

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE VETERINÁRIA
Colegiado dos Cursos de Pós-Graduação**

**DINÂMICA POPULACIONAL E CONTROLE ESTRATÉGICO DE
Ornithonyssus sylviarum (ACARI: MACRONYSSIDAE) EM GRANJAS
COMERCIAIS DE POSTURA DE MINAS GERAIS, BRASIL**

CRISTINA MARA TEIXEIRA

**Belo Horizonte
UFMG - Escola de Veterinária
2016**

CRISTINA MARA TEIXEIRA

**DINÂMICA POPULACIONAL E CONTROLE ESTRATÉGICO DE
Ornithonyssus sylviarum (ACARI: MACRONYSSIDAE) EM GRANJAS
COMERCIAIS DE POSTURA DE MINAS GERAIS, BRASIL**

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

Área de Concentração: Medicina Veterinária Preventiva

Orientador: Prof. Nelson Rodrigo da Silva Martins

Co-orientadores: Prof. Leonardo José de Camargos Lara, Dr. Lucas Maciel Cunha

**Belo Horizonte
UFMG - Escola de Veterinária
2016**

T266d Teixeira, Cristina Mara, 1984-
Dinâmica populacional e controle estratégico de *Ornithonyssusylviviarum* (Acari: Macronyssidae) em granjas comerciais de postura de Minas Gerais, Brasil / Cristina Mara Teixeira. – 2016.
78 p. : il.

Orientador: Nelson Rodrigo da Silva Martins
Co-orientadores: Leonardo José de Camargos Lara, Lucas Maciel Cunha
Tese (doutorado) – Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Veterinária
Inclui bibliografia

1. Ave – Criação – Teses. 2. Ácaro da ave – Controle – Teses. 3. Acaricidas – Teses. I. Martins, Nelson Rodrigo da Silva. II. Lara, Leonardo José de Camargos. III. Cunha, Lucas Maciel. IV. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Veterinária. V. Título.

CDD – 636.508 96

FOLHA DE APROVAÇÃO

CRISTINA MARA TEIXEIRA

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 MEDICINA VETERINÁRIA PREVENTIVA.

Aprovada em 29 de Abril de 2016, pela banca constituída pelos membros:

Prof. Nelson Rodrigo da Silva Martins
Presidente - Orientador

Dr.ª. Cristina Marques Lisboa Lopes
Prefeitura Municipal de Belo Horizonte, Secretaria Municipal de Saúde

Prof. José Sérgio de Resende
Escola de Veterinária - UFMG

Prof.ª. Camila Stefanie Fonseca de Oliveira
Centro Universitário de Belo Horizonte- Uni-BH

Prof.ª. Kelly Moura Keller
Escola de Veterinária - UFMG

“Hoje me sinto mais forte, mais feliz, quem sabe, só levo a certeza de que muito pouco eu sei ou nada sei...”.

(Almir Sater; Renato Teixeira)

"Não há transição que não implique um ponto de partida, um processo e um ponto de chegada. Todo amanhã se cria num ontem, através de um hoje. De modo que o nosso futuro baseia-se no passado e se corporifica no presente. Temos de saber o que fomos e o que somos, para sabermos o que seremos."

(Paulo Freire)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente e, acima de tudo, a Deus por me iluminar, me dar força e por me permitir vencer mais um desafio.

À Escola de Veterinária da UFMG, pela oportunidade de realizar este trabalho.

Aos proprietários das granjas por permitirem a realização deste trabalho e em especial ao Eduardo por toda a disposição e contribuição nestes três últimos anos.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo financiamento do projeto e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ) pela bolsa de estudo.

Ao meu orientador, professor Nelson Rodrigo da Silva Martins por me receber de braços abertos sob sua orientação, por acreditar na minha capacidade para desenvolver este trabalho e por toda a colaboração.

Aos meus co-orientadores, doutor Lucas Maciel Cunha e professor Leonardo José Camargos Lara por toda a colaboração e contribuição, pelos ensinamentos passados e por estarem sempre dispostos a ajudar.

Ao professor Paulo Roberto de Oliveira *in memoriam*, pela confiança e amizade que construímos no nosso breve convívio de orientação do mestrado e parte do doutorado.

À professora Kelly Moura Keller pela colaboração e por permitir a utilização do Laboratório de Doenças Parasitárias para execução de parte do trabalho.

Aos funcionários da Escola de Veterinária, sobretudo Luzete, Vanessa, Grazi, André, Gilmar e André (porteiros), que sem dúvida nenhuma contribuíram de alguma forma para a concretização deste trabalho.

Ao Leandro do Carmo Rezende, pelo trabalho em equipe na realização dos nossos projetos.

Aos meus queridos amigos de graduação e pós-graduação, Aline, Ana Paula, Camila, Carla, Juliana, Fernanda, Gustavo, pelo apoio em todos os momentos e por tornarem esta caminhada mais leve.

Aos meus amados pais, Jonaton G. Teixeira e Cleusa M. R. Teixeira, por tudo que fizeram por mim, pelo exemplo, amor, dedicação, pelas orações.

Aos meus irmãos Cleiton e Vanessa, meus cunhados Léia e Leonardo e meus sobrinhos e afilhados Lucas, Gustavo, Ana Luísa e Maria Eduarda pelo carinho, apoio e pela alegria proporcionada nos nossos encontros.

Ao Tiago Mendonça de Oliveira, amor da minha vida, por ser meu porto seguro, meu companheiro de todas as horas, pelo apoio, incentivo, compreensão, amor, alegria, carinho, pela contribuição direta na realização deste trabalho enfim por ser a luz que ilumina os meus caminhos.

SUMÁRIO

	RESUMO	12
	ABSTRACT	13
1.	INTRODUÇÃO GERAL E JUSTIFICATIVA	15
2.	OBJETIVOS	16
2.1	Objetivo geral.....	16
2.2	Objetivos específicos.....	16
3.	REVISÃO DE LITERATURA	17
3.1	Biologia de <i>O. sylviarum</i>	17
3.2	Importância de <i>O. sylviarum</i>	18
3.3	Ocorrência de <i>O. sylviarum</i> e fatores relacionados à sua epidemiologia em sistemas de galinhas de postura.....	19
3.4	Sensibilidade de <i>O. sylviarum</i> a acaricidas químicos.....	23
3.5	Métodos de Controle.....	24
4.	MATERIAL E MÉTODOS	27
4.1	Granjas.....	27
4.2	Ensaio para calibração da técnica de monitoramento de <i>O. sylviarum</i>	27
4.3	Primeiro acompanhamento da dinâmica populacional de <i>O. sylviarum</i>	28
4.3.1	Monitoramento de <i>O. sylviarum</i>	28
4.4	Avaliação da sensibilidade <i>in vitro</i> de <i>O. sylviarum</i> a acaricidas químicos.....	28
4.4.1	Preparação dos papéis de filtro impregnados com acaricidas.....	29
4.5	Segundo acompanhamento da dinâmica populacional e controle químico estratégico de <i>O. sylviarum</i>	30
4.6	Análises Estatísticas.....	31
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
5.1	Ensaio para calibração da técnica de monitoramento de <i>O. sylviarum</i>	33
5.2	Primeiro acompanhamento da dinâmica populacional de <i>O. sylviarum</i>	34
5.2.1	Monitoramento de <i>O. sylviarum</i>	34
5.3	Avaliação da sensibilidade <i>in vitro</i> de <i>O. sylviarum</i> a acaricidas químicos.....	49
5.4	Segundo acompanhamento da dinâmica populacional de <i>O. sylviarum</i> associado ao controle químico estratégico.....	50
5.4.1	Monitoramento de <i>O. sylviarum</i>	50
5.4.2	Controle químico estratégico de <i>O. sylviarum</i>	59
6.	CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS	67
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	68

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Riscos relativos determinados pelas variáveis “faixa de umidade”, “amplitude térmica” e “ave”, para a ocorrência de cada escore de infestação em relação ao escore 0 (não infestação).....	48
Tabela 2 -	DL ₅₀ e DL ₉₅ em mg para as bases acaricidas dos três produtos avaliados nos testes de sensibilidade <i>in vitro</i> de <i>O. sylviarum</i>	49
Tabela 3 -	Razão de Chances (OR) apresentadas pelas variáveis granja e galpão com relação à ocorrência de escores ≥ 3 obtidas pelo teste de Mantel-Haenszel.....	59
Tabela 4 -	Correlação entre tratar ou não tratar com a ocorrência dos escores de infestação em cada um dos 12 meses do ano avaliados entre 2013 e 2015.....	60

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Fotografias das etapas de realização dos testes de sensibilidade de <i>O. sylviarum</i> aos produtos acaricidas (Laboratório de Doenças Parasitárias, DMVP, EV-UFGM).....	30
Figura 2 -	Gráfico com os valores das médias das temperaturas médias, máximas e mínimas obtidos durante as visitas às granjas da região Centro-Oeste de Minas Gerais entre agosto de 2013 e agosto de 2014.....	35
Figura 3 -	Gráfico com os valores das médias das URAs médias, máximas e mínimas obtidos durante as visitas às granjas da região Centro-Oeste de Minas Gerais entre agosto de 2013 e agosto de 2014.....	35
Figura 4 -	Gráfico com as frequências de aves com escores de 0 a 7 para infestação por <i>O. sylviarum</i> entre agosto de 2013 e agosto de 2014, considerando os dados obtidos nas duas granjas da região Centro-Oeste de Minas Gerais.....	36
Figura 5 -	Gráfico com as frequências de aves com escores de 0 a 7 para infestação por <i>O. sylviarum</i> entre agosto de 2013 e agosto de 2014, considerando os dados obtidos na granja A da região Centro-Oeste de Minas Gerais.....	36
Figura 6 -	Gráfico com as frequências de aves com escores de 0 a 7 para infestação por <i>O. sylviarum</i> entre agosto de 2013 e agosto de 2014, considerando os dados obtidos na granja B da região Centro-Oeste de Minas Gerais.....	37
Figura 7 -	Gráfico dos polígonos de frequências com áreas sob os percentis 25 (1° quartil), 50 (mediana) e 75 (3° quartil), considerando positivas as aves com escores de infestação por <i>O. sylviarum</i> IGUAIS OU SUPERIORES A UM entre agosto de 2013 e agosto de 2014.....	40
Figura 8 -	Gráfico dos polígonos de frequências com áreas sob os percentis 25 (1° quartil), 50 (mediana) e 75 (3° quartil), considerando positivas as aves com escores de infestação por <i>O. sylviarum</i> IGUAIS OU SUPERIORES A DOIS entre agosto de 2013 e agosto de 2014.....	41
Figura 9 -	Gráfico dos polígonos de frequências com áreas sob os percentis 25 (1° quartil), 50 (mediana) e 75 (3° quartil), considerando positivas as aves com escores de infestação por <i>O. sylviarum</i> IGUAIS OU SUPERIORES A TRÊS entre agosto de 2013 e agosto de 2014.....	41
Figura 10 -	Gráfico dos polígonos de frequências com áreas sob os percentis 25 (1° quartil), 50 (mediana) e 75 (3° quartil), considerando positivas as aves com escores de infestação por <i>O. sylviarum</i> IGUAIS OU SUPERIORES A QUATRO entre agosto de 2013 e agosto de 2014....	42
Figura 11 -	Gráfico dos polígonos de frequências com áreas sob os percentis 25 (1° quartil), 50 (mediana) e 75 (3° quartil), considerando positivas as aves com escores de infestação por <i>O. sylviarum</i> IGUAIS OU SUPERIORES A CINCO entre agosto de 2013 e agosto de 2014.....	42
Figura 12 -	Gráfico dos polígonos de frequências com áreas sob os percentis 25 (1° quartil), 50 (mediana) e 75 (3° quartil), considerando positivas as aves com escores de infestação por <i>O. sylviarum</i> IGUAIS OU SUPERIORES A SEIS entre agosto de 2013 e agosto de 2014.....	43
Figura 13 -	Gráfico dos polígonos de frequências com áreas sob os percentis 25 (1° quartil), 50 (mediana) e 75 (3° quartil), considerando positivas as aves com escores de infestação por <i>O. sylviarum</i> IGUAIS A SETE entre agosto de 2013 e agosto de 2014.....	43
Figura 14 -	Gráfico com as curvas de Kaplan-Meier do tempo de sobrevivência em semanas de cada escore	

