos encontrados no interior dos galpões, uma vez que seus comportamentos sinantrópicos favorecem seus desenvolvimentos, além disso são considerados sérios problemas para avicultura de postura, por causarem danos diretos e indiretos em altas densidades (Axtell e Arends, 1990). Entre os impactos econômicos provocados por dípteros, observa-se a transmissão de diversos patógenos às aves, incômodo e sujeira provocada pelas defecações e regurgitações sobre as instalações das granjas (Bicho et al., 2004; Borges, 2006; Brito et al., 2008; Pereira, 2009). Dentre as diferentes espécies de dípteros, a *M. domestica* se destaca por sua ampla distribuição, sua capacidade carreadora e associação com a

transmissão de mais 100 agentes etiológicos causadores de doenças em humanos e animais (Forster et al., 2007; Vazirianzadeh et al., 2008; Fasanella et al., 2010).

Na pecuária leiteira e de carne as estimativas do impacto econômico ocasionados pela presença de dípteros em bovinos são conhecidas. Taylor et al. (2012) estimaram perdas decorrentes da presença de dípteros de US\$2,2 bilhões de dólares para o ano de 2009. Ainda, estes autores fizeram uma conversão dos impactos considerando os valores de inflação e constataram que os impactos para 1938 eram de US\$ 152 milhões (Hyslop, 1938) e passaram para US\$ 930 milhões na década de 90 (Byford et al., 1992). Para Cook (2020), os impactos econômicos causados por infestações de dípteros para a pecuária bovina de carne e leite são da ordem de mais de \$ 2.000 milhões anuais nos EUA.

Portanto, objetivou-se nesta pesquisa estimar o impacto econômico associado com as infestações e os custos dos métodos químicos de controle para dípteros e ácaros hematófagos para um galpão avícola de produção de ovos do estado de Minas Gerais.

2- MATERIAL E MÉTODOS

2.1- Delineamento do estudo

O tipo de estudo empregado neste trabalho foi caracterizado como observacional, analítico e ecológico, baseado em bancos de dados secundários com informações sobre a epidemiologia de dípteros e ácaros hematófagos, dados produtivos e econômicos de ovos, informações sobre controle das infestações e informações estruturais de galpões de granjas avícolas de postura do estado de Minas Gerais.

2.2- Caracterização da área de estudo

O estado de Minas Gerais possui o 3º maior plantel de galinhas de postura, com 20,6 milhões de aves e uma produção de ovos de 4,9 bilhões de unidades. O estudo foi realizado considerando um galpão com 50.000 poedeiras.

2.3- Modelo matemático para estimativa dos impactos das infestações de dípteros e ácaros hematófagos

Para estimar o custo do impacto direto das infestações de dípteros e ácaros hematófagos, sobre a produção de ovos considerou-se as seguintes categorias:

- (1) galpões com a presença ou a ausência de dípteros;
- (2) galpões com presença ou a ausência de ácaros hematófagos;
- (3) custos associados com o controle destes artrópodes nos galpões de granjas avícolas de postura.

A simulação do modelo foi realizada no *software* @RISK versão estudante 8.1 (Palisade Corporation, Ithaca, NY, EUA), por meio da amostragem de hipercubo latino considerando 100.000 iterações. O hipercubo latino (HL) é um método que visa simular

a distribuição de variáveis aleatórias que trazem consigo um grau de incerteza. Pilger et al. (2005) relataram que a simulação por HL realiza uma distribuição proporcional das variáveis com maior precisão e rapidez sobre os modelos de incertezas. Essa distribuição de entrada é dividida em intervalos com igual probabilidade. Por consequência, o HL produz amostras mais uniformes dentro da distribuição e resultados com maior exatidão. Essa simulação fornece ao tomador de decisão uma gama de resultados possíveis e suas probabilidades de ocorrências. Para Bennett et al. (1999 e 2003) e Júnior (2006), os modelos probabilísticos ou estocásticos, como o HL utilizam evidências científicas com o objetivo de determinar a probabilidade de ocorrência considerando eventos individuais e o potencial de combinações entre esses diferentes cenários. Portanto, a estimativa de impacto sobre a produção de ovos foi realizada através de uma modelagem estocástica, que engloba todos os possíveis cenários, a partir de todos os parâmetros de entrada. Logo, teremos um valor máximo, um valor mínimo e um valor médio da perda estimada, sendo considerado o intervalo de confiança de 95%.

2.4- Distribuições utilizadas no modelo

Para representar cada variável e sua incerteza, foram utilizadas as seguintes distribuições no modelo, aqui descritas de acordo com os conceitos trazidos pelo próprio *software @RISK*:

- Valor fixo: um valor fixo é atribuído à variável;
- Uniforme: nessa distribuição todos os valores têm probabilidade igual de ocorrência; o usuário simplesmente define o mínimo e o máximo;
- Pert: o usuário define o valor mínimo, mais provável e máximo. Os valores ao redor do valor mais provável têm maior probabilidade de ocorrer. Contudo os valores que se encontram entre o valor mais provável e os extremos têm maior probabilidade de ocorrência do que na distribuição triangular;
- Normal: é definida a média aritmética ou o valor esperado e um desvio padrão para descrever a variação em relação à média. Os valores perto da média são os que apresentam maior probabilidade de ocorrência

2.5- Banco de dados e variáveis do estudo

Pesquisas científicas publicadas e indexadas em diferentes bases de dados foram utilizadas no estudo, além de dissertações e teses com foco em dípteros e ácaros hematófagos (Tabela 1). É importante ressaltar que são escassos os estudos relacionados a epidemiologia, ocorrência e níveis de infestação de artrópodes de galinhas de postura no Brasil.

As variáveis usadas nos modelos foram organizadas seguindo alguns critérios:

1. O percentual de infestação de um galpão foi estimado a partir da média dos resultados de Avancini e Silveira (2000); Bicho et al. (2004); Borges (2006); Lopes et al. (2008), Jurkevicz et al. (2020);
2. As definições de escores de infestação de ácaros hematófagos foram usadas apenas como ponto de corte e se basearam nas informações apresentadas por Arthur e Axtell (1983) e Oh et al. (2020);
3. Os dados de infestações usados no modelo foram obtidos de Faleiro (2012) e Teixeira (2016);
4. Foram usados os dados descritos por Wojcik et al. (2000); Pilarczyk et al. (2004) e Mullens et al. (2009) com relação ao percentual do impacto na produção de ovos associados com as infestações por ácaros hematófagos;
5. O percentual do impacto na produção de ovos associados com as infestações por dípteros envolveu a consulta a especialista, que sugeriu o menor valor em decorrência da falta de publicações com a temática;
6. Valor da caixa de ovos grandes brancos foi obtido a partir da média entre os anos de 2019 a 2020 para os estados amostrados e usando-o para o estado de Minas Gerais CONAB (2020);
7. Calculou-se a produção média ovo/ave/ano, conforme os dados publicados pela ABPA (2021) entre os anos de 2010 a 2020;
8. O número de ovos por caixa foi obtido pela multiplicação entre o valor de uma dúzia e número de dúzias dentro de cada caixa, ou seja $12 \times 30 = 360$ ovos caixa;
9. Considerou nas análises econômicas o número de 50.000 aves por galpão.

Os dados de abundância de dípteros muscóides em granjas de postura demonstraram elevadas variações por espécie, com percentuais entre 0,004 a 93,2%, além de diferentes metodologias de coleta e em diferentes estados brasileiros. Portanto, ajustou-se os dados a partir do cálculo médio das respectivas abundâncias, encontrando um percentual de 45% o que representaria um número estimado de 54.230 dípteros presentes no interior do galpão durante um ano de infestação. Definiu-se que a variável infestação de dípteros fosse usado no modelo como uma distribuição de Valor fixo.

As infestações por ácaros hematófagos foram obtidas em dois estudos, envolvendo as espécies *O. sylviarum* e *D. gallinae* (Faleiro, 2012 e Teixeira, 2016). Considerou-se os escores de infestações 5 a 7 (501 a ≥ 10.000 ácaros/ave) para *O. sylviarum* (Arthur e Axtell, 1983) e escores de infestação elevados ou severos entre 151 a ≥ 501 ácaros/armadilha para *D. gallinae* (Oh et al., 2020). Para a variável infestação, optou-se por uma distribuição uniforme considerando valores mínimos e máximos de infestação.

Para informações sobre os impactos produtivos das infestações de ácaros hematófagos sobre a produção de ovos, encontrou-se três estudos com valores entre 2,1 a 20,8% (Wojcik et al., 2000; Pilarczyk et al., 2004; Mullens et al., 2009). Devido à dificuldade de encontrar estudos com estimativas de impactos produtivos em decorrência

das infestações de dípteros, considerou-se a consulta de especialista que sugeriu o menor impacto possível com valores entre 0,01 a 2%. Ressalta-se que a adoção pelo menor impacto de dípteros considerou a dificuldade de mensuração, assim este custo não seria superestimado. Para estas variáveis utilizou-se uma distribuição PERT considerando o valor mínimo, mais provável e máximo das infestações.

Foi realizado o cálculo dos valores médios da caixa com 30 dúzias de ovos grandes brancos, de acordo com as informações disponíveis pela Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB-2021), conforme a tabela 1. Aplicou-se o valor médio final para o estado de Minas Gerais, pois no site da CONAB não constava registros para o estado, esta variável entrou no modelo como distribuição normal.

Tabela 1. Valores médios da caixa com 30 dúzias de ovos grandes brancos, conforme os estados brasileiros (2019-2020)

Estados	Preço médio (2019)	Preço médio (2020)
Rio de Janeiro	R\$ 90.90	R\$ 114.22
Santa Catarina	R\$ 96.68	R\$ 115.71
Mato Grosso	R\$ 97.57	R\$ 121.10
Bahia	R\$ 98.36	R\$ 121.40
São Paulo	R\$ 99.79	R\$ 114.36
Goiás	R\$ 102.02	R\$ 132.85
Tocantins	R\$ 102.31	R\$ 124.22
Distrito Federal	R\$ 102.42	R\$ 115.18
Paraná	R\$ 109.81	R\$ 126.85
Mato Grosso do Sul	R\$ 119.84	R\$ 127.47
Piauí	R\$ 120.39	R\$ 137.55
Rondônia	R\$ 129.15	R\$ 135.53
Média final para dois anos		R\$ 114.82

*CONAB (<http://sisdep.conab.gov.br/precosiagroweb/>)

O valor da produção ovo/ave/ano foi obtida através do cálculo da média da produção de ovos pelo número de aves alojadas no período de 2010 a 2020, segundo o relatório da ABPA (2021), essa variável entrou no modelo como uma distribuição normal. O número de unidades de ovos por caixa foi obtido pela multiplicação entre o valor de uma dúzia e a quantidade de dúzias de ovos brancos dentro da caixa. Este valor entrou no modelo como uma distribuição de Valor fixo. O número de aves por galpão entrou no modelo com uma distribuição de Valor fixo e considerou um galpão com 50.000 aves durante um ciclo produtivo de um ano. Não foi avaliado nos modelos matemáticos os custos dos impactos da transmissão de doenças, da mortalidade aviária e dos casos de resistência química dos produtos utilizados para controle das infestações. Além disso, a receita de um galpão considerou os dados produtivos e os valores de comercialização da caixa de ovos. Custos associados com rações, vacinas, manutenção de infraestrutura, energia, água, etc., não foram dimensionados no estudo.