	de infestação segundo a frequência de aves infestadas e não infestadas por <i>O. sylviarum</i> durante o primeiro acompanhamento da dinâmica (agosto de 2013 a agosto de 2014).....	45
Figura 15 -	Gráfico com os valores das médias das temperaturas médias, máximas e mínimas obtidos durante as visitas às granjas da região Centro-Oeste de Minas Gerais entre janeiro e dezembro de 2015.....	51
Figura 16 -	Gráfico com os valores das médias das URAs médias, máximas e mínimas obtidos durante as visitas às granjas da região Centro-Oeste de Minas Gerais entre janeiro e dezembro de 2015.....	51
Figura 17 -	Gráfico com as frequências de aves com escores de 0 a 7 para infestação por <i>O. sylviarum</i> janeiro e dezembro de 2015, considerando os dados obtidos nas duas granjas da região Centro-Oeste de Minas Gerais.....	52
Figura 18 -	Gráfico com as frequências de aves com escores de 0 a 7 para infestação por <i>O. sylviarum</i> entre janeiro e dezembro de 2015, considerando os dados obtidos na granja A da região Centro-Oeste de Minas Gerais.....	52
Figura 19 -	Gráfico com as frequências de aves com escores de 0 a 7 para infestação por <i>O. sylviarum</i> entre janeiro e dezembro de 2015, considerando os dados obtidos na granja B da região Centro-Oeste de Minas Gerais.....	53
Figura 20 -	Gráfico dos polígonos de frequências com áreas sob os percentis 25 (1° quartil), 50 (mediana) e 75 (3° quartil), considerando positivas as aves com escores de infestação por <i>O. sylviarum</i> IGUAIS OU SUPERIORES A UM entre janeiro e dezembro de 2015.....	55
Figura 21 -	Gráfico dos polígonos de frequências com áreas sob os percentis 25 (1° quartil), 50 (mediana) e 75 (3° quartil), considerando positivas as aves com escores de infestação por <i>O. sylviarum</i> IGUAIS OU SUPERIORES A DOIS entre janeiro e dezembro de 2015.....	55
Figura 22 -	Gráfico dos polígonos de frequências com áreas sob os percentis 25 (1° quartil), 50 (mediana) e 75 (3° quartil), considerando positivas as aves com escores de infestação por <i>O. sylviarum</i> IGUAIS OU SUPERIORES A TRÊS entre janeiro e dezembro de 2015.....	56
Figura 23 -	Gráfico dos polígonos de frequências com áreas sob os percentis 25 (1° quartil), 50 (mediana) e 75 (3° quartil), considerando positivas as aves com escores de infestação por <i>O. sylviarum</i> IGUAIS OU SUPERIORES A QUATRO entre janeiro e dezembro de 2015.....	56
Figura 24 -	Gráfico dos polígonos de frequências com áreas sob os percentis 25 (1° quartil), 50 (mediana) e 75 (3° quartil), considerando positivas as aves com escores de infestação por <i>O. sylviarum</i> IGUAIS OU SUPERIORES A CINCO entre janeiro e dezembro de 2015.....	57
Figura 25 -	Gráfico dos polígonos de frequências com áreas sob os percentis 25 (1° quartil), 50 (mediana) e 75 (3° quartil), considerando positivas as aves com escores de infestação por <i>O. sylviarum</i> IGUAIS OU SUPERIORES A SEIS entre janeiro e dezembro de 2015.....	57
Figura 26 -	Gráfico dos polígonos de frequências com áreas sob os percentis 25 (1° quartil), 50 (mediana) e 75 (3° quartil), considerando positivas as aves com escores de infestação por <i>O. sylviarum</i> IGUAIS A SETE entre janeiro e dezembro de 2015.....	58
Figura 27 -	Gráfico com a proporção de aves com escores de infestação ≥ 3 com e sem a realização do controle químico estratégico de <i>O. sylviarum</i> nos 12 meses do ano considerando os dados obtidos nas duas granjas de postura (A e B) entre 2013 e 2015.....	61

Figura 28 -	Gráfico com as curvas de Kaplan Meier do tempo de sobrevivência em meses da frequência de aves com escores < 3 nas granjas A e B sem a realização do controle químico estratégico de <i>O. sylviarum</i> durante os 12 meses do ano.....	63
Figura 29 -	Gráfico com as curvas de Kaplan Meier do tempo de sobrevivência em meses da frequência de aves com escores < 3 com e sem a realização do controle químico estratégico de <i>O. sylviarum</i>	64
Figura 30 -	Gráfico com as curvas de Kaplan Meier do tempo de sobrevivência em meses da frequência de aves com escores < 3 nas granjas A e B com e sem a realização do controle químico estratégico de <i>O. sylviarum</i>	65
Figura 31 -	Gráfico com as curvas de Kaplan Meier do tempo de sobrevivência em meses da frequência de aves com escores ≥ 3 com e sem a realização do controle químico estratégico de <i>O. sylviarum</i>	66

ANEXOS

Anexo 1 -	Fotografias dos escores de infestação por <i>O. sylviarum</i> segundo o sistema de escore de Arthur e Axtell (1983).....	77
Anexo 2 -	Formulário de monitoramento da intensidade de infestação das aves por <i>O. sylviarum</i>	78

LISTA DE ABREVIATURAS

ABPA	Associação Brasileira de Proteína Animal
ANOVA	Análise de Variância
CEUA	Comissão de Ética no Uso de Animais
cm	Centímetros
cm ²	Centímetros quadrados
DDVP	2,2 diclorovinil dimetilfosfato
DL ₅₀	Dose de uma dada substância capaz de causar a morte de 50% de uma população em teste
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
DMVP	Departamento de Medicina Veterinária Preventiva
EV	Escola de Veterinária
EUA	Estados Unidos da América
F	Fêmea
FAO	Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura
g	Gramas
IC	Intervalo de Confiança
IMA	Instituto Mineiro de Agropecuária
KOH	Hidróxido de potássio
M	Macho
m	Metros
mg	Miligramas
MHC	Complexo de Histocompatibilidade Principal
mL	Mililitros
mm	Milímetros
OR	Razão de Chances (<i>Odds Ratio</i>)
ppm	Partes por milhão
RR	Risco Relativo (<i>Relative Risk</i>)
SINDAN	Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Saúde Animal
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais
URA	Umidade Relativa do Ar

RESUMO

O presente trabalho teve por objetivo avaliar a dinâmica populacional de *Ornithonyssus sylviarum*, a sensibilidade *in vitro* desse parasito a acaricidas químicos e executar e avaliar o controle químico estratégico em granjas de postura da região Centro-Oeste de Minas Gerais. O primeiro acompanhamento da dinâmica populacional do ácaro foi realizado entre os meses de agosto de 2013 e agosto de 2014. O monitoramento da intensidade de infestação das aves por *O. sylviarum* foi realizado a cada quatro semanas em cada uma das granjas utilizando-se a técnica do exame visual da região imediatamente anterior à cloaca das aves e estimando-se o número de ácaros por meio de um sistema de escore de infestação que varia entre 0 e 7. Realizou-se análise descritiva dos dados, correlação de Spearman e análise de sobrevivência e também um modelo logístico multinomial. A análise descritiva demonstrou que o ácaro esteve presente em ambas as granjas durante todo o período de monitoramento, sendo que nos meses de outubro a dezembro de 2013 e maio a julho de 2014 houve um aumento na intensidade de infestação. Na correlação de Spearman, a variável “escores” foi a única que se apresentou significativa ($p \leq 0,05$) e na análise de sobrevivência, verificou-se que o escore 0 foi o que persistiu por mais tempo ao longo de todo o estudo e cuja diferença para os demais escores foi significativa ($p < 0,0001$). No modelo logístico multinomial, a variável “faixa de umidade” apresentou-se como um fator de risco significativo ($p < 0,01$) aumentando o risco de se encontrar todos os escores em relação ao escore 0, a variável “amplitude térmica diária” foi significativa para quase todos os escores de infestação ($p \leq 0,05$) reduzindo o risco e a variável “ave” apresentou um efeito significativo ($p < 0,05$), porém marginal para praticamente todos os escores. A avaliação da sensibilidade *in vitro* de *O. sylviarum* a três acaricidas químicos foi realizada entre janeiro e março de 2015 utilizando uma adaptação da técnica de pacote de larvas. A mortalidade dos ácaros foi avaliada após 24 a 36 horas de exposição a diferentes concentrações dos produtos. Os cálculos das DL_{50} e DL_{95} foram feitos pelo método de análise de Probit usando as concentrações em miligramas. O produto 2 (cipermetrina + clorpirifós) foi o escolhido e utilizado nas granjas para o controle do parasito. O segundo acompanhamento da dinâmica concomitantemente com o controle químico estratégico do ácaro foi realizado entre os meses de janeiro e dezembro de 2015 nas mesmas granjas de postura. O monitoramento da população de *O. sylviarum* foi realizado da mesma forma descrita para o primeiro acompanhamento. O controle estratégico foi executado nos meses de maio a julho e outubro a dezembro, nos quais verificou-se na primeira parte do trabalho, o aumento da população do parasito. Dessa forma, foi feita a pulverização da região pericloacal das aves com bomba costal manual utilizando o produto 2 na concentração recomendada pelo fabricante e adotando-se como critério para sua realização, o ponto de corte de escore ≥ 3 . Foram realizados sempre dois tratamentos com um intervalo de uma semana entre eles. Realizou-se análise descritiva dos dados e análises de sobrevivência após avaliações preliminares com estatísticas univariadas. A análise descritiva demonstrou que houve uma redução da frequência de aves com escores de infestação mais altos e consequentemente um aumento da frequência de aves com escores de infestação mais baixos ou sem infestação com o início do controle. Verificou-se que tratar é diferente de não tratar no que se refere à ocorrência de escores ≥ 3 ($p \leq 0,05$, teste de Qui-Quadrado de Pearson) quando se considerou os 12 meses do ano e que o controle determinou uma redução significativa ($p < 0,01$, teste de Qui-Quadrado de Pearson) da proporção de aves com escores de infestação ≥ 3 de 80% para 20%. Além disso, a frequência de persistência de aves com escores < 3 foi significativamente maior ao se realizar o controle ($p < 0,001$, teste de Wilcoxon) enquanto a frequência de persistência de aves com escores de infestação mais altos foi significativamente reduzida ($p < 0,0001$, teste de Wilcoxon) em um período de tempo mais curto ao se realizar o controle estratégico. Portanto, o controle estratégico foi capaz de reduzir de maneira significativa a proporção de aves com escores de

infestação mais altos e de manter essa proporção baixa por um longo período ao mesmo tempo que proporcionou uma frequência de persistência maior de aves com infestações baixas, ou seja, uma proporção maior por um período mais longo de aves com infestações abaixo do limite causador de danos econômicos importantes.