Tabela 2. Variáveis e valores usados nos modelos de impacto econômico para infestações por dípteros e ácaros hematófagos, Minas Gerais (2021)

Variáveis	Origem do dado	Autores/ano	Espécies e frequência	Valores utilizados no modelo	Distribuição da variável no Modelo
Infestação de Dípteros ¹	Paraná	Jurkevicz et al. (2020)	<i>M. domestica</i> (93,2%); <i>S. calcitrans</i> (s (0,1%)	45%	Valor fixo
	São Paulo	Lopes et al. (2008)	<i>M. domestica</i> , <i>F. canicularis</i> , <i>C. megacephala</i> (7,69%)		
	Minas Gerais	Borges (2006)	<i>M. domestica</i> (18%); <i>C. putoria</i> (5,6%)		
	Rio Grande do Sul	Bicho et al. (2004)	<i>M. domestica</i> (0,3%); <i>M. stabulans</i> (0,3%); <i>F. canicularis</i> (0,015%); <i>S. calcitrans</i> (0,004%)		
	São Paulo	Avancini e Silveira (2000)	<i>M. domestica</i> (83,1%); <i>M. stabulans</i> (14,9%); <i>Chrysomya</i> spp.(1,49%); <i>S. calcitrans</i> (0,43%)		
Infestação de Ácaros hematófagos ²	Minas Gerais	Teixeira (2016)	<i>O. sylviraum</i> (27%)	27 – 41,8%	Uniforme
	Paraná	Faleiro (2012)	<i>D. gallinae</i> (41,8%)		
Percentual do impacto de ácaros hematófagos na produção de ovos ²	EUA	Mullens et al. (2009)	<i>O. sylviarum</i> (2,1 a 4%)	2,1 - 10 - 20,8%	Pert
	Polônia	Pilarczyk et al. (2004)	<i>D. gallinae</i> (20,8%)		
	Polônia	Wojcik et al. (2000)	<i>D. gallinae</i> (10%)		
Percentual do impacto de dípteros na produção de ovos ¹	Brasil	Especialista	Dípteros muscóides	0,01 – 1% - 2%	Pert
Valor médio da caixa de ovos ³	Estados amostrados	CONAB (2021)	_____	R\$ 114,82	Normal
Média da produção de ovos por galinha poedeira ³	Brasil	ABPA (2021)	_____	397 ovo/ave/ano	Normal
Número de ovos por caixa ³	Minas Gerais	----	_____	360 ovos	Valor fixo
Número de galinhas por galpão ³	Minas Gerais	----	_____	50.000 galinhas poedeiras	Valor fixo

1- Variáveis usadas no modelo de impactos por dípteros muscóides; 2- Variáveis usadas no modelo de impactos por ácaros hematófagos; 3- Variáveis presentes nos dois modelos.

2.5.1- Banco de dados e variáveis do estudo para controle de artrópodes

Para estimar os custos associados com os tratamentos contra as infestações de dípteros muscóides e ácaros hematófagos considerou-se alguns parâmetros:

1. Realizou-se um orçamento com três cotações dos valores de comercialização dos produtos a base de ciromazina e diflubenzuron, em seguida calculou-se o valor de cada dose e a forma de aplicação conforme as orientações de aplicação do fabricante presentes na página do Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Saúde Animal (SINDAN, 2021);
2. Realizou-se um orçamento com três cotações dos valores de comercialização dos produtos a base de cipermetrina e fluralaner. Posteriormente, calculou-se o valor da dose, considerando as orientações de aplicação do fabricante presentes na página do SINDAN (2021);
3. Para aplicação dos produtos considerou um galpão com 50.000 galinhas poedeiras;
4. Estabeleceu que a assistência especializada do médico veterinário fosse realizada entre 6 a 12 horas semanais e os valores para estimar esta despesa foram obtidos no site do Conselho Regional de Medicina Veterinária do Estado de Minas Gerais (CRMV-MG, 2021) que determina o salário mínimo profissional;
5. Para os custos com aplicação dos produtos por funcionários considerou o valor do salário mínimo R\$1.100,00 (Brasil, 2021) aplicando o adicional de insalubridade de 20% (Brasil, 1978), nestes cálculos levou-se em consideração o intervalo máximo de aplicação dos produtos;
6. Foi realizado um orçamento com três cotações dos valores do kit de equipamento de proteção individual (EPI), contendo um boné árabe, um blusão, uma calça com proteção em PVC abaixo do joelho, um avental, uma luva de latex, um protetor facial e uma máscara cartucho.

As variáveis e os valores utilizados nos modelos de custos de controle de artrópodes estão na tabela 3. Os custos relacionados com os compostos químicos (ciromazina, diflubenzuron, cipermetrina e fluralaner) e os orçamentos do kit EPI entraram no modelo com distribuições PERT, determinando os valores mínimos, mais prováveis e máximos. O custo do salário com o funcionário que aplicaria os produtos entrou no modelo com Valor fixo. O custo da assistência profissional do médico veterinário entrou no modelo com uma distribuição uniforme, ou seja, foram definidos os valores mínimos e máximos.

Tabela 3. Variáveis e valores utilizados para estimar o custo dos tratamentos contra as infestações por dípteros muscóides e ácaros hematófagos, Minas Gerais (2021)

Variável	Dosagem de aplicação	Consulta sobre as variáveis	Valores utilizados no modelo	Distribuição da variável no Modelo
Ciromazina ¹	Administrar por via oral 500 g de produto por tonelada de ração em uso contínuo por 5 semanas, dar intervalo de 5 semanas e repetir o tratamento	Pesquisa de preço SINDAN (2021)	R\$1470.00 R\$1586.97 R\$1820.00	pert
Diflubenzuron ¹	Fornecer a ração tratada (20g/tonelada de ração) durante 3 semanas consecutivas e descansar 1 semana a cada mês	Pesquisa de preço SINDAN (2021)	R\$16.80 R\$1921.50 R\$ 20.47	pert
Cipermetrina ²	Aplicar 10 mL de produto para 20 litros de água diretamente sobre as aves. Infestações pesadas 20 mL para 20 litros de água	Pesquisa de preço SINDAN (2021)	R\$ 300.00 R\$ 420.00 R\$ 480.00	pert
Fluralaner ²	Administrar na água a dose de 0,05 mL do produto para cada Kg de peso corporal em duas administrações, com 7 dias de intervalo.	Pesquisa de preço SINDAN (2021)	R\$ 1350.00 R\$ 1440.00 R\$ 1800.00	pert
Trabalho para aplicação de ciromazina e diflubenzuron por funcionários ¹	-----	Brasil (2021)	R\$ 2640.00 a R\$3080.00	uniforme
Trabalho para aplicação de cipermetrina por funcionários ²	-----	Brasil (2021)	R\$ 220.00 R\$ 352.00 R\$ 528.00	pert
Trabalho para aplicação de fluralaner por funcionários ³	-----	Brasil (2021)	R\$ 132.00 R\$ 176.00 R\$ 220.00	pert
Trabalho do Médico Veterinário (6 ou 12hs) ^{1,2}	-----	Site do CRMV-MG (2021)	R\$1100 a R\$ 2200	uniforme
kit de EPI para aplicação ^{1,2}	-----	Pesquisa de preço	R\$ 120.00 R\$ 150.00 R\$ 280.00	pert

1- Dípteros muscóides
2 e 3- Ácaros hematófagos

3- RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na ausência de infestações por artrópodes um galpão com 50.000 galinhas poedeiras pode apresentar uma receita estimada em 6.33 milhões de reais (IC95%: R\$4.78 – R\$7.98 milhões) em ciclo produtivo de um ano (Figura 1). Alguns estudos têm demonstrado que as infestações por artrópodes podem representar um potencial causador de prejuízos sanitários, produtivos e econômicos para os sistemas comerciais de postura de ovos (DeVaney, 1979; Axtell e Arends, 1990; Byford et al., 1992; Guimarães et al., 2001; Tucci et al., 2005; Mullens et al., 2009; Taylor et al., 2012; Vezzoli et al., 2016).

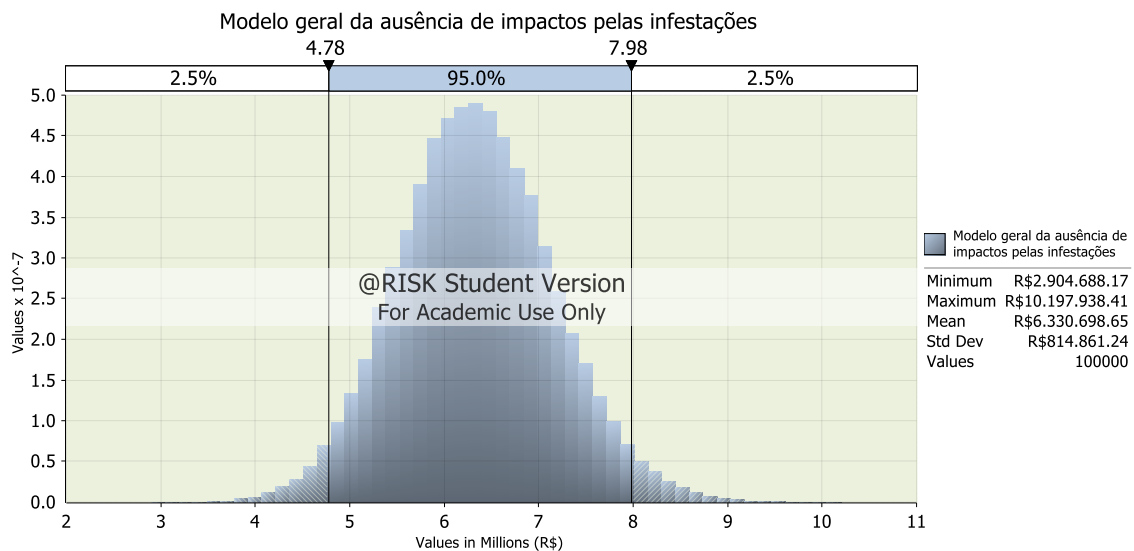


Figura 1. Estimativa de receita da produção de ovos na ausência de artrópodes em galpão com 50.000 aves em granja de postura no estado de Minas Gerais, 2021.

Na simulação da receita da produção de ovos de um galpão considerou apenas os dados produtivos e os valores de comercialização da caixa de ovos. Não foi considerado neste estudo os custos associados com rações, vacinas, manutenção de infraestrutura, energia, água, etc. Para Pires e Pinto (2020), o conhecimento sobre a qualidade nutricional do ovo impactou no aumento do consumo e consequente intensificação de sua produção comercial. Segundo Amaral et al. (2016), as perspectivas futuras de consumo e produção de ovos no Brasil são positivas, uma vez que o consumo nacional ainda poderia aumentar e sobretudo haveria possibilidades de ampliar as suas exportações.

Os coeficientes de regressão da análise de sensibilidade, evidenciaram que a variável que possui maior capacidade de influenciar a receita de um galpão na ausência de artrópodes é o valor médio da caixa de ovos. Este resultado corrobora com Biasi et al. (2011), que afirmaram que os preços dos ovos sofrem bastantes oscilações no mercado e este fato é gerado por diversos fatores ligados à produção e ao consumo no Brasil.