Palavras-Chave: *Ornithonyssus sylviarum*, dinâmica populacional, controle químico estratégico, sensibilidade *in vitro*

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the population dynamics of *Ornithonyssus sylviarum*, its sensibility *in vitro* to chemical acaricides and to evaluate the strategic chemical control in laying chicken farms of the Midwest region of Minas Gerais. The first determining the population dynamics of infestations was performed in two laying poultry farms between the months of August 2013 and August 2014. Monitoring the intensity of infestation by *O. sylviarum* was conducted every four weeks through the technique of visual examination of the pericloacal region. In each hen house 30 hens were analyzed and the number of mites was estimated by a score system of infestation ranging from 0 to 7. A descriptive analysis of the data, Spearman correlation and later analysis of survival and also a multinomial logistic model were performed. The descriptive analysis showed that *O. sylviarum* was present in both farms throughout the monitoring period, with an increase in the intensity of infestation from October to December 2013 and from May to July 2014. By Spearman correlation, the variable "scores" was the only significant ($p \leq 0.05$) and the survival analysis demonstrated that the score 0 persisted for longer throughout the study and was different for the other scores ($p < 0.0001$). In a multinomial logistic model, the variable "humidity range" increased the risk ($p < 0.01$) of finding other scores in regarding to score 0. The variable "daily temperature range" was significant for almost all infestation scores ($p \leq 0.05$) reducing the risk and the variable "poultry" had a significant effect ($p < 0.05$), but marginal for almost all the scores. The *in vitro* susceptibility of *O. sylviarum* to the three chemical acaricides was performed between January and March 2015 using an adaptation of the larvae package technique. The mortality of mites was assessed after 24 to 36 hours of exposure to different products concentrations. The DL_{50} and DL_{95} calculations were performed by Probit analysis using the concentrations in milligrams. The product 2 (cypermethrin + chlorpyrifos) was chosen and utilized in poultry farms for mite control. The second accompaniment of population dynamics concurrently with the strategic chemical control was carried out between January and December 2015 in the same laying farms. The monitoring of *O. sylviarum* population was performed similarly as described for the first study. The strategic control was performed from May to July and October to December, periods in which it was observed an increase on parasite population. Thus, pericloacal spraying with manual costal pump using the product 2 according to the manufacturer recommended concentration was performed adopting the cutoff point of score ≥ 3 as criterion for its implementation. Treatments were made with an interval of one week. A descriptive analysis of the data as well as survival analysis were performed after preliminary univariate assessments of the variables. The descriptive analysis showed that there was a reduction in the frequency of chickens with higher infestation scores and consequently an increased frequency of hens with lower infestation scores or uninfested at the start of the strategic control up to the end of the monitoring period. The occurrence of scores ≥ 3 considering the 12 months of the year was different ($p \leq 0.05$, Pearson's Chi-Square test) comparing treating and not treating, with a significant reduction ($p < 0.01$, Pearson's Chi-Square test) from 80% to 20%. Moreover, the frequency of persistence of

scores < 3 was significantly higher as compared to untreated ($p < 0.001$, Wilcoxon test) while the frequency of persistence of poultry infested with higher scores was significantly reduced ($p < 0.0001$, Wilcoxon test) in a shorter period of time when strategic control was performed. The strategic control was successful to significantly reduce the proportion of hens with higher infestation scores and to maintain this low ratio for a longer period below the threshold cause significant economic losses.

Key Words: Northern fowl mite, population dynamics, strategic chemical control, *in vitro* sensibility

1. INTRODUÇÃO GERAL E JUSTIFICATIVA

Ornithonyssus sylviarum (Canestrini e Fanzago, 1877), também denominado de ácaro das aves do norte e conhecido popularmente como piolho de galinha, é um ectoparasito de aves domésticas e silvestres de todo o mundo (Axtell e Arends, 1990). Este parasito hematófago é considerado um sério problema para a avicultura de postura e apontado como o ectoparasito de maior importância econômica para as indústrias avícolas comerciais dos Estados Unidos (DeVaney, 1978; DeVaney, 1979; Axtell e Arends, 1990; Mullens et al., 2001).

A primeira descrição de *O. sylviarum* no Brasil foi realizada na década de 1970 em galinhas de postura de granjas localizadas na região sul de Minas Gerais (Faccini e Massard, 1974). Posteriormente, novos relatos da presença deste ectoparasito foram feitos em outros sistemas comerciais de poedeiras das regiões sudeste e sul do país (Pereira et al., 1977; Faccini, 1987). Na década de 1980, a presença de *O. sylviarum* foi verificada em 40% das 10 granjas visitadas no estado do Rio de Janeiro por Hamann et al. (1987). Já no estado de São Paulo, um estudo sobre a ocorrência de ácaros hematófagos em aviários de postura demonstrou que *O. sylviarum* encontrava-se presente em 48,8% das 43 granjas visitadas (Tucci et al., 1996). Mais recentemente, um estudo realizado em 43 granjas comerciais de postura no estado de Minas Gerais para verificar os principais fatores de risco para a ocorrência de ácaros hematófagos revelou que *O. sylviarum* foi o ácaro mais frequente nestes sistemas, estando presente em mais da metade (53,48%) das granjas avaliadas (Cunha, 2013).

As galinhas são os hospedeiros preferenciais deste ácaro, cujo parasitismo pode causar perda de peso, debilidade, anemia e, conseqüentemente, ocasionar importantes perdas econômicas devido à diminuição da produção de ovos, do peso dos ovos e da eficiência da conversão alimentar (Sikes e Chamberlain, 1954; Matthyse et al., 1974 citados por Mullens et al., 2009; DeVaney, 1978; DeVaney, 1979; Hamann et al., 1987; Guimarães et al., 2001; Mullens et al., 2009). No entanto, há relatos que demonstram a capacidade deste parasito de realizar o repasto em outros animais como outras aves, roedores e também em seres humanos, nos quais pode causar problemas dermatológicos e respiratórios (Sikes e Chamberlain, 1954; Lutsky e Bar-Sela, 1982; Congly, 1985; Knee e Proctor, 2007; Téllez et al., 2008).

O. sylviarum passa a maior parte do tempo sobre as aves sendo encontrado de forma mais abundante nas penas da região imediatamente anterior à cloaca, as quais ficam escurecidas conferindo às aves um aspecto de sujo (Lemke et al., 1988; Guimarães et al., 2001). No entanto, quando a densidade populacional dos ácaros atinge níveis elevados, os parasitos podem ser encontrados em várias regiões do corpo das aves (Mullens et al., 2000). Além disso, quando um lote de aves apresenta um grau de infestação muito alto, os ácaros tendem a cair ou sair ativamente das aves podendo sobreviver por algumas semanas no ambiente, dependendo das condições de temperatura e umidade. Desta forma, eles são encontrados nas fezes que ficam embaixo das gaiolas, nos ovos produzidos e infestando os trabalhadores que cuidam das aves. Isso permite a dispersão dos ácaros pela granja e possibilita a ocorrência de reinfestações (DeVaney e Beerwinkle, 1980a; Kells e Surgeoner, 1997; Guimarães et al., 2001; Mullens et al., 2001; Chen e Mullens, 2008).

A avicultura brasileira, assim como outros segmentos da produção animal, passou por um extraordinário processo de evolução científica e tecnológica nas últimas décadas. Na avicultura de postura, a implementação de novos sistemas de produção e técnicas de criação associado ao melhoramento genético das galinhas poedeiras proporcionaram um aumento dos índices de

produtividade animal resultando em aves com uma produção de até 320 ovos no primeiro ciclo de postura de um ano (Bertechini, 2003). O Brasil é o 7º maior produtor mundial de ovos sendo que em 2013, foram alojadas quase um milhão de matrizes de postura, e em 2014, a produção de ovos foi de 3,1 bilhões de dúzias, um aumento de aproximadamente 10% em relação à produção de 2013 (FAO, 2012; ABPA, 2015). Neste cenário, o estado de Minas Gerais representa um importante papel, já que é o segundo maior produtor de ovos do país respondendo por 11,81% da produção e o maior exportador, responsável por 54,1% das exportações realizadas em 2014 (ABPA, 2015).

No entanto, os modernos sistemas de produção de ovos implicam na criação das aves em confinamento, com alta densidade de animais nas instalações, o que contribui para a proliferação de importantes ectoparasitos de aves, principalmente os ácaros hematófagos (Soares et al., 2008). Apesar da importância do *O. sylviarum*, principalmente para a avicultura de postura, no Brasil não há estudos sobre a dinâmica populacional deste ácaro em granjas sob condições de campo. Estes estudos são importantes, pois possibilitam conhecer a flutuação populacional do parasito devido às alterações climáticas, acompanhar a população de ácaros após a aplicação de medidas de controle e também conhecer os locais de maior presença dos ácaros e assim efetuar o controle de forma direcionada (Nordenfors e Chirico, 2001). O controle de *O. sylviarum* baseia-se principalmente no emprego de acaricidas químicos (DeVaney et al., 1982; Mullens et al., 2004, Cunha, 2013) sendo importante a avaliação prévia, em laboratório, da sensibilidade do ácaro ao produto químico que será utilizado nas granjas a fim de aumentar a eficácia do controle.

Portanto, diante da importância do setor avícola de postura em Minas Gerais, da frequente presença deste parasito no estado, assim como do potencial que *O. sylviarum* tem de causar grandes prejuízos econômicos para estes sistemas avícolas comerciais, é necessário e de fundamental importância avaliar a dinâmica populacional deste ácaro, assim como a sua sensibilidade a acaricidas químicos para que se possa desenvolver e aplicar estratégias de controle do parasito mais eficientes e racionais nas granjas.

2. OBJETIVOS

2.1 - Objetivo geral

- Avaliar a dinâmica populacional de *O. sylviarum*, a sensibilidade *in vitro* a acaricidas químicos e executar e avaliar o controle químico estratégico em granjas de postura da região Centro-Oeste de Minas Gerais.

2.2 - Objetivos específicos

- Comparar a dinâmica populacional de *O. sylviarum* analisando a flutuação populacional deste ácaro em granjas de postura da região Centro-Oeste de Minas Gerais com e sem a realização do controle químico estratégico;
- Realizar testes em laboratório para avaliar a sensibilidade de *O. sylviarum* a acaricidas químicos obtendo-se as DL_{50} e DL_{95} para posterior uso de um dos acaricidas avaliados no controle do parasito nas granjas;
- Executar e avaliar o controle químico estratégico de *O. sylviarum* nas granjas de postura da região Centro-Oeste de Minas Gerais.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 - Biologia de *O. sylviarum*

O. sylviarum é um artrópode que pertence à ordem Acari na qual também se encontram os carrapatos e outros ácaros. No entanto, diferentemente dos carrapatos, este ectoparasito pertence à subordem Mesostigmata, ou seja, suas aberturas respiratórias, os estigmas, estão localizadas lateralmente entre os segundos e quartos pares de patas. Este parasito que pode ser visto a olho nu, permanece a maior parte do tempo sobre o hospedeiro e não se ingurgita completamente com a realização de um único repasto sanguíneo. Verificou-se que fêmeas adultas ingurgitadas de *O. sylviarum* ingeriram 0,041 mg de sangue, o que correspondeu a 1,6 vezes o peso corporal desse estágio (Sikes e Chamberlain, 1954).

Características morfológicas como placa anal que se afila no sentido anteroposterior e com abertura anterior, escudo dorsal que se afila no sentido anteroposterior e escudo esternal com dois pares de cerdas na superfície do escudo e um par fora e próximo ao escudo auxiliam na identificação e diferenciação de *O. sylviarum* de outros ácaros hematófagos parasitas de aves de postura (Faccini, 1987).

O ciclo biológico é um importante conjunto de parâmetros da biologia de uma espécie. As primeiras descrições a respeito de partes do ciclo de *O. sylviarum* foram feitas por Wood em 1920. Em 1938, Cameron realizou um trabalho parecido com *O. sylviarum* e *O. bursa*, porém, este trabalho se restringiu aos estádios de ovo, larva e protoninfa (Wood, 1920 e Cameron, 1938 citados por Sikes e Chamberlain, 1954). Sikes e Chamberlain (1954) por sua vez, realizaram durante três anos, em condições controladas de laboratório, um extenso trabalho com três espécies de ácaros hematófagos de aves, dentre elas o *O. sylviarum*. Neste trabalho, eles avaliaram o ciclo biológico, os hábitos alimentares, os pesos e medidas corporais e o volume de sangue ingerido por estes ácaros. Com relação ao ciclo biológico, Sikes e Chamberlain (1954) verificaram que ele ocorre inteiramente no hospedeiro e é relativamente curto, podendo completar-se em cinco a sete dias. O ciclo contém cinco estádios: ovo, larva, protoninfa, deutoninfa e adulto (macho e fêmea), porém, somente as protoninfas e os adultos realizam o repasto sanguíneo no hospedeiro (Sikes e Chamberlain, 1954; Axtell e Arends, 1990). No Brasil, Hamann (1990) verificou que o desenvolvimento completo do ciclo de *O. sylviarum* de larva a larva ocorreu em 6 dias.

A temperatura e a umidade relativa do ar (URA) são fatores que podem interferir no tempo de eclosão e na viabilidade dos ovos de *O. sylviarum* e, conseqüentemente, na duração do ciclo biológico deste parasito. Isso pode ser constatado no trabalho de Crystal (1985) que analisou a eclosão de ovos incubados nas temperaturas de 20°, 25°, 30°, 35° e 40°C e URA constante de 80% e ovos incubados nas URA de 20%, 40%, 60%, 80% e 100% e temperatura constante de 30°C. O autor verificou que entre as temperaturas de 20° e 30°C houve redução no tempo de eclosão dos ovos com o aumento da temperatura. A partir de 35°C, houve redução na taxa de eclodibilidade dos ovos, sendo a viabilidade destes de 80,5% e a 40°C, os ovos incubados não eclodiram. Com relação às URA, a taxa de eclosão foi constante entre 60 a 100% de URA. Houve redução nessa taxa quando a URA foi menor que 60%, havendo redução de 10% na eclodibilidade dos ovos a cada 20% de redução na URA. Portanto, o autor concluiu que a temperatura de 30°C e a URA de 80% foram as mais adequadas para um tempo mais curto de eclosão dos ovos.

Muitos fatores relacionados com a fecundidade podem afetar o potencial de crescimento da população de um parasito. Oliver Jr. (1966), estudando o comportamento reprodutivo de quatro ácaros mesostigmatas (*Dermanyssus gallinae*, *Ophionyssus natricis*, *O. sylviarum* e *O. bacoti*), verificou que *O. sylviarum* não requer a cópula para que ocorra oviposição, constatando a reprodução por partenogênese nas três espécies de ácaros, com exceção de *D. gallinae*. Recentemente, um estudo sobre a biologia reprodutiva de *O. sylviarum* revelou que enquanto fêmeas acasaladas do ácaro produzem uma prole de fêmeas e machos quando isoladas, fêmeas não acasaladas e mantidas isoladas geram uma prole composta exclusivamente de machos (arrenotoquia). Além disso, estas fêmeas são capazes de acasalar com os próprios filhos machos (acasalamento edipiano) e assim, produzir uma prole com ambos os sexos. O estudo também demonstrou uma proporção de produção de fêmeas e machos de 5F:1M. Segundo os autores, este sistema reprodutivo é vantajoso porque as fêmeas são capazes de se disseminar para novos hospedeiros e iniciar infestações sem acasalamento anterior e sem os machos. Isso amplia muito o potencial de transmissão e a persistência deste ectoparasito (McCulloch e Owen, 2012).

Com relação à longevidade, existem poucos trabalhos, os quais relataram a sobrevivência deste ácaro fora do hospedeiro. Em 1963, Kirkwood verificou que o ácaro sobreviveu por três semanas sem se alimentar. Segundo Abasa (1969), espécimes adultos do parasito sobreviveram por apenas 13 dias quando mantidos a 25°C e 75-80% de URA. DeVaney e Beerwinkle (1980a) ao trabalhar com os diferentes estádios de *O. sylviarum* observaram que na temperatura de 4°C, os ácaros sobreviveram por 62 dias, nas temperaturas de 10 e 15°C, a sobrevivência foi de 57 dias e na temperatura de 26°C, este período foi reduzido para 37 dias. Já Chen e Mullens (2008) verificaram que a 15°C e 85% de URA, protoninfas e adultos deste parasito sobreviveram por 29 e 35 dias, respectivamente. Além disso, esses autores demonstraram que este período de sobrevivência diminuiu consideravelmente quando a temperatura aumentou e a URA foi reduzida, alcançando apenas sete dias de sobrevivência a 33°C e 31% URA para ambos os estádios. Portanto, a sobrevivência do ácaro fora do hospedeiro foi maior sob temperaturas mais baixas e URA mais elevadas (DeVaney e Beerwinkle, 1980a; Chen e Mullens, 2008).

3.2 - Importância de *O. sylviarum*

Um dos aspectos que fazem de *O. sylviarum* um ectoparasito importante é a variedade de hospedeiros susceptíveis. As galinhas são os hospedeiros preferenciais deste parasito. No entanto, na sua ausência e se mantidos sem alimentação, os ácaros podem realizar o repasto sanguíneo em vários hospedeiros vertebrados, inclusive no ser humano. Neste, o contato com o ácaro pode levar ao desenvolvimento de dermatite pruriginosa e/ou doença respiratória alérgica (Sikes e Chamberlain, 1954; Lutsky e Bar-Sela, 1982; Congly, 1985; Serafini et al., 2003; Téllez et al., 2008). Em um estudo realizado em 2007 por Knee e Proctor em Alberta, Canadá, 72 espécies de aves de 26 famílias foram relatadas como hospedeiras deste ectoparasito. Dentre as ordens apresentadas como hospedeiras estão as dos Columbiformes, Falconiformes, Galliformes, Passeriformes e Psittaciformes.

Outro aspecto a ser considerado é o fato de já terem sido isolados deste ectoparasito importantes agentes etiológicos de doenças, inclusive enfermidades consideradas zoonoses. É o caso do vírus da Encefalomielite Equina do Oeste e do vírus da Encefalite de Saint Louis, os quais foram isolados de *O. sylviarum* que também apresentou a capacidade de mantê-los e transmiti-los mecanicamente (Hammon et al., 1948). Já para o vírus da doença de Newcastle, Hofstad (1949) demonstrou experimentalmente que os ácaros se infectaram, no entanto, não foram capazes de transmitir o vírus para aves saudáveis.

Os danos causados às aves e o consequente impacto econômico gerado pelo parasitismo são outros aspectos que ressaltam a importância deste ácaro. De acordo com Loomis et al. (1970), uma infestação de até 100 ácaros por ave não é considerada economicamente importante. No entanto, infestações maiores podem determinar importantes prejuízos econômicos para a atividade já que o número de ácaros pode, muitas vezes, exceder 100.000 por ave (Matthysse et al., 1974 citados por Mullens et al., 2009). Sendo assim, por ser um parasito hematófago, estas infestações intensas por *O. sylviarum* podem causar perdas sanguíneas de até 6%/ave/dia e anemia em diferentes graus o que pode, às vezes, ocasionar a morte das aves (Matthysse et al., 1974 citados por Mullens et al., 2009; DeVaney, 1979; DeLoach e DeVaney, 1981; Guimarães et al., 2001). Além disso, as aves podem apresentar perda de peso, diminuição da eficiência da conversão alimentar, acometimento por doenças secundárias, dermatite e feridas na pele (Matthysse et al., 1974 citados por Mullens et al., 2009; DeVaney, 1979; DeVaney et al., 1982; DeVaney, 1986; Guimarães et al., 2001). Em galos intensamente infestados, DeVaney et al. (1977) verificaram que os mesmos apresentavam redução significativa no volume do líquido seminal, no número total de espermatozoides viáveis e nos níveis de testosterona sanguínea.