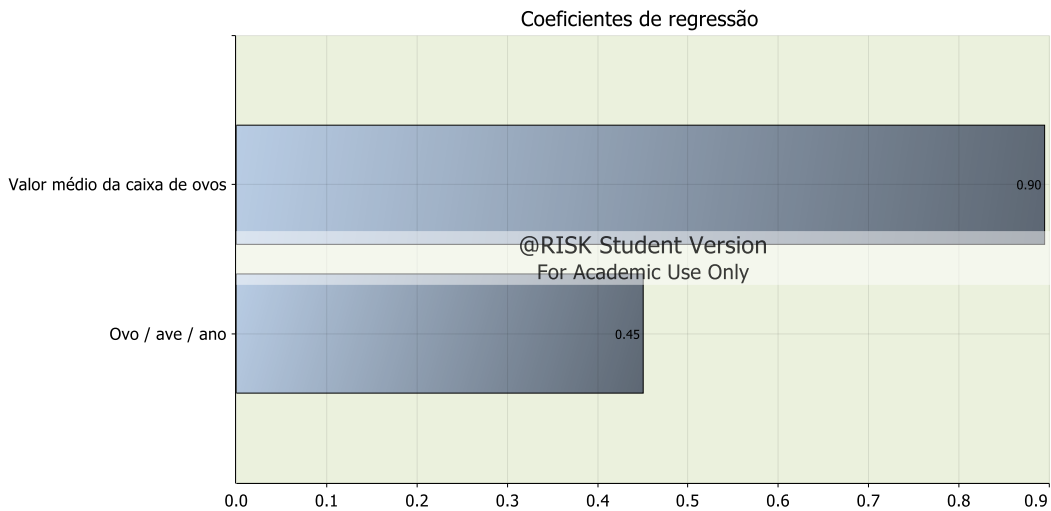


Figura 2. Análise de sensibilidade (regressão) das variáveis que compõem a estimativa de receita da produção na ausência de artrópodes em galpão com 50.000 aves em granja de postura do estado de Minas Gerais, 2021.

O impacto médio associado com as infestações de dípteros muscóides em galpão foi estimado em R\$30.862,26 reais (IC95%: R\$16.475 – R\$50.176), conforme observado na figura 3. Este resultado demonstrou um impacto considerável pelos dípteros durante um ciclo de postura de um ano, portanto, evidencia a necessidade de conhecer os aspectos bioeconômicos de suas infestações para auxiliar no processo de tomada de decisão sobre controle destas pragas. Ressalta-se que ao extrapolar estes dados ao nível de granja com centenas de milhares de galinhas poedeiras, o impacto seria mais relevante. É importante ressaltar que não há estudos que dimensionem o impacto dos dípteros sobre a produção de ovos e mensurem com seus escores de infestações.

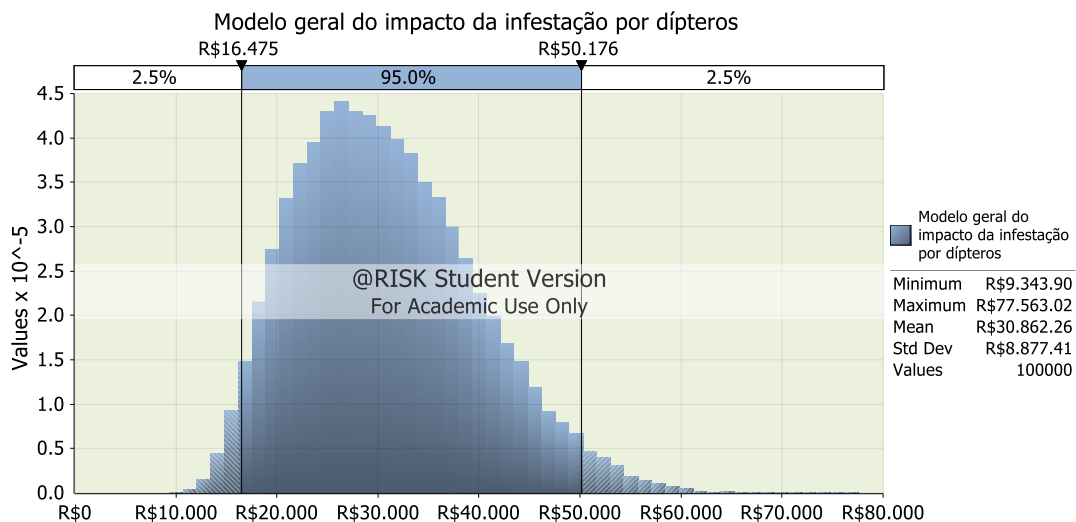


Figura 3. Estimativa do impacto associado com infestações por dípteros muscóides em galpão com 50.000 aves de granja de postura no estado de Minas Gerais, 2021.

Os dípteros muscóides são considerados sérios problemas em granjas de postura, devido ao seu grande potencial biótico, a transmissão de patógenos e também aos danos ocasionados em altas densidades. Não foi incluído no modelo final o potencial de transmissão de doenças por dípteros, mas destaca-se que há diversas pesquisas que demonstram a relevância desse potencial e reforçam a adoção de medidas de controle das infestações de dípteros (Axtell e Arends, 1990; Cohen et al., 1991; Crespo et al., 2002; Vazirianzadeh et al., 2008; Barin et al., 2010; Fasanella et al., 2010; Rahmadani e Lee, 2020).

Os coeficientes de regressão da análise de sensibilidade mostraram que as variáveis, percentual do impacto da infestação de dípteros e o valor médio das caixas de ovos são as que possuem maior relação com o resultado do modelo geral do impacto das infestações por dípteros muscóides no estado (Figura 4).

Sugere-se novos estudos que avaliem a dinâmica das infestações de dípteros associada com o impacto direto sobre a produção de ovos, uma vez que não foram encontradas publicações científicas com este dado, levando em consideração a opinião de especialista na inclusão desta variável. Alguns estudos já estimaram os impactos econômicos ocasionados pelas infestações de dípteros sobre a pecuária bovina de carne e leite. Na década de 90, Byford et al. (1992) relataram que os impactos econômicos provocados pelas ectoparasitoses ultrapassaram os US\$2,26 bilhões anualmente nos Estados Unidos. Estudos mais recentes, (Taylor et al., 2012) confirmam que as estimativas de perdas econômicas na produção bovina devido a infestações por dípteros seriam em média de US\$ 2,21 bilhões anualmente nos Estados Unidos.

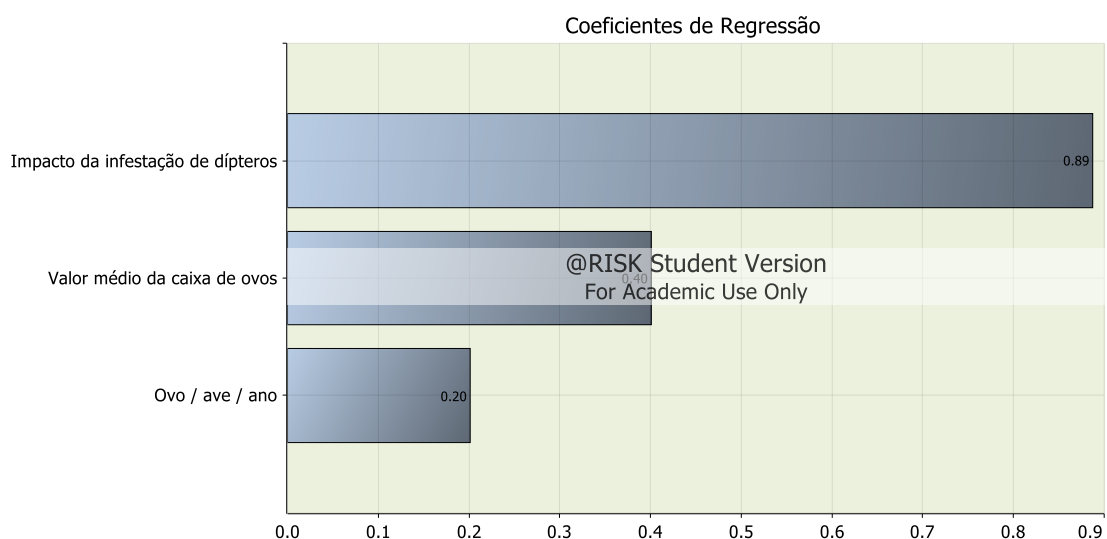


Figura 4. Análise de sensibilidade (regressão) das variáveis que compõem o modelo geral do impacto das infestações por dípteros muscóides em galpão com 50.000 aves de granja de postura no estado de Minas Gerais, 2021.

Considerando os potenciais impactos observados no presente estudo, ressalta-se a importância do controle de dípteros muscóides em granjas avícolas de postura. De acordo com a Instrução Normativa nº 56 (IN, 56) (Brasil, 2007), os estabelecimentos comerciais de ovos devem dispor e manter os registros do programa de controle de pragas, a fim de manter os galpões e os locais para armazenagem de alimentos ou ovos, livres de insetos e roedores, animais silvestres ou domésticos.

O custo médio relacionado ao controle de dípteros com ciromazina foi estimado em R\$6.282,98 reais (IC95%: R\$5.653 – R\$6.915) (Figura 5). A ciromazina é um regulador de crescimento de insetos, que atua afetando o sistema nervoso dos estágios larvais imaturos, usado para controlar moscas em granjas avícolas (Awad e Mulla, 1984; Alam e Motoyama, 2000; FAO, 2007). A ciromazina é formulada como uma pré-mistura (1%), que é adicionada aos alimentos para aves, também é formulado como um grânulo solúvel em água e um pó solúvel (50%) para aplicação tópica em esterco contendo larvas de mosca (Crespo et al., 2002). Comparando os resultados entre o impacto na produção de ovos causados por dípteros e o custo do controle com ciromazina, constatou-se que o controle das infestações é vantajoso com relação aos impactos causados. Esses resultados corroboram com as observações de Mcinerney et al. (1992) e Bennett (2003) que destacam a importância da realização de estudos que mensurem economicamente a magnitude das doenças, suas formas de prevenção e controle, para auxiliar na tomada de decisão e minimização dos possíveis impactos produtivos.

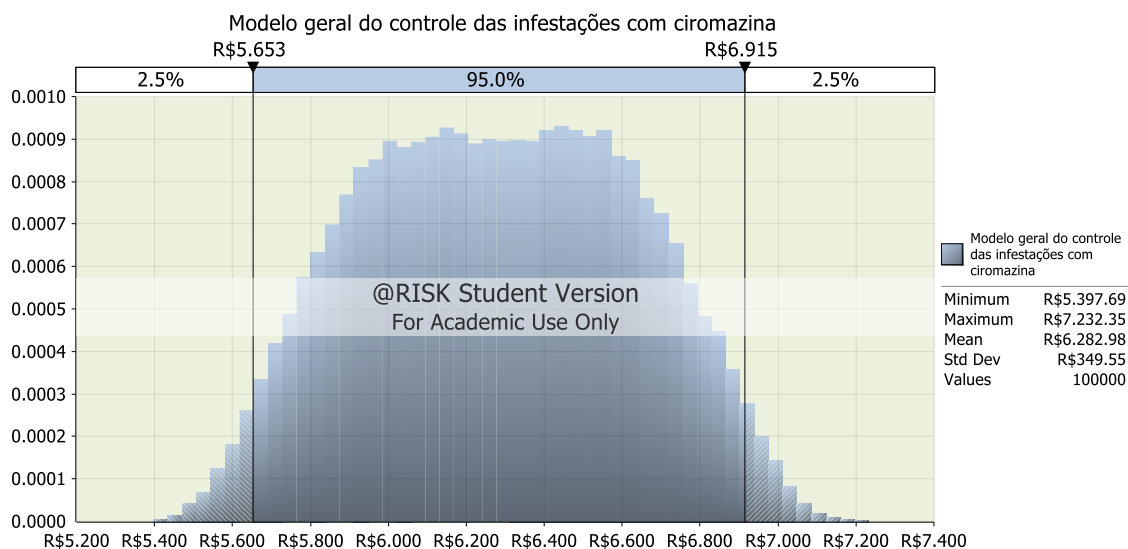


Figura 5. Estimativa de custo associado com o controle de dípteros muscóides com ciromazina em galpão com 50.000 aves de granja de postura no estado de Minas Gerais, 2021.

O sucesso no controle das infestações de dípteros é causado por uma combinação de fatores inter-relacionados, que podem envolver diferentes estratégias, agrupadas em três métodos: químicos, mecânicos e / ou biológicos. Tais métodos podem ser alternados, combinados e considerando aspectos biológicos, epidemiológicos e regionais com apoio técnico de um médico veterinário.

Os coeficientes de regressão da análise de sensibilidade mostraram que a variável trabalho do médico veterinário representou a maior relação com o resultado dos custos do controle das infestações por dípteros muscóides com ciromazina (Figura 6). O trabalho do médico veterinário é de suma importância para uma granja de postura na prevenção e ocorrências de eventos sanitários. Além do controle de pragas para a avicultura, o médico veterinário pode atuar em outras frentes nas granjas, como responsável técnico, no controle e tratamento de doenças e no suporte ao produtor na tomada de decisões. O serviço especializado de um profissional é justificado considerando que o plantel de galinhas poedeiras é maior entre as espécies de animais de produção e pode ser exposto ao risco de doenças reemergentes e exóticas no território brasileiro, assim os custos associados a estes serviços são legitimados. De acordo com Oliveira (2015), os custos associados com serviços veterinários podem variar muito e ser baseados nas legislações nacionais.

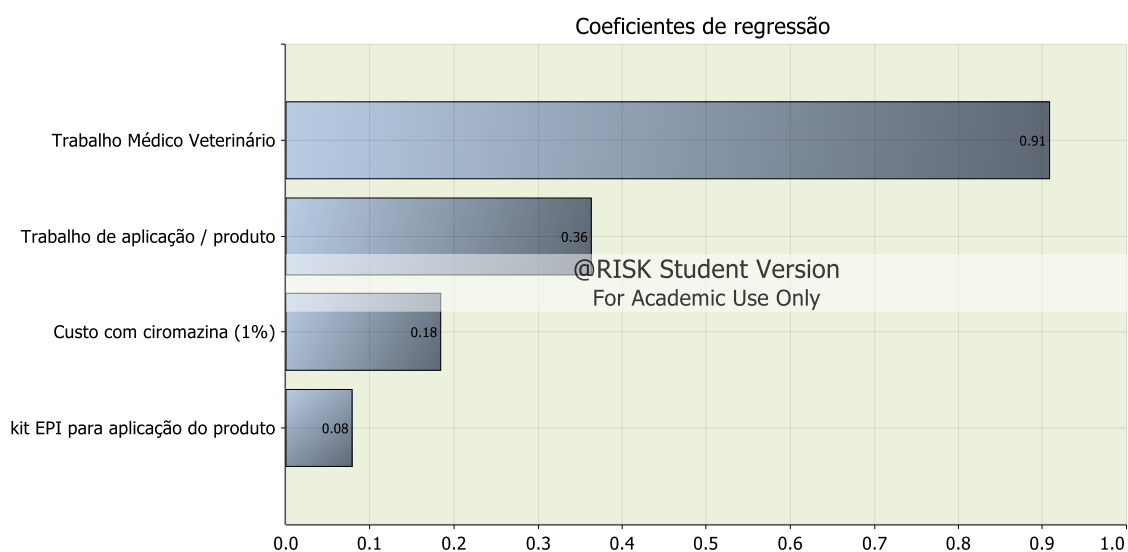


Figura 6. Análise de sensibilidade (regressão) das variáveis que compõem o modelo geral do controle de dípteros muscóides por ciromazina em galpão com 50.000 aves de granja de postura no estado de Minas Gerais, 2021.

O custo médio relacionado ao controle de dípteros com diflubenzuron foi estimado em R\$6.578,92 reais (IC95%: R\$5.946 – R\$7.212) (Figura 7). O diflubenzuron é um larvicida, inibidor do desenvolvimento de insetos, indicado para o controle e prevenção do desenvolvimento de infestações por dípteros muscóides. Comparando os

resultados sobre os custos de tratamento com diflubenzuron e ciromazina, observou-se um custo relativamente inferior.

Este composto foi o primeiro composto desenvolvido e introduzido para o controle de muitas pragas na saúde animal (Junquera et al., 2019). Alguns estudos têm demonstrado os efeitos prolongados da aplicação do diflubenzuron, sem o aparecimento de larvas nas fezes até 18 dias e a redução da emergência de novas moscas até 49 dias pós aplicação (Chang e Borkovec, 1980; Silva et al., 2000; Kočišová et al., 2004). Para um controle efetivo de dípteros, alguns pontos precisam ser avaliados, como as espécies alvo, a forma de aplicação dos produtos e os níveis toxicidade dos produtos. Khan e Akram (2014) avaliaram a toxicidade de compostos químicos para mosca doméstica com relação a diferentes temperaturas. Os autores constataram que entre 20 e 34°C, as toxicidades de clorpirifós, profenofós, emamectina e fipronil aumentaram, entretanto para cipermetrina, deltametrina e spinosad a toxicidade diminuiu conforme o aumento da temperatura. A escolha por um método de controle deve considerar os riscos para a saúde humana e animal, deste modo, o diflubenzuron administrado por via oral como um aditivo alimentar, mostra baixa toxicidade para vertebrados (Kegley et al., 2010) e ausência de resíduos na carne ou no leite (Tfouni et al., 2007). Assim, não há exigência de intervalos de segurança para o consumo de produtos provenientes de animais tratados com este composto.

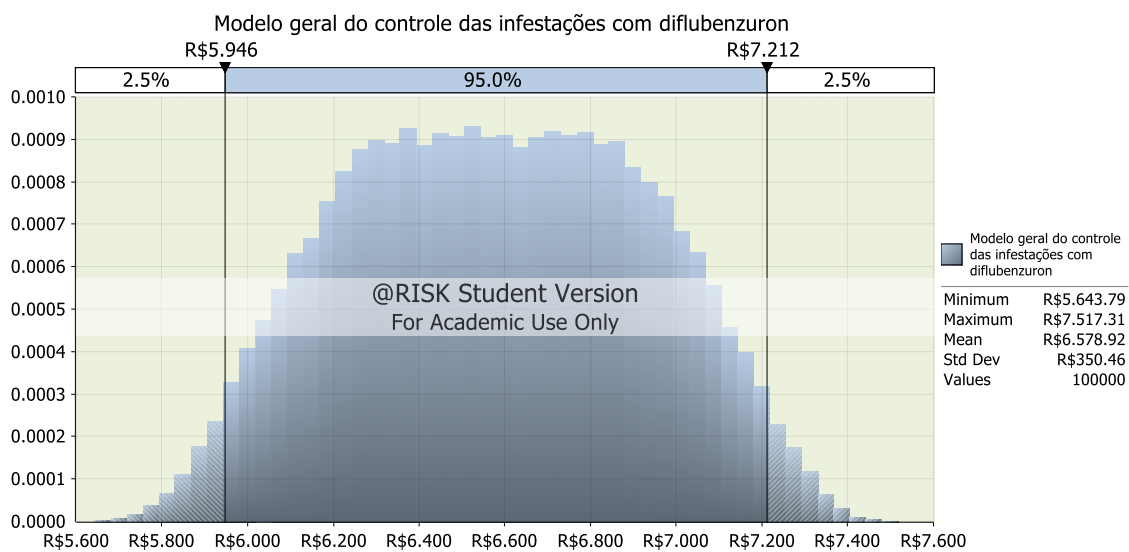


Figura 7. Estimativa de custo associado com o controle de dípteros muscóides com diflubenzuron em galpão com 50.000 aves de granja de postura no estado de Minas Gerais, 2021.

Os coeficientes de regressão da análise de sensibilidade mostraram que a variável trabalho do médico veterinário representou a maior relação com o resultado dos custos do controle das infestações por dípteros muscóides com diflubenzuron em galpão de granja de postura (Figura 8). Após uma reunião realizada no ano de 1975 e publicada pela

Organização Mundial da Saúde (OMS), foi contextualizado neste documento as contribuições da Medicina Veterinária para a Saúde Pública. Dentre as atividades mencionadas, destaca-se a importância de assegurar a produção de proteínas de alto valor biológico para consumo humano em quantidade suficiente e manter economicamente o controle das doenças dos animais (WHO, 1975). Além disso, o médico veterinário é um profissional indispensável para assegurar a saúde da população humana e animal, o seu trabalho é fundamental para o desenvolvimento da humanidade no aspecto científico, nutricional, sanitário e em perfeito equilíbrio com o desenvolvimento sustentável.

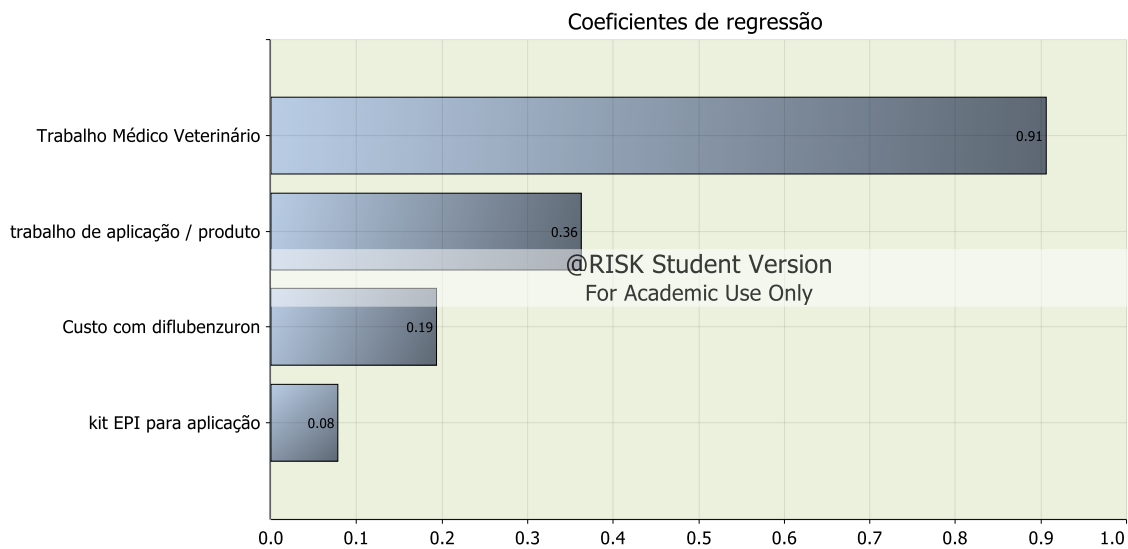


Figura 8. Análise de sensibilidade (regressão) das variáveis que compõem o modelo geral do controle de dípteros muscóides com diflubenzuron em galpão com 50.000 aves de granja de postura no estado de Minas Gerais, 2021.