Os danos causados diretamente às aves por infestações intensas do ácaro geram um impacto sobre a produção de ovos que pode apresentar reduções de 15 a 30% (DeVaney, 1978; Hamann et al., 1987). Nos Estados Unidos, *O. sylviarum* é considerado o ectoparasito de maior importância econômica para as granjas avícolas comerciais, sendo que na década de 70, as perdas determinadas pelo parasitismo superaram 76 milhões de dólares (DeVaney 1978, DeVaney, 1979; Axtell e Arends 1990, Hinkle e Hickle 1999). Estudos sobre o impacto econômico causado por essa espécie de ácaro em sistemas de avicultura revelaram que o controle do parasito pode levar a um aumento de 5 a 15% na produção de ovos e à melhora na eficiência da conversão alimentar das aves (Matthysse et al., 1974 citados por Mullens et al., 2009; Hall et al., 1983; Arends et al., 1984). Um estudo mais recente que realizou uma análise econômica do impacto causado por *O. sylviarum* em granjas comerciais dos Estados Unidos demonstrou que infestações não mitigáveis causaram reduções de 2,1 a 4% na produção de ovos, de 0,5 a 2,2% nos pesos individuais dos ovos e de 5,7% na eficiência de conversão alimentar, o que determinou uma redução nos lucros de US\$ 0,07-0,10 por galinha durante um período de 10 semanas (Mullens et al., 2009). Os efeitos negativos de infestações causadas por *O. sylviarum* sobre a qualidade interna dos ovos foram demonstrados por Vezzoli et al. (2016). Nesse trabalho, os autores verificaram valores de unidade Haugh¹ assim como gravidade específica² dos ovos menores no pico da infestação, o qual ocorreu cinco semanas após a infestação inicial das galinhas com 25 semanas de idade. Além disso, os ovos também apresentaram gemas com coloração mais clara.

3.3 - Ocorrência de *O. sylviarum* e fatores relacionados à sua epidemiologia em sistemas de galinhas de postura

¹ É uma expressão matemática que correlaciona o peso do ovo com a altura da clara espessa. De modo geral, quanto maior o valor da unidade "Haugh", melhor a qualidade do ovo (Rodrigues, 1975 citado por Alleoni e Antunes, 2001). Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-90162001000400005>. Acesso em: 26 nov. 2016.

² Parâmetro utilizado para determinar a qualidade da casca do ovo cuja obtenção baseia-se no princípio da flutuação do ovo em soluções gradualmente salinas (Voisey e Hunt, 1974 citados por Salvador, 2011). Disponível em: <<http://www.ufal.edu.br/unidadeacademica/ceca/pos-graduacao/zootecnia/dissertacoes/edivania-de-lima-salvador>>. Acesso em: 26 nov. 2016.

No Brasil, a ocorrência de *O. sylviarum* foi assinalada pela primeira vez em galinhas poedeiras de granjas do município de Itanhandú, Minas Gerais (Faccini e Massard, 1974). Mais tarde, em 1977, foi realizado o primeiro registro do ácaro no estado de São Paulo em granjas comerciais de postura dos municípios de Mogi das Cruzes e Bastos (Pereira et al., 1977). Na década de 1980, *O. sylviarum* foi umas das espécies de ácaros hematófagos encontradas em amostras provenientes de granjas de poedeiras das regiões sudeste e sul do país (Faccini, 1987).

Em um estudo realizado em 10 granjas das microrregiões serranas do estado do Rio de Janeiro, Hamann et al. (1987) verificaram a presença deste ectoparasito em quatro (40%) granjas, sendo que em duas (20%) propriedades ele estava associado ao ácaro vermelho das aves, *D. gallinae*. Já no estado de São Paulo, um levantamento sobre a ocorrência de ácaros hematófagos em 43 aviários de postura relatou a presença de *O. sylviarum* em aproximadamente metade das granjas, sendo que em seis delas (13,9%) ele foi a única espécie encontrada e em 15 (34,9%), ele foi encontrado em associação com *D. gallinae* (Tucci et al., 1996). No estado de Minas Gerais, Cunha (2013) verificou ao avaliar os principais fatores de risco para a ocorrência de ácaros hematófagos em 43 granjas comerciais de postura que *O. sylviarum* foi o ácaro de maior ocorrência nesses sistemas. O ectoparasito foi encontrado em 23 granjas (53,48%) sendo que em 14 delas (32,55%), ele estava associado ao seu congêneres *O. bursa* e em duas (4,65%) foi verificada coinfeção por *D. gallinae*.

Nos Estados Unidos, *O. sylviarum* foi considerado um problema importante em 75% dos sistemas de produção avícolas avaliados em um estudo realizado por DeVaney (1978).

Em 2002, foi realizado o primeiro relato de *O. sylviarum* na França. Os ácaros foram encontrados na cama de sistemas industriais e orgânicos tanto de postura quanto de corte (Bruneau et al., 2002).

Na Colômbia, *O. sylviarum* foi o ácaro de maior ocorrência em um estudo que avaliou os principais parasitos presentes em aves domésticas de subsistência de propriedades localizadas no noroeste do país (Marín-Gómez, 2003; Marín-Gómez e Benavides-Montaño, 2007).

Em 2008, Téllez et al. fizeram o primeiro relato da presença de *O. sylviarum* no Peru. O ácaro foi o responsável pelo desenvolvimento de dermatite pruriginosa com lesões papulares e eritematosas em várias pessoas da cidade de Lima. Os autores relataram que a infestação ocorreu devido à presença de ninhos de pombos infestados pelo parasito nos arredores das casas das pessoas.

Em 2014, Jansson et al. relataram a presença de *O. sylviarum* em aves ornamentais (galinhas e perus) na Suécia. Segundo os autores, este foi o primeiro registro do ácaro em aves da Escandinávia. Os ácaros foram coletados diretamente da região da cloaca e da plumagem das aves.

Alguns fatores biológicos ligados ao hospedeiro podem influenciar a epidemiologia de *O. sylviarum*. É o caso da resposta inflamatória que as galinhas desenvolvem nas infestações ocasionadas pelo parasito. Matthyse et al. (1974) citados por Owen et al. (2009) acreditam que esta resposta inflamatória poderia controlar os níveis das infestações por meio da alteração do acesso dos ácaros ao sangue. Nesse estudo, os autores observaram que a intensidade da resposta inflamatória era negativamente correlacionada com a densidade populacional de *O. sylviarum*.

Uma pesquisa mais recente que realizou a histologia da pele de galinhas infestadas revelou uma inflamação com aumento do número e tamanho das células epidérmicas, migração de leucócitos e deposição de exsudatos serosos na superfície da pele. Os autores verificaram que à medida que a área de inflamação da pele aumenta durante uma infestação há uma redução na sobrevivência dos ácaros adultos e da sua progênie. A inflamação aumentou a distância dos vasos sanguíneos (100-160µm) do aparelho bucal dos ácaros e isso impediu protoninfas e fêmeas adultas de realizarem o repasto sanguíneo. Portanto, houve um comprometimento da reprodução e, conseqüentemente, do desenvolvimento completo do ciclo do parasito e de seu crescimento populacional (Owen et al., 2009).

Outro fator ligado ao hospedeiro que tem sido relacionado à resistência das aves aos ectoparasitos é o Complexo de Histocompatibilidade Principal (MHC). O MHC é um conjunto de genes que codificam proteínas responsáveis por vários componentes da imunidade inata e adaptativa, incluindo o reconhecimento e a apresentação de antígenos, as proteínas do complemento e as citocinas (Abbas, 2015). Owen et al. (2008), ao compararem as infestações por *O. sylviarum* em quatro linhagens de galinhas que diferiam apenas no MHC, verificaram que galinhas com o haplótipo de MHC B21 foram relativamente resistentes a esta parasitose quando comparadas com as aves da linhagem com haplótipo B15. Estes pesquisadores também testaram tais efeitos em frangas comerciais (White Leghorn, linhagem W-36) infestadas por esse parasito e os resultados foram similares, sugerindo que o haplótipo do MHC influencia na resistência ao *O. sylviarum*. Em 2009, Owen et al. verificaram que galinhas com MHC B15 apresentavam uma área de inflamação menor antes e depois da infestação pelo ácaro, sugerindo que aves com este haplótipo teriam uma maior susceptibilidade ao parasito.

Outros fatores ligados às aves e ao seu manejo também podem influenciar na epidemiologia de *O. sylviarum*. É o caso da debicagem, que segundo Chen et al. (2011), prejudica o cuidado da ave com ela mesma e, desta forma, contribui muito para as grandes populações do parasito verificadas em sistemas comerciais de galinhas de postura. Neste trabalho, os pesquisadores observaram que galinhas Leghorn brancas (Hy-Line linhagem W-36) debicadas e inoculadas com essa espécie de ectoparasito apresentaram de cinco a 40 vezes mais ácaros quando comparadas com aves similares com bicos intactos. Assim, populações elevadas do ácaro na maioria das poedeiras comerciais engaioladas se devem, provavelmente, a um resultado direto da debicagem (Mullens et al., 2010). Por outro lado, o corte das penas da região cloacal e do ventre a uma altura de dois a três milímetros pode reduzir as populações desse parasito, o que poderia auxiliar no controle (DeVaney e Beerwinkle, 1980b). Estes autores também ressaltam que a variabilidade no comprimento das penas das aves é um fator que também explicaria os diferentes níveis de infestação encontrados por distintos pesquisadores em diferentes raças industriais avaliadas. Além do comprimento, o tipo de pena também pode ter um papel importante no desenvolvimento do micro-habitat necessário para o desenvolvimento do ácaro (DeVaney et al., 1984). Aves em muda forçada³ normalmente podem não apresentar ou apresentar uma redução nas contagens do parasito (Mullens et al., 2000, Cunha, 2013).

³ A muda forçada é uma importante ferramenta utilizada na avicultura com o objetivo de propiciar um novo ciclo de produção das aves e assim prolongar sua vida útil. É realizada normalmente no final do primeiro ciclo de postura por meio do jejum (privação total ou parcial de alimentos) e tem como características a perda de penas, perda de peso e regressão acentuada no trato reprodutivo (Teixeira e Cardoso, 2011). Disponível em: <<http://www.cbpa.org.br/pages/publicacoes/rbra/v35n4/pag444-455.pdf>>. Acesso em: 27 mar. 2016.