O custo médio associado com as infestações de ácaros hematófagos em um galpão foi estimado em R\$228.313,67 reais (IC95%: R\$84.691 – R\$420.098), conforme observado na figura 9. Este resultado demonstra um importante impacto, e quando dimensionado em uma granja com centenas de milhares de aves, fica claro a importância do controle das infestações de ácaros hematófagos. Os impactos dos ácaros hematófagos sobre a avicultura já foram mencionados desde a década de 70. Segundo DeVaney (1979), o parasitismo pelo ácaro *O. sylviarum* foi responsável por perdas superiores a 76 milhões de dólares para a indústria avícola dos Estados Unidos na década. Outro estudo mais recente, realizado por Mullens et al. (2009) detectaram diminuição de 2,1 a 4% na produção de ovos, tal redução, foi responsável por prejuízos econômicos de US\$ 1.960 a US\$ 2.800 em um plantel com 28.000 aves, durante o período de 10 semanas. Os custos decorrentes das infestações por *D. gallinae* foram estimados na ordem de € 130 milhões na Europa, resultantes das estratégias de controle, bem como, das perdas ocasionadas na produção (Van Emous, 2005). Em uma pesquisa mais recente Van Emous (2017) estimou

o impacto de cerca de 230 milhões de euros por ano na Europa, em decorrência das infestações de ácaros hematófagos em granjas de galinhas poedeiras.

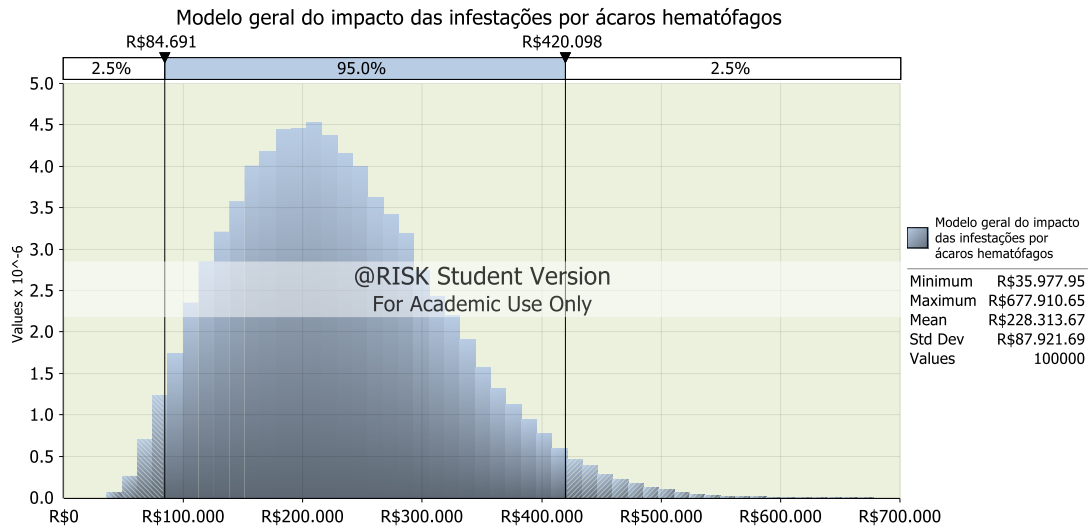


Figura 9. Estimativa de impacto associado com as infestações por ácaros hematófagos em galpão com 50.000 aves de granja de postura no estado de Minas Gerais, 2021.

Os coeficientes de regressão da análise de sensibilidade mostraram que a variável percentual do impacto da infestação dos ácaros hematófagos é o fator que mais influenciou o resultado do modelo geral (Figura 10).

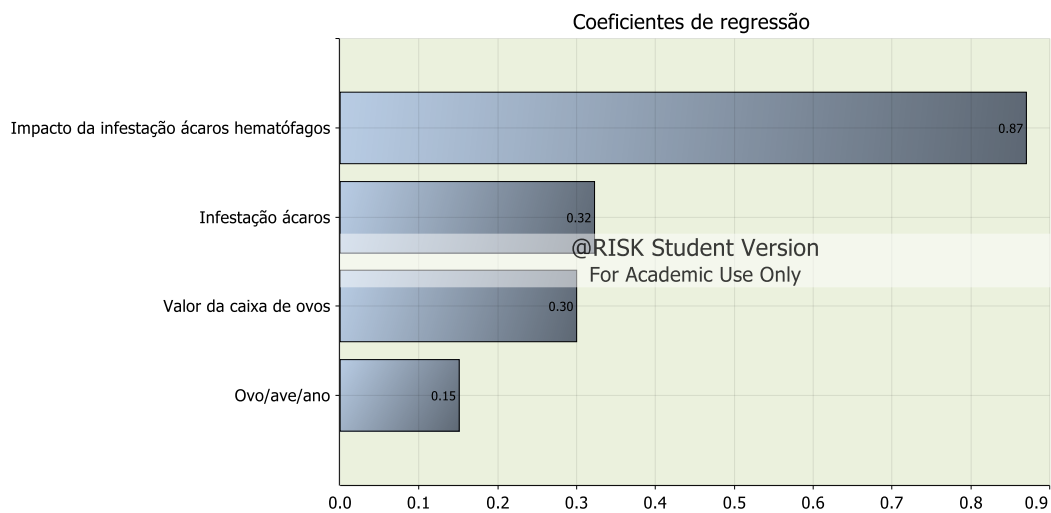


Figura 10. Análise de sensibilidade (regressão) das variáveis que compõem o modelo geral associado com infestações por ácaros hematófagos em galpão com 50.000 aves de granja de postura no estado de Minas Gerais, 2021.

As espécies *D. gallinae* e *O. sylviarum* podem levar à baixa produtividade, diminuição da qualidade dos ovos e sobretudo causar debilidade aos seus hospedeiros,

por isso são consideradas pragas que causam prejuízos econômicos para a avicultura industrial de postura. A importância dos impactos econômicos associados com ácaros hematófagos pode ser justificada com base nas suas elevadas ocorrências e prevalências, alguns estudos reforçam essas afirmações. Hamann et al. (1987) realizaram estudo em 10 granjas das microrregiões serranas do estado do Rio de Janeiro e verificaram a presença de *O. sylviarum* em 40% das granjas, sendo que em duas (20%) propriedades ele estava associado ao ácaro *D. gallinae*. Tucci et al. (1998) conduziram estudo em 43 granjas de postura no estado de São Paulo e verificaram a ocorrência de *O. sylviarum* em aproximadamente metade das granjas, sendo que em 13,9% ele foi a única espécie encontrada e em 34,9%, ele foi encontrado em associação com *D. gallinae*. No estado de Minas Gerais, Oliveira et al. (2020) constataram a ocorrência de 48% das granjas com infestações por ácaros hematófagos. Mul (2013) elaborou uma revisão epidemiológica da prevalência de *D. gallinae* nas granjas europeias e constatou que 83% dos estabelecimentos estavam infestados pelo ácaro, chegando a 94% na Holanda, Alemanha e Bélgica.

O custo médio relacionado ao controle de ácaros hematófagos com cipermetrina foi estimado em R\$6.276,00 reais (IC95%: R\$5.353 – R\$7.136) (Figura 11).

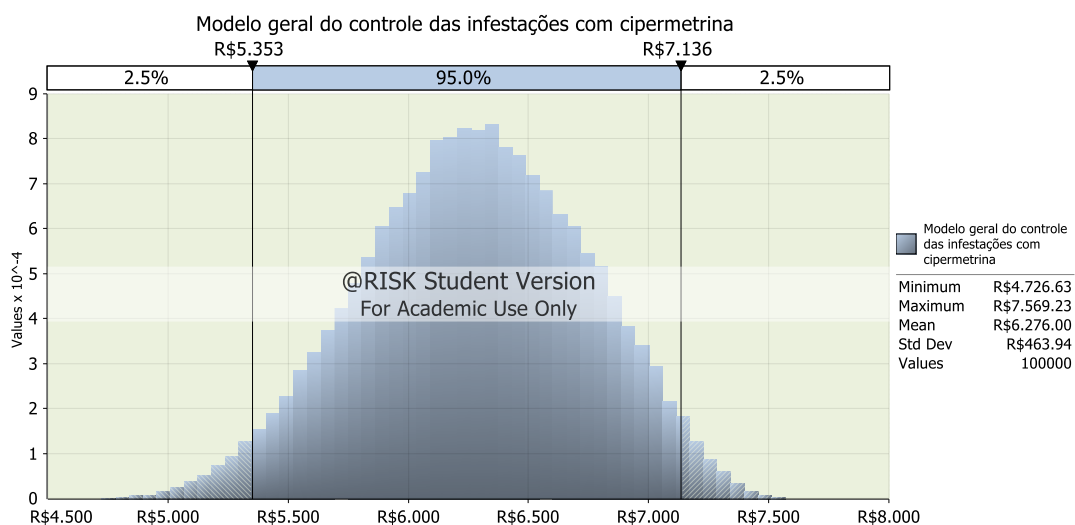


Figura 11. Estimativa de custo associado com o controle de ácaros hematófagos com cipermetrina em galpão com 50.000 aves de granja de postura no estado de Minas Gerais, 2021.

Considerando o impacto produtivo causado pelos ácaros hematófagos e o custo do tratamento para seus controles, percebe-se vantagem considerável na implementação desta prática. Este resultado corrobora com outras pesquisas realizadas nos Estados Unidos sobre a ocorrência e controle de *O. sylviarum*, que verificaram que a maioria das granjas de produção de ovos utiliza em larga escala o manejo com pesticidas químicos pulverizados diretamente sobre as aves (Axtell e Arends, 1990; Mullens et al., 2009;

Mullens et al., 2017). No Brasil, Teixeira (2016) verificou que o controle químico estratégico de *O. sylviarum* resultou na redução na proporção de aves com escores de infestação mais elevados e manteve essa proporção baixa por seis meses.

Os coeficientes de regressão da análise de sensibilidade mostraram que a variável custo da cipermetrina e trabalho do médico veterinário foram as que mais influenciaram os resultados dos custos do controle das infestações por ácaros hematófagos por cipermetrina (Figura 12). A presença de elevadas infestações por ácaros hematófagos em galpões é responsável por causar estresse nas aves. O estresse é induzido pela dor e irritação da pele associado com as picadas repetidas dos ácaros, que são favorecidas pela alta carga parasitária de suas infestações, chegando a densidades entre 10.000 a 500.000 ácaros por galinha (Van Emous, 2005; Mullens et al., 2009; Mul, 2013; Teixeira, 2016, Flochlay et al., 2017). Na perspectiva de bem-estar animal o médico veterinário é o responsável técnico capaz de garantir tal condição, e assim proceder com as melhores estratégias de controle das infestações.

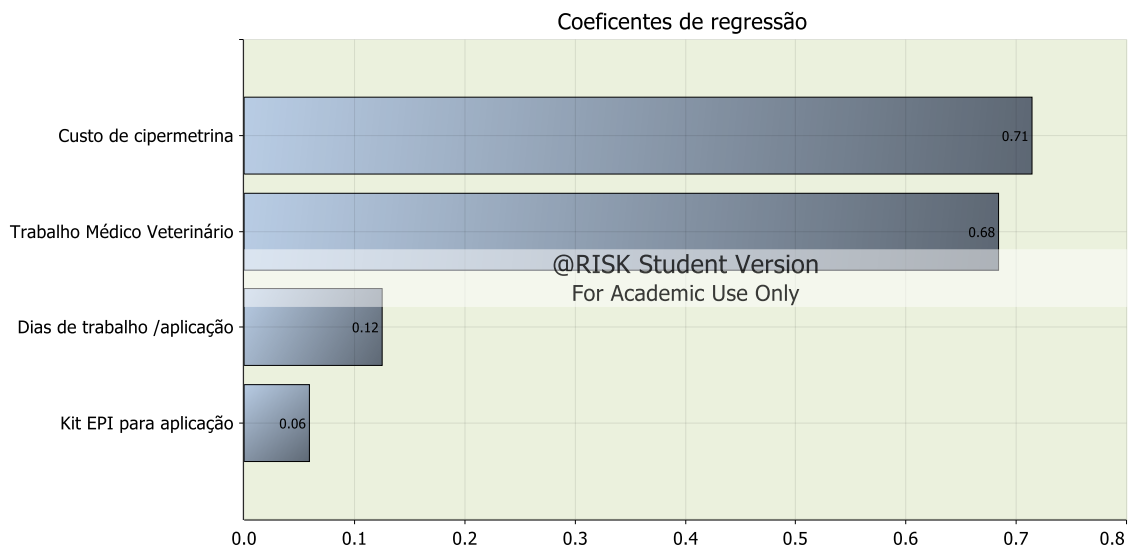


Figura 12. Análise de sensibilidade (regressão) das variáveis que compõem o modelo geral do controle de ácaros hematófagos com cipermetrina em galpão com 50.000 aves de granja de postura no estado de Minas Gerais, 2021.

O custo relacionado com o controle de ácaros hematófagos com fluralaner foi estimado em R\$16.842,67 reais (IC95%: R\$15.452 – R\$18.669) (Figura 13). Avaliando os custos de tratamento entre as duas bases químicas, constatou-se que o custo de tratamento com fluralaner é R\$10.566,67 superior ao custo da cipermetrina. Apesar do custo mais elevado, alguns estudos demonstraram a eficácia de fluralaner e a resistência pela cipermetrina para controle dos ácaros hematófagos em granjas avícolas de postura (Thind e Ford, 2007; Teixeira, 2016; Brauneis et al., 2017; Thomas et al., 2017; Thomas et al., 2018; Hinkle et al., 2018).

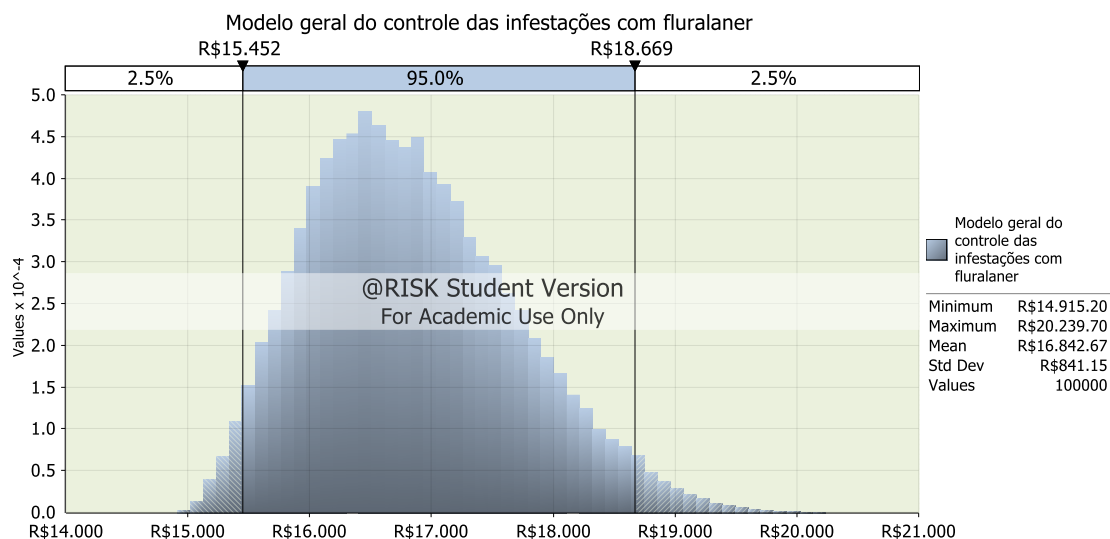


Figura 13. Estimativa de custo associado com o controle de ácaros hematófagos com fluralaner em galpão com 50.000 aves de granja de postura no estado de Minas Gerais, 2021.

O fluralaner é um composto pertencente a classe das isoxazolina, potente inibidor dos canais de cloro com alta seletividade para o sistema nervoso de ácaros e insetos (Gassel et al., 2014; Wengenmayer et al., 2014). Apesar da utilização do composto ocorrer desde 2014, o produto à base de fluralaner passou a ser comercializado no Brasil somente a partir de 2018. O método de aplicação é por via oral através de água potável, a dose de administração recomendada pelo fabricante para indústria avícola é 0,05ml por kg, duas vezes, com 7 dias de intervalo (SINDAN, 2021).

O controle químico tem sido historicamente empregado para a redução rápida de ectoparasitoses, no entanto tem se observado diversos resultados de pesquisas e discussões sobre a relevância das resistências parasitárias em relação aos compostos químicos. Assim, torna-se necessário a atualização constante de profissionais médicos veterinários dentro dessa temática para minimizar os futuros problemas decorrentes dessas infestações.

Os coeficientes de regressão da análise de sensibilidade mostraram que as variáveis custo do fluralaner e o trabalho do médico veterinário representaram a maior relação com o resultado dos custos do controle das infestações por ácaros hematófagos com fluralaner em galpão com 50.000 aves de postura (Figura 14). Estudos recentes têm demonstrado a sensibilidade de ácaros hematófagos pelo fluralaner. Mullens et al. (2017) constataram que o ácaro *O. sylviarum* foi altamente sensível ao fluralaner após exposição e contato. Thomas et al. (2017) verificaram que após 14 dias de aplicação a eficácia de fluralaner era superior a 99%, permanecendo ao nível de pelo menos 90% aproximadamente três a oito meses depois. Além disso, foi demonstrada a rápida

mortalidade e diminuição substancial da oviposição dos ácaros pelo fluralaner, tornando uma ferramenta eficaz no controle dos ácaros (Brauneis et al. 2017).

Para o controle de doenças, pragas e ectoparasitos nas granjas é necessário a presença de um profissional especializado e com prerrogativa de prescrição de medicamentos, assim o médico veterinário atuará na prevenção das doenças e será o responsável por garantir alimentos seguros à população. Além disso, a atuação do médico veterinário é ampla nos cuidados com a saúde dos animais e essencial nas atividades de saúde pública. De acordo com a Lei nº 5517 (Brasil, 1968), o estudo e a aplicação de medidas de saúde pública relacionadas às doenças de animais transmissíveis ao homem, as zoonoses é uma das atribuições do médico veterinário, um profissional de saúde reconhecido desde a década de 90 pelo Conselho Nacional de Saúde (CNS) (Brasil, 1998). Além disto, é preciso considerar que 62% dos patógenos humanos conhecidos são transmitidos por animais e 75% das doenças emergentes tiveram origem na fauna silvestre (Cunningham, 2005; Blancou et al., 2005).

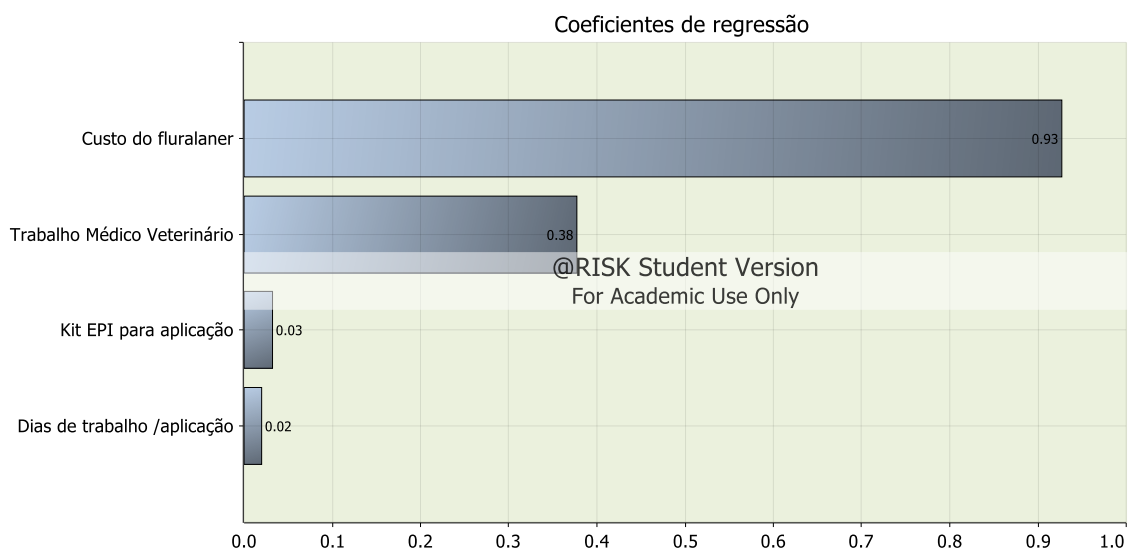


Figura 14. Análise de sensibilidade (regressão) das variáveis que compõem o modelo geral do controle de ácaros hematófagos com fluralaner em galpão com 50.000 aves de granja de postura no estado de Minas Gerais, 2021.

Algumas limitações são apresentadas neste estudo, como a utilização de banco de dados secundários, a não consideração nos modelos da transmissão de patógenos, a não contabilização da mortalidade das aves e os casos de resistência ectoparasitária. Esses pressupostos são fatores limitantes que podem subestimar ou superestimar as estimativas de custos em relação à realidade dependendo de cada situação. No entanto, é preciso considerar que este é o primeiro estudo no Brasil que estima os impactos econômicos das infestações de dípteros e ácaros hematófagos em galpão de granja de postura e avalia os seus custos do controle. Segundo Bar et al. (2009), todo modelo é uma simplificação do

mundo real, e nessa perspectiva tentou-se aproximar das verdadeiras condições vivenciadas pelo produtor no campo.

4- CONCLUSÃO

Os impactos associados com as infestações por artrópodes pragas são dispendiosos para os galpões de granjas avícolas de postura. Além do incômodo as aves os dípteros são carreadores de diversos agentes etiológicos e responsáveis por impactos estimados em R\$30.862,26 reais (IC95%: R\$16.475 – R\$50.176). Este resultado demonstrou a importância do controle de suas infestações, uma vez que o custo do controle químico com ciromazina e diflubenzuron foram relativamente baixos para os dois compostos investigados. Somado a isso, ressalta-se que o controle de infestações de dípteros é determinado pelos Órgãos de vigilância em saúde animal, considerando principalmente os riscos sanitários provocados por estas pragas.