As condições de temperatura e URA podem influenciar nas características epidemiológicas deste ectoparasito por influenciar diretamente a duração de seu ciclo biológico e o crescimento da sua população, reduzindo ou possibilitando a expressão de seu potencial biótico. Normalmente, a população de *O. sylviarum* aumenta de forma intensa com a diminuição da temperatura (meses do outono e do inverno) e diminui com o aumento da temperatura (meses da primavera e do verão) (Matthysse et al., 1974 citados por Nordenfors e Höglund, 2000). A variação sazonal na população deste ácaro com maior presença primariamente nos meses de inverno também foi apontada por DeVaney e Augustine (1988). Recentemente, verificou-se que as temperaturas das penas das galinhas refletem as temperaturas ambientais. Neste trabalho, os autores utilizaram microssondas e registraram, a cada cinco milímetros de comprimento, as temperaturas de penas individuais da região imediatamente anterior à cloaca de galinhas. Logo em seguida, estas penas foram cortadas e congeladas rapidamente com gelo seco para manter os ácaros *in loco*. Verificou-se que as posições dos ácaros nas penas (distância da pele) variaram de acordo com as zonas de temperatura das penas assim como com as temperaturas ambientais médias verificadas durante as 24 horas anteriores. Penas coletadas em dias quentes (23 a 33°C) proporcionaram uma faixa estreita de temperaturas altas para os ácaros (> 30 a 36°C). Já penas coletadas em dias frios (< 23°C) forneceram uma faixa de temperatura mais ampla no hospedeiro para os parasitos ocuparem (13 a 35°C). Nestas condições de ampla faixa de temperatura, os autores verificaram que a zona de temperatura na pena ocupada por todos os estágios de *O. sylviarum* foi em média de 28 a 29°C. Portanto, observou-se que os ácaros se movem para ocupar condições de temperatura favoráveis no hospedeiro, mas quando distantes da inserção das penas e sob estresse térmico, eles se deslocam para fora das aves (De La Riva et al., 2015).

Além da temperatura e da URA, outros fatores ambientais também parecem influenciar diretamente nesta acariose. Segundo Hall et al. (1978a), os níveis de infestação determinados pelo parasito são inversamente proporcionais aos níveis de estresse sofrido pelas aves. Eles relataram que aves mantidas sob níveis de estresse social mais alto (três aves por gaiola) mantêm um grau de infestação mais baixo enquanto que aves mantidas sob baixos níveis de estresse social (uma ave por gaiola) apresentam infestações mais altas. Isso também foi observado por Hall et al. (1979) em galos, os quais apresentaram um aumento na resistência ao parasito quando mantidos sob altos níveis de interação social (estresse). Os autores verificaram que os galos mantidos no sistema de elevado estresse (sete por gaiola) apresentaram uma população média do ácaro aproximadamente 95 vezes menor que àquela dos galos mantidos no sistema de baixo estresse (um por gaiola). Neste trabalho, também verificou-se que as administrações de 15 ppm de corticosterona ou de 30 ppm de desoxicorticosterona na ração promoveram as taxas mais efetivas de resistência ao ácaro e que amostras de pele da região dorsal imediatamente anterior à cloaca das aves altamente infestadas apresentavam um número maior de capilares por unidade de área quando comparadas com as aves menos infestadas (mais resistentes). Isso foi demonstrado primariamente nas aves em que resistência foi induzida via terapia com esteroides. Sendo assim, os pesquisadores acreditam que os níveis elevados de esteróides da adrenal levariam à redução do número de capilares da superfície da pele das aves e isso poderia afetar a capacidade do parasito de realizar repastos sanguíneos satisfatórios ou poderia induzir gradientes sutis de temperatura aos quais os ácaros seriam sensíveis e, desta forma, haveria redução na intensidade das infestações. Em 1983, Arthur e Axtell também sugeriram a hipótese de que o estresse social influenciaria no desenvolvimento das populações de *O. sylviarum*, ou seja, quanto maior o estresse social maior seria a resistência da ave.

Outro fator ambiental relacionado à epidemiologia deste ácaro é a presença de outros hospedeiros. Cunha (2013) relatou que as presenças das aves sinantrópicas garça vaqueira (*Bubulcus ibis*) e canário da terra (*Sicalis flaveola*) ao redor dos galpões assim como de galinhas de subsistência nas proximidades foram consideradas características predisponentes para a ocorrência de *O. sylviarum* em galpões de granjas comerciais de poedeiras do estado de Minas Gerais. Verificou-se que nas granjas onde havia a presença da garça vaqueira, galinhas de subsistência nas proximidades e canário da terra, as chances de ocorrência do ácaro foram 72, 25 e seis vezes maior, respectivamente quando comparadas com granjas onde não havia a presença destas aves. Além destes hospedeiros, a presença de ratazanas (*Rattus norvegicus*) nos sistemas de produção também foi considerada um fator predisponente para a ocorrência do ácaro, sendo que, neste caso, a chance de ocorrência foi aproximadamente 71 vezes maior (Cunha, 2013). Além do fator ambiental, nesse trabalho, o autor também constatou que granjas localizadas em determinadas Coordenadorias Regionais do IMA também tinham mais chances de ocorrência de *O. sylviarum*. Foi o caso das granjas localizadas na Coordenadoria Regional de Oliveira, as quais apresentaram uma chance de ocorrência do parasito 3,23 vezes maior que granjas não localizadas nesta coordenadoria.

3.4 - Sensibilidade de *O. sylviarum* a acaricidas químicos

Hall et al. (1978b), verificaram ao avaliar a efetividade de acaricidas fosforados, carbamatos e piretroides, tanto em laboratório quanto em testes de campo no estado da Virginia, EUA, que o carbaril foi o composto mais tóxico para *O. sylviarum* laboratorialmente e que os piretroides promoveram um controle efetivo do parasito quando aplicados nas aves. Neste trabalho, os autores também relataram a resistência de amostras do ácaro ao malation.

Posteriormente, no estado da Carolina do Norte, EUA, Arthur e Axtell (1983) avaliaram a susceptibilidade de amostras do ácaro provenientes de seis granjas frente a cinco acaricidas (permetrina, tetraclorvinfós, carbaril, coumafós e malation). Todos os acaricidas, com exceção do malation, foram altamente tóxicos para *O. sylviarum*. Os valores das DL₅₀ foram de 0,53 ppm, 4,06 ppm, 4,11 ppm e 5,04 ppm para permetrina, tetraclorvinfós, carbaril e coumafós, respectivamente. Para o malation, evidenciou-se resistência de amostras do ácaro oriundas de alguns lotes de aves já que concentrações de 500 ppm do composto causaram baixas mortalidades ($\leq 20\%$).

Em 1988, Crystal e DeMilo verificaram, ao avaliar a susceptibilidade do ácaro frente a 15 acaricidas, que três compostos organofosforados (monocrotofós, cytioate e famfur) foram muito mais tóxicos e efetivos no combate ao parasito que o carbaril que era o pesticida mais comumente utilizado nos sistemas avícolas dos EUA naquele momento. As DL₅₀ foram de 0,038, 0,070 e 0,091 g/cm² para monocrotofós, cytioate e famfur, respectivamente. Já a DL₅₀ do carbaril foi de 0,32 g/cm². Dos três piretroides avaliados, a permetrina apresentou-se como a mais tóxica para o ácaro, enquanto que a resmetrina e a bifenate foram os compostos menos efetivos de todos que foram testados.

A sensibilidade *in vitro* de *O. sylviarum* frente a acaricidas fosforados, piretróides e amidinas foi avaliada no Brasil por Hamann (1990). A mortalidade de 100% dos ácaros foi alcançada com 75 ppm de DDVP (DL₅₀ 32,04 ppm), 20 ppm de clorpirifós (DL₅₀ 5,35 ppm), 150 ppm de alfametrina (DL₅₀ 58,75 ppm), 900 ppm de flumetrina (DL₅₀ 81,17 ppm), 50 ppm de DDVP associado com alfametrina (DL₅₀ 13,69 ppm) e 750 ppm de amitraz (DL₅₀ 77,92 ppm). Portanto, verificou-se maior sensibilidade de *O. sylviarum* aos produtos fosforados do que aos piretroides.

Em 1991, Fletcher e Axtell realizaram um trabalho semelhante nos EUA ao avaliar a susceptibilidade do ácaro das aves do norte a diferentes acaricidas. As DL₉₀ dos acaricidas após 24 horas de exposição dos ácaros foram de: 13,1 ppm para bendiocarb, 14,5 ppm para tetraclorvinfós, 15 ppm para carbaril, 18,3 ppm para metil pirimifós, 23,1 ppm para permetrina, 80,7 ppm para lambda cialotrina, 252,8 ppm para diclorvós, 238,4 ppm para malation, 6.741 ppm para amitraz e mais de 10.000 ppm para fenvalerato, ou seja, o bendiocarb foi o produto mais tóxico para *O. sylviarum*. Após 48 horas de exposição, as DL₉₀ da lambda cialotrina e do amitraz reduziram para 7,6 ppm e 12,3 ppm, respectivamente. Portanto, a lambda cialotrina foi a base à qual o parasito apresentou maior sensibilidade após as 48 horas. De modo geral, considerando a DL₉₀ após 48 horas de exposição, todos os acaricidas foram classificados como de alta toxicidade para o ácaro, com exceção do diclorvós, malation e fenvalerato considerados como de baixa toxicidade.

3.5 - Métodos de Controle

Desde o início do século passado, quando muitos compostos químicos foram desenvolvidos, vários produtos à base de organoclorados, organofosforados, carbamatos e piretróides vêm sendo utilizados no controle de *O. sylviarum*. Neste sentido, existem muitos trabalhos que avaliaram a eficácia de diferentes compostos, concentrações e formas de aplicação no combate ao ácaro. Hall et al. (1975) verificaram que o clordimeforme foi tão efetivo quanto o estirifós, proporcionando um controle do parasito por 63 dias após o tratamento quando utilizado na forma de pulverização sob alta pressão. Posteriormente, em 1980, Hall et al. avaliaram quatro acaricidas registrados nos EUA para o combate ao *O. sylviarum* e verificaram uma duração média do controle de cinco, 4,3, 3,5 e duas semanas para carbaril, tetraclorvinfós, coumafós e malation, respectivamente quando os mesmos foram pulverizados em galinhas de postura.

A eficácia dos piretróides sintéticos permetrina e fenvalerato foi avaliada para o controle de *O. sylviarum* em galinhas de postura. Ambos os compostos, pulverizados sob alta pressão, apresentaram-se efetivos nas concentrações de 0,025 e 0,05% por 56 dias (Willians e Berry, 1980).

A utilização da permetrina em pó e nas concentrações de 0,25 e 5% foi avaliada e sua eficácia comparada com a dos acaricidas carbaril e amitraz na forma de spray. Verificou-se que aves mantidas sob contínua pressão de infestação e tratadas com permetrina em pó não apresentaram ácaros por sete semanas enquanto para aquelas tratadas com permetrina spray a 0,5%, este período foi de quatro semanas. O carbaril e o amitraz a 0,5% spray foram tão efetivos quanto a permetrina spray na mesma concentração, no entanto, a proteção conferida por eles não foi tão longa quanto a do piretróide (Collison et al., 1981).