O impacto da infestação por ácaros hematófagos é dispendioso para um galpão com 50.000 aves de postura, foi estimado em R\$228.313,67 reais (IC95%: R\$84.691 – R\$420.098). Os custos dos controles químicos demonstraram ser relativamente baixos em comparação com o impacto causado pelas infestações. O custo médio com o controle químico com cipermetrina foi estimado em R\$6.276,00 reais (IC95%: R\$5.353 – R\$7.136) e com fluralaner foi de R\$16.842,67 reais (IC95%: R\$15.452 – R\$18.669).

O desenvolvimento da avicultura se deu graças aos avanços científicos e tecnológicos associados com a atuação do profissional médico veterinário. Este profissional possui ampla atuação no interior das granjas, cuidando do bem-estar animal, com prerrogativa de prescrição de medicamentos, atuando na prevenção de doenças humanas e responsável por garantir a segurança de alimentos até aos consumidores. Nessa perspectiva não se deve apenas considerar a atuação deste profissional como um gasto, mas um retorno sobre o investimento, considerando as diversas possibilidades de atuação realizadas no interior das granjas.

Não foi considerado nos modelos a situação da resistência ectoparasitária, mas sabe-se que o fluralaner vem apresentando resultados satisfatórios no controle das infestações por ácaros hematófagos e dípteros. Cabe ressaltar que os custos para os controles não são as únicas ferramentas usadas na tomada de decisão, mas deve ser considerado a eficiência e sensibilidade dos compostos no controle das infestações e a segurança para saúde dos animais, de seus produtos e para o meio ambiente.

Os modelos propostos fornecem o conhecimento sobre os impactos associados com as infestações e custos dos controles de dípteros e ácaros hematófagos no Brasil e podem ser usados para estimar os impactos e custos de outras ectoparasitoses.

5- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABPA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL (ABPA). *Relatório Anual 2021*. Disponível em: < http://abpa-br.org/wp-content/uploads/2021/04/ABPA_Relatorio_Anual_2021_web.pdf> Acesso: 20 mai. 2021.
- ALAM, J.; MOTOYAMA, N. Effect of cyromazine fed to adults on reproduction and offspring development in housefly. *J Pest Sci.*, v.25, p.228–233, 2000.
- AMARAL, G.; GUIMARÃES, D.; NASCIMENTO, J.C. et al. Avicultura de postura: estrutura da cadeia produtiva, panorama do setor no Brasil e no mundo e o apoio do BNDES. *BNDES Setorial.*, v.43, p.167-207, 2016.
- ARTHUR, F.H.; AXTELL, R.C. Northern fowl mite population development on laying hens caged at three colony sizes. *Poult. Sci.*, v.62, n.3, p.424-427, 1983.
- AVANCINI, R.M.P.; SILVEIRA, G.A.R. Age structure and abundance in populations of muscoid flies from a poultry facility in Southeast Brazil. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz.*, v.95, n.2, p.259-264, 2000.
- AXTELL, R.C.; ARENDS, J.J. Ecology and management of arthropod pests of poultry. *Annu. Rev. Entomol.*, v.35, p.101-26, 1990.
- AWAD, T.I.; MULLA, M.S. Morphogenetic and histopathological effects induced by the insect growth regulator cyromazine in *Musca domestica*. *J. Med. Entomol.*, v.21, p.419-426, 1984.
- BLANCOU, J.; CHOMEL, B.B.; BELOTTO, A. et al. Emerging or re-emerging bacterial zoonoses: factors of emergence, surveillance and control. *Vet. Res.*, v.36, n.3, p.507-522, 2005.
- BAR, D.; TAUER, L.W.; BENNETT, G. et al. The cost of generic clinical mastitis in dairy cows as estimated by using dynamic programming. *J. Dairy. Sci.*, v. 91, n. 6, p. 2205-2214, 2008.
- BARIN, A.; ARABKHAZAEI, V.; RAHBARI, S.; et al. The housefly, *Musca domestica*, as a possible mechanical vector of Newcastle disease virus in the laboratory and field. *Med. Vet. Entomol.* v.24, p.88–90, 2010.
- BENNETT, R. M., CHRISTIANSEN, K.; CLIFTON-HADLEY, R.S. Estimating the costs associated with endemic diseases of dairy cattle. *J. Dairy. Res.*, v.66, n.3, p.455-459, 1999.
- BENNETT, R. The ‘direct costs’ of livestock disease: the development of a system of models for the analysis of 30 endemic livestock diseases in Great Britain. *J. Agric. Econ.*, v.54, n.1, p.55-71, 2003.
- BERGGREN, A. Effect of the blood-sucking mite *Ornithonyssus bursa* on chick growth and fledging age in the North Island robin. *New. Zealand. J. Ecol.*, v.29, n.2, p. 243-250, 2005.
- BIASI, A.; DAIANE CIOTTA, D.; DA MOTTA, M.E.V.; et al. Análise do custo de produção de ovos e a oscilação no preço de venda: uma visão gerencial. *PUBVET.*, v.5, n.15, 1093, 2011.
- BICHO, C.L.; ALMEIDA, L.M.; RIBEIRO, P.B.; et al. Flutuação de Díptera em granja avícola em Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia: Sér. Zoo.*, v.94, n.2, p.205-210, 2004.

BORGES, M.A.Z. *Flutuação populacional de dípteros muscóides (Diptera: muscomorpha), parasitóide e foréticos predadores Igarapé, MG. Belo Horizonte, 2006.* 103f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

BRASIL. LEI Nº 5.517, DE 23 DE OUTUBRO DE 1968. Dispõe sobre o exercício da profissão de médico-veterinário e cria os Conselhos Federal e Regionais de Medicina Veterinária. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/15517.htm> Acesso em: 10 maio de 2021.

BRASIL. RESOLUÇÃO Nº 287 DE 08 DE OUTUBRO DE 1998. Dispõe sobre as categorias de profissionais da saúde. Disponível em: < https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/cns/1998/res0287_08_10_1998.html> Acesso em: 10 maio de 2021.

BRASIL. Instrução Normativa Nº 56, de 04 de dezembro de 2007. Estabelece os Procedimentos para Registro, Fiscalização e Controle de Estabelecimentos Avícolas de Reprodução e Comerciais. Disponível em: < <http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=1152449158>> Acesso em: 13 maio de 2021.

BRASIL. LEI Nº 14.158, DE 2 DE JUNHO DE 2021. Dispõe sobre o valor do salário-mínimo a vigorar a partir de 1º de janeiro de 2021. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2021/Lei/L14158.htm> Acesso em 04 de junho de 2021.

BRAUNEIS, M.D.; ZOLLER, H., WILLIAMS, H. et al. Velocidade acaricida de morte de fluralaner administrado por via oral contra ácaros vermelhos de aves (*Dermanyssus gallinae*) em poedeiras e seu impacto na reprodução dos ácaros. *Parasit. Vectors.*, v.10, n.594, 2017.

BYFORD, R.L.; CRAIG, M.E.; CROSBY, B.L. A review of ectoparasites and their effect on cattle production. *J. Amin. Sci.* v.70, p.597–602, 1992.

CHANG, S.C.; BORKOVEC, A.B. Effects of diflubenzuron and penfluron on viability of house fly eggs. *J. Econ. Entomol.* v.73, n.2, p.285-287, 1980.

CHIRICO, J.; ERIKSSON, H.; FOSSUM, Ó.; et al. The poultry red mite, *Dermanyssus gallinae*, a potential vector of *Erysipelothrix rhusiopathiae* causing erysipelas in hens. *Med. Vet. Entomol.*, v.17, n.2, p.232-234, 2003.

COHEN, D.; GREEN, M.; BLOCK, C. et al. Reduction of transmission of shigellosis by control of houseflies (*Musca domestica*). *Lancet.* v.337, n.8748, p.993–997, 1991.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. 2021. Disponível em: <<http://sisdep.conab.gov.br/precosiagroweb/>> Acesso em 10 jan. 2021

CRESPO, D.C.; LECUONA, R.E.; HOGSETTE, J.A. Strategies for controlling house fly populations resistant to cyromazine. *Neotrop. Entomol.*, v.31, n.1, p.141-147, 2002.

CRMV-MG - Conselho Regional de Medicina Veterinária do Estado de Minas Gerais. 2021. Disponível em: <<http://portal.crmvmg.gov.br/Home/Normas#Salario>> Acesso em 15 de abril de 2021.

CUNHA, L.M. *Aspectos epidemiológicos relacionados à ocorrência de ácaros hematófagos em granjas comerciais de postura no Estado de Minas Gerais e avaliação*

- de armadilhas para captura de Dermanyssus gallinae (Acari: Dermanyssidae) (De Geer, 1778)*. 2013. 96f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- CUNNINGHAM, A.A. A walk on the wild side: emerging wildlife diseases. *BRIT. MED. J.*, n. 331, p.1214-1215, 2005.
- DE LUNA, C.J.; ARKLE, S.; HARRINGTON, D.; et al. The poultry red mite *Dermanyssus gallinae* as a potential carrier of vector-borne diseases. *Ann. NY. Acad. Sci.*, v.1149, p.255-8, 2008.
- DEVANEY, J.A. The effects of the northern fowl mite, *Ornithonyssus sylviarum* on egg production and body weight of caged white leghorn hens. *Poult. Sci.*, v.58, p.191-194, 1979.
- DURDEN, L.A.; LINTHICUM, K.J.; TURELL, M.J. Mechanical transmission of Venezuelan Equine Encephalomyelitis virus by hematophagous mites (Acari). *J. Med. Entomol.*, v.29, n. 1, p.118 – 121, 1992.
- FACCINI, J.L.H. Ácaros hematófagos: parasitos de aves de postura (*Gallus gallus*) no Brasil. Diversificação, biologia e controle. *Arq. Flum. Med. Vet.*, v. 2, n. 1, p. 29-31, 1987.
- FALEIRO, D.C.C. Ácaros associados a ninhos abandonados por pássaros e a aves de postura de ovos comerciais, no Vale do Taquari, Rio Grande do Sul. Lajeado, 2012. 86f. Dissertação (Mestrado em Ambiente e Desenvolvimento) – Centro Universitário Univates, Lajeado.
- FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (WHO) of the United Nations. (2007). Pesticide Residues in Food 2007: Joint FAO/WHO Meeting on Pesticide Residues. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization and World Health Organization. Disponível em: < <http://www.fao.org/fileadmin/templates/agph> > Acesso em 20 jan. 2021.
- FASANELLA A.; SCASCIAMACCHIA S.; GAROFOLO G.; et al. Evaluation of the house fly *Musca domestica* as a mechanical vector for an anthrax. *PLoS. One.*, v.5, e12219, 2010.
- FLOCHLAY, A. S.; THOMAS, E; SPARAGANO, O. Poultry red mite (*Dermanyssus gallinae*) infestation: a broad impact parasitological disease that still remains a significant challenge for the egg-laying industry in Europe. *Parasit. Vectors.*, v.10, n.357, 2017.
- FÖRSTER, M.; KLIMPEL, S.; MEHLHORN, H. et al. Pilot study on synanthropic flies (e.g. *Musca*, *Sarcophaga*, *Calliphora*, *Fannia*, *Lucilia*, *Stomoxys*) as vectors of pathogenic microorganisms. *Parasitol. Res.*, v.101, p.243–246, 2007.
- GASSEL, M.; WOLF, C.; NOACK, S.; et al. The novel isoxazoline ectoparasiticide fluralaner: selective inhibition of arthropod gamma-aminobutyric acid- and L-glutamate-gated chloride channels and insecticidal/acaricidal activity. *Insect. Biochem. Mol. Biol.* v.45, p.111–224, 2014.
- GUIMARÃES, J.H.; TUCCI, E.C.; BARROS-BATTESTI, D.M. *Ectoparasitos de importância veterinária*. São Paulo: Plêiade/FAPESP, 2001. 218 p.

HAMANN, W., GRISI, L., FACCINI, J.L.H. Ácaros hematófagos associados com aves poedeiras no Estado do Rio de Janeiro. In: Seminário do Colégio Brasileiro de Parasitologia Veterinária, n.23, Belo Horizonte, MG, 1987.

HINKLE, N.C.; JIRJIS, F.; SZEWCZYK, E.; et al. Efficacy and safety assessment of a water-soluble formulation of fluralaner for treatment of natural *Ornithonyssus sylviarum* infestations in laying hens. *Parasit. Vectors.*, v.11, n.99, 2018.

JUNIOR, R.M. *Análise Quantitativa de Risco Baseada no Método de Monte Carlo: Abordagem PMBOK*. I Congresso Brasileiro de Gerenciamento de Projetos–Florianópolis, 2006.

JUNQUERA, P.; HOSKING, B.; GAMEIRO, M.; et al. Benzoylphenyl ureas as veterinary antiparasitics. An overview and outlook with emphasis on efficacy, usage and resistance. *Parasite*. v.26, n.26, p.1-33, 2019.

JURKEVICZ, R.M.B.; SANTOS, A.M.; ROMANI, I.; et al. Dípteros sinantrópicos encontrados em granja de galinhas poedeiras no município de Nova Esperança, Paraná. *ICSA.*, v.8, n.2, p.324–335, 2020.

KEGLEY, S.E.; HILL, B.R.; ORMES, S.; et al. Pesticide database San Francisco: Pesticide Action Network; 2010.

KILPINEN, O.; ROEPSTORFF, A.; PERMIN, A.; et al. Influence of *Dermanyssus gallinae* and *Ascaridia galli* infections on behaviour and health of laying hens (*Gallus gallus domesticus*). *Br. Poult. Sci.*, v.46, n.1, p.26 – 34, 2005.

KIRKWOOD, A. C. Anaemia of poultry infested with the mite *Dermanyssus gallinae*. *Vet. Rec.*, v.80, n.17, p.514 – 516, 1967.

KOČIŠOVÁ, A.; PETROVSKÝ, M.; TOPORČÁK, J.; et al. The potential of some insect growth regulators in housefly (*Musca domestica*) control. *Biologia. Bratislava.*, v.59, n.5, p.661–668, 2004.

LOPES, W.D.Z.; COSTA, F.H.; LOPES, W.C.Z.; et al. Abundância e Sazonalidade de Dípteros (Insecta) em granja avícola da região nordeste do estado de São Paulo, Brasil. *Rev. Bras. Parasitol. Vet.*, v.17, n.1, p.21-27, 2008.

MCINERNEY, J.P.; HOWE, K.S.; SCHEPERS, J.A. A framework for the economic analysis of disease in farm livestock. *Prev. Vet. Med.*, v. 13, n. 2, p. 137-154, 1992.

MUL M. Fact sheet: The Poultry Red Mite, *Dermanyssus gallinae* (De Geer, 1778) A small pest that packs a big punch 2013. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/258553789_Fact_sheet_Poultry_Red_Mite_in_Europe> Acesso em: 18 dez. 2020.

MULLENS, B.A.; OWEN J.P.; KUNEY D.R.; et al. Temporal changes in distribution, prevalence and intensity of northern fowl mite (*Ornithonyssus sylviarum*) parasitism in commercial caged laying hens, with a comprehensive economic analysis of parasite impact. *Vet. Parasitol.*, v.160, n.1-2, p.116-33, 2009.

MULLENS, B.A.; MURILLO, A.C.; ZOLLER, H.; et al. Comparative in vitro evaluation of contact activity of fluralaner, spinosad, phoxim, propoxur, permethrin and deltamethrin against the northern fowl mite, *Ornithonyssus sylviarum*. *Parasit. Vectors.*, v.10, n.358, 2017.

MURILLO A.C.; CHAPPELL M.C.; OWEN J.P.; et al. Northern fowl mite (*Ornithonyssus sylviarum*) effects on metabolism, body temperatures, skin condition, and egg production as a function of hen MHC haplotype. *Poult. Sci.*, v.95, p.2536-2546, 2016.

OH, S.I.; PARK, K.T.; JUNG, Y.; et al. A sampling and estimation method for monitoring poultry red mite (*Dermanyssus gallinae*) infestation on caged-layer poultry farms. *J. Vet. Sci.*, v.3, n. e41, 2020.

OLIVEIRA, C.S.F. *Análise epidemiológica e bioeconômica da mastite bovina em rebanhos brasileiros*. 2015. 82f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

OLIVEIRA, T.M.; TEIXEIRA, C.M.; ARAÚJO, I.L. et al. Epidemiologia e avaliação de risco associado à presença de ácaros hematófagos em galpões de granjas avícolas de postura. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.72, n.6, p.2148-2156, 2020.

PILARCZYK, B.; BALICKA-RAMISZ, A.; RAMISZ, A.; et al. Influence of *Dermanyssus gallinae* on health and production in layers. *Medycna. Wet.*, v.60, p.874–876, 2004.

PIMENTEL D. Environmental and economic costs of the application of pesticides primarily in the United States. *Environ. Dev. Sustainability.*, v.7, p.229–252, 2005.

PIRES, M.A.D.R.; PINTO, A.T. Egg Industry: what is the meaning and use of this term? *Braz. J. Food. Technol.*, v. 23, e2019211, 2020.

POST, W. The prevalence of some ectoparasites, diseases and abnormalities in the yellow-shouldered blackbird. *J. Field. Ornithol.*, v.52, n.1, p.16-22, 1981.

RAHMADANI, F.; LEE, H. Dynamic Model for the Epidemiology of Diarrhea and Simulation Considering Multiple Disease Carriers. *Int. J. Environ. Res. Public. Health.*, v.17, n.16, 5692, 2020.

REZENDE, L.C.; *Aspectos epidemiológicos de Megninia spp (Acari: Analgidae) e malófagos (Insecta: Phthiraptera) na avicultura de postura de Minas Gerais (2012)*. 2014. 81f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

SILVA, G.S.; COSTA, A.J.; ROCHA, U.F.; et al. The efficacy of 25% diflubenzuron fed to poultry to control synanthropic flies in the dung. *Brazil. J. Vet. Parasitol.*, v.9, n.2, p.119-123, 2000.

SINDAN – Compêndio de Produtos Veterinários (CPVS). (2021). Disponível em:< <http://www.cpv.com.br/cpv/pesquisa.aspx>>. Acesso em: 02 Fev. 2021.

STAMP, R.K.; BRUNTON, D.H.; WALTER, B. Artificial nest box use by the North Island saddleback: effects of nest box design and mite infestations on nest site selection and reproductive success. *N. Z. J. Zool.*, v. 29, p.285-292, 2002.

TAYLOR, D.B.; MOON, R.D.; MARK, D.M. Economic Impact of Stable Flies (Diptera: Muscidae) on Dairy and Beef Cattle Production. *J. Med. Entomol.*, v. 49, n.1, p.198– 209, 2012.

TEIXEIRA, C.M. *Dinâmica populacional e controle estratégico de Ornithonyssus sylviarum (ACARI: MACRONYSSIDAE) em granjas comerciais de postura de Minas*

- Gerai, Brasil*. 2016. 79f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- TFOUNI, S.A.V.; FURLANI, R.P.Z.; ARAÚJO, J.D., et al. Avaliação da presença de resíduos em leite de vacas tratadas com diflubenzurom. *Rev. Inst. Adolfo. Lutz.*, v.66, n.3, p.230-233, 2007.
- THIND, B.B.; FORD, H.L. Assessment of susceptibility of the poultry red mite *Dermanyssus gallinae* (Acari: Dermanyssidae) to some acaricides using an adapted filter paper based bioassay. *Vet. Parasitol.*, v.144, p.344–348, 2007.
- THOMAS, E.; CHIQUET, M.; SANDER, B.; et al. Field efficacy and safety of fluralaner solution for administration in drinking water for the treatment of poultry red mite (*Dermanyssus gallinae*) infestations in commercial flocks in Europe. *Parasit. Vectors.*, v.10, n.457, 2017.
- THOMAS, E.; ZOLLER, H.; LIEBISCH, G.; et al. In vitro activity of fluralaner and commonly used acaricides against *Dermanyssus gallinae* isolates from Europe and Brazil. *Parasit. Vectors.*, v.11, n.36, 2018.
- TUCCI, E.C.; GUIMARÃES, J.H.; BRUNO, T.V. et al. Ocorrência de ácaros hematófagos em aviários de postura no Estado de São Paulo. *Rev. Bras. Parasitol. Vet.*, v.5, n.2, p.95-102, 1998.
- TUCCI, E.C.; GUASTALI, E.A.L.; REBOUÇAS, M.M.; et al. Infestação por *Megninia* spp. em criação industrial de aves produtoras de ovos para consumo. *Arq. Inst. Biol.*, v.72, n.1, p.121-124, 2005.
- VAN EMOUS, R. Wage war against the red mite! *Poult. Int.*, v.44, p.26 – 33, 2005.
- VAN EMOUS R. Verwachte schade bloedluis 21 miljoen euro. *Pluimveewebnl*. 2017. Acesso em: <<https://www.pluimveeweb.nl/artikel/163578-verwachte-schade-bloedluis-21-miljoen-euro/>> Acesso em 10 jan. 2021.
- VAZIRIANZADEH B.; SOLARY, S.S.; RAHDAR M.; et al. Identification of bacteria which possible transmitted by *Musca domestica* (Diptera: Muscidae) in the region of Ahvaz, SW Iran. *Jundishapur. J. Microbiol.*, v.1, p.28–31, 2008.
- VEZZOLI, G.; KING, A.J.; MENCH, J.A. The effect of northern fowl mite (*Ornithonyssus sylviarum*) infestation on hen physiology, physical condition, and egg quality. *Poult. Sci.*, v.95, n.5, p.1042-1049, 2016.
- WENGENMAYER, C.; WILLIAMS, H.; ZSCHIESCHE, E.; et al. The speed of kill of fluralaner (Bravecto) against *Ixodes ricinus* ticks on dogs. *Parasit. Vectors*. v.7, n.525, 2014.
- WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION. The veterinary contribution to public health practice Report of a Joint FAO/WHO Expert Committee on Veterinary Public Health. Geneva, 1975. 79p. (Technical Report Series n.573).
- WOJCIK, A.R.; GRYGON-FRANCKIEWICZ, B.; ZBIKOWSKA, E.; et al. Invasion of *Dermanyssus gallinae* (DeGeer, 1778) in poultry farms in the Torun region. *Wiadomsci. Paraz.*, v.46, p.511–515, 2000.