Em 1982, DeVaney et al. avaliaram a eficácia de alguns acaricidas em uso nos EUA como stírifós, carbaril, malation e da associação de tetraclorvinfós com diclorvós por meio da submersão de galinhas infestadas em soluções aquosas destas substâncias. Os autores verificaram que o tratamento realizado com malathion promoveu o controle contra repetidas reinfestações pelo ácaro por no máximo quatro semanas. Para os tratamentos realizados com carbaril e estírifós houve um controle completo por pelo menos seis semanas. Já a associação de tetraclorvinfós com diclorvós causou intoxicação e morte de algumas aves. Por outro lado, no mesmo ano, Arthur e Axtell demonstraram que a permetrina na concentração de 0,05% e no volume de 40 mL por ave foi mais efetiva que tetraclorvinfós, carbaril e a associação de tetraclorvinfós com diclorvós no controle das infestações ocasionadas pelo parasito,

proporcionando um controle eficaz por pelos menos nove semanas. Em concentrações maiores (0,6%) e volumes menores (2,5 mL) o piretróide também mostrou-se eficaz.

A impregnação de tiras plásticas com permetrina em diferentes concentrações também foi avaliada como método de controle de *O. sylviarum*. A utilização de duas tiras por gaiola fixadas no teto e impregnadas com permetrina a 9,6% promoveu o controle por 77 dias. Os autores verificaram também um aumento significativo na massa de ovo (grama de ovo/galinha/dia) em todos os grupos tratados (Hall et al., 1983). Também em 1983, Miles Jones e Kissam verificaram que a utilização de duas ou quatro tiras plásticas por gaiola fixadas no piso das mesmas e impregnadas com permetrina a 10% mostrou-se eficaz por 19 semanas no controle das infestações.

A efetividade de acaricidas à base de permetrina, tetraclorvinfós e carbaril, nas formas de spray ou pó, foi avaliada em dois estudos de campo em diferentes granjas do estado da Califórnia, EUA. Verificou-se no primeiro estudo que o acaricida à base de permetrina (0,05%) e na forma de spray promoveu um excelente controle do ácaro. Já o uso dos acaricidas à base de tetraclorvinfós (0,5%) e carbaril (0,5%) na forma de spray e do à base de permetrina na forma de pó resultou em um controle insignificante de *O. sylviarum*. No segundo ensaio, o uso do tetraclorvinfós spray (0,5%) foi efetivo enquanto que o do carbaril (0,5%) mostrou-se novamente inefetivo. Portanto, os autores sugeriram neste trabalho a resistência do ácaro ao carbaril (Mckeen et al., 1983).

A instalação de circuitos de tubos de vinil nas gaiolas de poedeiras, na forma de tubos curvados suspensos ou tubos entrelaçados na parede das gaiolas e preenchidos com um concentrado emulsionável de permetrina a 42,5% determinou reduções significativas estáveis na população de *O. sylviarum* em galinhas após 69 dias pós tratamento. Além disso, todos os grupos tratados mantiveram infestações menores e significativas até o fim do experimento, aos 124 dias (Hall et al., 1984).

Apesar das vantagens potenciais que o controle sistêmico de *O. sylviarum* poderia apresentar como assegurar o tratamento individual da ave, reduzir os custos com o trabalho, reduzir a contaminação ambiental entre outras, estudos realizados com diferentes substâncias administradas na alimentação das galinhas revelaram ausência de atividade destes compostos contra o ácaro. Foram avaliadas as atividades sistêmicas de alguns pesticidas (coumafós, famfur, crufomato, ronnel e fosmet) registrados para uso em bovinos nos EUA, anticoccidiostáticos, assim como a bacitracina de zinco, algumas avermectinas e o análogo de hormônio de crescimento diflubenzuron. Nenhuma destas substâncias foi capaz de promover o controle sistêmico do ácaro das aves do norte (DeVaney, 1985).

A efetividade de alguns acaricidas contra infestações naturais de *O. sylviarum* foi avaliada mais recentemente por Yazwinski et al. (2005) no estado de Arkansas – EUA. Foram realizados dois tratamentos nos dias 0 e 14 e o período de avaliação foi de 28 dias. Entre os acaricidas avaliados, a associação de tetraclorvinfós com diclorvós, utilizada na forma de spray e no volume de 30 mL por ave foi a mais efetiva e a que levou à redução mais pronunciada no número dos estágios de vida do ácaro. O malation na forma de pó a 5% promoveu redução significativa na população de ácaros, porém, após o tratamento, o ressurgimento do parasito pareceu ser considerável. Por fim, a permetrina utilizada na forma de spray e no volume de 15 mL por ave não levou a reduções significativas após o segundo tratamento (dia 14). Os autores

relataram também que em nenhuma das aves dos grupos tratados houve a eliminação completa dos ácaros.

A utilização experimental de uma solução oleosa de lambda cialotrina promoveu o controle completo de *O. sylviarum* em aves infestadas por pelo menos seis semanas (Pan et al., 2009). Segundo esses autores, esta formulação tem potencial para tornar-se um método eficaz e seguro para o controle do ácaro já que uma solução oleosa de pesticida possui uma afinidade maior pelas penas das aves podendo permanecer nelas por um período mais longo e sendo eficaz por mais tempo. No entanto, os autores ressaltam que a aplicação desta formulação nas aves é trabalhosa e que os efeitos sobre os parâmetros de produção assim como os possíveis resíduos nos ovos precisam ser determinados e avaliados de forma mais detalhada antes da utilização dessa formulação em larga escala.

A fumigação é descrita na literatura como um método para o combate ao parasito em objetos inanimados (caixas de ovos e caixas de papelão). Esta técnica quando apropriadamente realizada com brometo de metila, elimina todos os estádios do ácaro em 12 horas se a temperatura for maior ou igual a 10°C (Beerwinkle e DeVaney, 1983; DeVaney e Beerwinkle, 1983).

Apesar de o controle químico ser o método mais comumente utilizado para o combate ao ácaro nas granjas de postura, alguns métodos alternativos de controle já foram avaliados. Uma técnica avaliada em laboratório por DeVaney e Beerwinkle (1980b) para o controle deste parasito foi o corte das penas da região da cloaca. Segundo os autores, é possível manter as infestações abaixo do nível considerado importante do ponto de vista econômico (menos de 100 ácaros/ave) ao deixar as penas desta região com um comprimento entre dois a três milímetros.

Segundo DeVaney (1985), a utilização da temperatura seria uma opção viável para o controle do parasito em objetos inanimados (caixas de ovos e caixas de papelão) em locais onde os custos energéticos não fossem proibitivos. Segundo DeVaney e Beerwinkle (1980a), o calor seco controlaria os ácaros se a temperatura e a URA fossem altas ou baixas por um período de tempo suficiente. Sob a temperatura de 38°C, observou-se que a mortalidade de 100% dos ácaros ocorreu em três dias, enquanto temperaturas acima de 40°C causaram 100% de mortalidade em poucas horas.

A utilização de extratos oleosos de plantas representa mais uma alternativa para o controle de *O. sylviarum*. O óleo de alho a 10% foi utilizado na forma de spray e na taxa de 22,5 mL por ave para o tratamento de aves infestadas pelo ácaro e promoveu uma redução significativa na população de ácaros. Porém, após o tratamento o ressurgimento do parasito parece ser considerável (Yazwinski et al., 2005).

No Brasil, Soares et al. (2008) verificaram que a realização de três tratamentos com intervalos semanais entre eles, utilizando extrato de nim (*Azadirachta indica*) a 2%, promoveu o controle efetivo do ácaro já que houve 100% de mortalidade 21 dias após o primeiro tratamento e esta condição manteve-se até o final do experimento aos 84 dias.

Recentemente, formulações líquidas de terra diatomácea, caulim, enxofre, azadiractina (substância extraída do nim) e de *Beauveria bassiana* (fungo entomopatogênico) foram avaliadas no controle de *O. sylviarum* em poedeiras mantidas em gaiolas. O enxofre em alta concentração (5,3%) foi a formulação que apresentou a melhor efetividade ao promover o

controle dos ácaros por oito a dez semanas. Em baixa concentração (0,9%), este período de controle caiu para quatro a cinco semanas. A azadiractina a 0,06% não eliminou completamente os ácaros, mas ocasionou a redução da população por aproximadamente quatro semanas. O caulim e a terra diatomácea utilizados na concentração de 12% e em duas aplicações semanais consecutivas promoveram o controle do parasito por duas a três semanas e por menos de duas semanas, respectivamente. O pior desempenho foi apresentado pela formulação de *Beauveria bassiana* (1×10^8 conídios/mL) que controlou o ácaro por apenas uma semana (Mullens et al., 2012).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 - Granjas

Para a realização dos estudos ou acompanhamentos da dinâmica populacional de *O. sylviarum* foram selecionadas, por conveniência, duas granjas de avicultura de postura localizadas na região Centro-Oeste de Minas Gerais. As granjas eram de médio porte com uma população variando entre 30.000 e 55.000 aves. Os galpões eram do tipo californiano com estrutura em metal e madeira, cobertura de telha, laterais abertas e dimensões de 70m x 8m, 78m x 8m, 82m x 8m e 102m x 8m de comprimento e largura, respectivamente. O sistema de criação das aves era em gaiolas metálicas sendo que estas gaiolas estavam dispostas em dois níveis e duas filas. Essas filas eram separadas por um corredor central. As gaiolas possuíam dimensões de 25cm x 45cm x 45cm e 33cm x 45cm x 45cm de largura, comprimento e altura, respectivamente. As galinhas eram debicadas e a densidade variava de três a sete aves por gaiola. Os bebedouros eram do tipo *nipple* e os comedouros eram de madeira sendo que o acesso à água e à ração era contínuo e as aves eram mantidas sob um fotoperíodo de 16 horas de luz : 8 horas de escuro. O fornecimento da ração, a coleta dos ovos e a remoção do esterco acumulado embaixo das gaiolas eram realizados manualmente pelos funcionários. Ambas as granjas possuíam histórico de infestação por *O. sylviarum*. A confirmação e identificação dessa espécie foram feitas utilizando a chave de caracterização morfológica de Faccini (1987) após a confecção de lâminas para microscopia óptica. Para isto, os ácaros foram colocados em lâminas contendo solução de lactofenol para a clarificação. Após este procedimento, os espécimes foram retirados e imersos em álcool 70% por 24 horas e posteriormente, realizou-se a montagem em meio de Hoyer (Flechtmann, 1975; Krantz, 1978). O presente trabalho foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais da UFMG – CEUA/UFMG (protocolo 74/2013).

4.2 - Ensaio para calibração da técnica de monitoramento de *O. sylviarum*

Entre os meses de março e junho de 2013 foi realizado um ensaio para calibração da técnica de monitoramento de *O. sylviarum* nas granjas de avicultura de postura selecionadas para a realização dos estudos. Os objetivos deste ensaio foram promover o treinamento dos observadores, determinar a acurácia do exame visual de escore como técnica de monitoramento da intensidade de infestação de galinhas poedeiras por *O. sylviarum* por meio da correlação entre este exame e o exame de digestão das penas assim como determinar a concordância entre os observadores no exame visual e também entre os exames visual e de digestão de penas realizados por cada observador. O monitoramento da intensidade de infestação por *O. sylviarum* pode ser realizado através do exame visual, por observadores treinados, da região imediatamente anterior à cloaca da ave (uma área de aproximadamente seis cm de diâmetro ou 20 a 24 cm² de área) (Lemke et al., 1988). Para isso, utiliza-se algum sistema de escore de infestação. No presente trabalho foi utilizado o sistema desenvolvido por Arthur e Axtell (1983) que considera 0 = não visualização de ácaros; 1 = 1-10 ácaros; 2 = 11-50 ácaros; 3 = 51-100

ácaros; 4 = 101-500 ácaros; 5 = 501-1.000 ácaros; 6 = 1.001-10.000 ácaros; 7 = > 10.000 ácaros (Anexo 1). Outra técnica de monitoramento utilizada é o exame de digestão de penas coletadas da região mencionada anteriormente em hidróxido de potássio (KOH) (Mullens et al., 2000; Yazwinski et al., 2005). Desta forma, foi realizado o exame visual da região imediatamente anterior à cloaca de 15 aves por dois observadores separadamente, os quais atribuíram um escore para a infestação de cada ave. Após a realização do exame visual pelos dois observadores, foram coletadas da região examinada três penas representativas da infestação. Estas penas foram colocadas em sacos plásticos que foram hermeticamente fechados e encaminhados para o Laboratório de Doenças Parasitárias da Escola de Veterinária da UFMG para a realização do exame de digestão das penas em solução de KOH a 10% conforme método semelhante aos descritos por Mullens et al. (2000) e Yazwinski et al. (2005).

4.3 – Primeiro acompanhamento da dinâmica populacional de *O. sylviarum*

4.3.1 - Monitoramento de *O. sylviarum*

O primeiro acompanhamento da dinâmica populacional de *O. sylviarum* teve duração de 13 meses e foi realizado entre agosto de 2013 e agosto de 2014. O monitoramento da população de *O. sylviarum* foi realizado a cada quatro semanas em cada uma das granjas de forma semelhante à descrita por Axtell e Arends (1990), ou seja, a cada duas semanas uma das granjas era visitada. A avaliação da densidade populacional do ácaro foi realizada em galpões das duas granjas sendo que em cada galpão foram escolhidas e amostradas 30 galinhas, o que está de acordo com a recomendação de Rutz (1981) de 0,1 a 0,2% do tamanho do lote. Estas aves foram identificadas por meio de anilhas numeradas. Desta forma, as galinhas foram retiradas das gaiolas a cada quatro semanas para a realização do exame visual da região imediatamente anterior à cloaca da ave (uma área de aproximadamente seis cm de diâmetro ou 20 a 24 cm² de área) (Lemke et al., 1988). O número de ácaros foi estimado utilizando-se o sistema de escore de infestação descrito anteriormente. As galinhas foram avaliadas pelos mesmos observadores, os quais realizaram a limpeza das mãos ou a troca das luvas descartáveis entre as avaliações a fim de reduzir a possibilidade de transferência de ácaros assim como descrito por Mullens et al. (2009). Os escores atribuídos pelos observadores às aves de cada galpão e de cada granja foram anotados em fichas individuais de monitoramento durante cada visita (Anexo 2). As temperaturas médias, máximas e mínimas assim como as URA médias, máximas e mínimas foram mensuradas em cada galpão durante as visitas às granjas por meio de termo-higrômetros⁴ digitais e registradas nos formulários de monitoramento.

4.4 – Avaliação da sensibilidade *in vitro* de *O. sylviarum* a acaricidas químicos

A avaliação da sensibilidade *in vitro* de *O. sylviarum* foi realizada no Laboratório de Doenças Parasitárias da Escola de Veterinária da UFMG entre janeiro e março de 2015. As amostras do ácaro foram coletadas nas duas granjas de postura localizadas na região Centro-Oeste de Minas Gerais. Foram coletadas penas da região imediatamente anterior à cloaca de aves infestadas de diferentes galpões das granjas e contendo os diferentes estádios de vida do parasito. Estas penas foram acondicionadas em recipientes de vidro que foram fechados e lacrados com fita adesiva para evitar o escape dos ácaros e encaminhados ao Laboratório de Doenças Parasitárias onde

⁴ Incoterm: 7663.02.0.00

procedeu-se às análises de acordo com método semelhante aos descritos por Hamann (1990), Sillos (2002) e Domingues (2011).

Foram avaliados três produtos comerciais, sendo dois deles à base de cipermetrina (produtos 1 e 3) e um à base de uma associação de cipermetrina e clorpirifós (produto 2). A escolha dos produtos utilizados nos testes foi feita considerando-se a cipermetrina que é uma base acaricida indicada para o combate ao *O. sylviarum* em aves segundo o SINDAN assim como os produtos disponíveis e encontrados no mercado e que poderiam ser diluídos para realização dos testes e também utilizados na forma de pulverização nas granjas.

4.4.1 - Preparação dos papéis de filtro impregnados com acaricidas químicos

Para determinar quais concentrações dos produtos seriam avaliadas foram feitos cálculos que consideraram a concentração dos produtos, o volume total da solução e a concentração recomendada para uso pelos fabricantes. Levando-se em consideração o número total de 10 concentrações que foram testadas e a concentração recomendada para uso, foram realizadas diluições seriadas em água destilada obtendo-se as concentrações de 10%, 0,016%, 0,008%, 0,004%, 0,002%, 0,001%, 0,0005%, 0,00025%, 0,000125%, 0,0% para o produto 1, de 15%, 0,03%, 0,015%, 0,0075%, 0,00375%, 0,001875%, 0,0009375%, 0,00046875%, 0,000234375%, 0,0% para a cipermetrina e de 25%, 0,05%, 0,025%, 0,0125%, 0,00625%, 0,003125%, 0,0015625%, 0,00078125%, 0,000390625%, 0,0% para o clorpirifós do produto 2 e de 15%, 0,024%, 0,012%, 0,006%, 0,003%, 0,0015%, 0,00075%, 0,000375%, 0,0001875%, 0,0% para o produto 3. As concentrações de 10% para o produto 1, de 15 % e 25% para o produto 2 e de 15% para o produto 3 correspondem ao produto puro. Já a concentração de 0,0% corresponde ao controle, para o qual foi utilizada a água destilada. Com relação às concentrações recomendadas para uso pelos fabricantes, estas são de 0,1% para o produto 1, 0,1875% para a cipermetrina e 0,3125% para o clorpirifós do produto 2 e de 0,15% para o produto 3. Foram testadas 10 concentrações, pois esta faixa ou número possibilitou avaliar a concentração recomendada para uso, assim como concentrações menores e maiores além do produto puro e do controle.

Papéis de filtro Whatmann nº 1 (8,0 x 8,0 cm) foram distribuídos sob uma bancada forrada com papel alumínio e impregnados com 0,6 ml de cada solução/concentração, além do controle (somente água destilada) (Figura 1). Após a impregnação, os papéis permaneceram à temperatura ambiente por 2 horas para secagem. Após esse período, os papéis foram dobrados ao meio e suas extremidades laterais foram vedadas utilizando fita adesiva transparente⁵ para evitar o escape dos ácaros. A extremidade superior de cada papel filtro foi vedada com fita logo após a colocação dos ácaros. Foram realizadas duas repetições para cada concentração/produto/granja e colocado um número mínimo de 20 ácaros em cada envelope de papel filtro. Para isso, os frascos contendo os ácaros oriundos de cada granja foram colocados separadamente dentro de uma cuba contendo uma solução de dois centímetros de água e sabão e abertos. Com o auxílio de uma tesoura, pinça e um pincel⁶, as penas foram cortadas em pedaços que continham pelo menos 20 parasitos e estes pedaços foram colocados no interior dos envelopes que foram imediatamente fechados com fita adesiva. Os envelopes permaneceram de 24 a 36 horas em temperatura ambiente sob a bancada antes da realização da leitura da mortalidade. Após este período, foi realizada a contagem do número de ácaros vivos e mortos

⁵ 3M - 5802

⁶ Tigre nº 8 amarelo

com o auxílio de microscópio estereoscópico⁷ (Figura 1) e de uma bomba de vácuo⁸. Ácaros incapazes de se locomover foram considerados mortos.

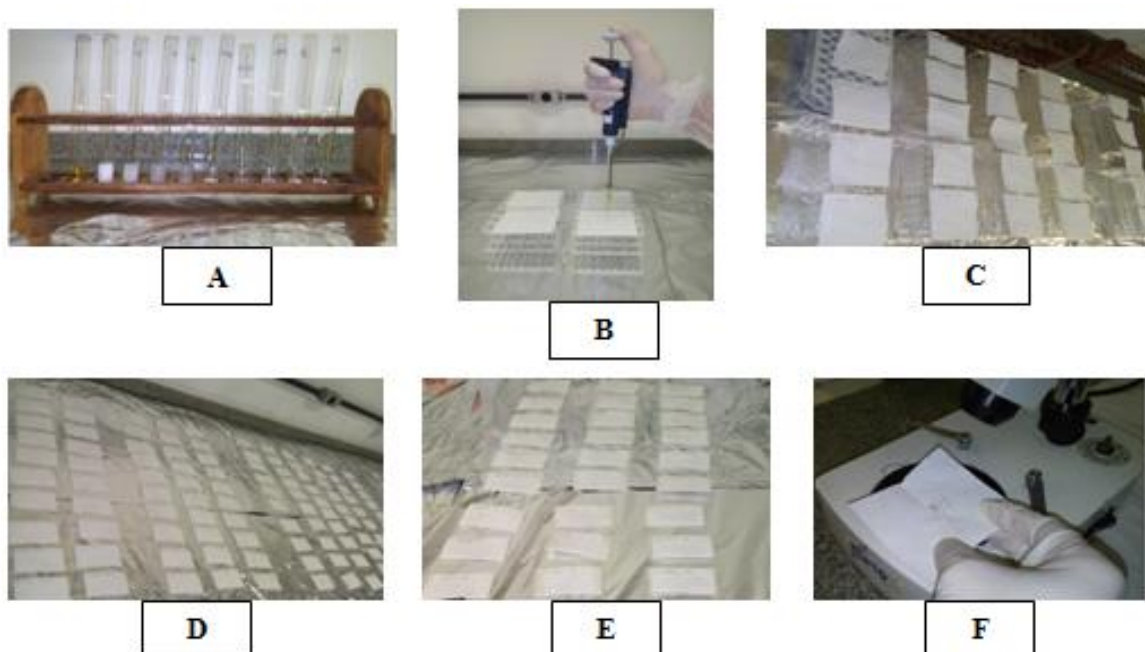


Figura 1: Fotografias das etapas de realização dos testes de sensibilidade de *O. sylviarum* aos produtos acaricidas (Laboratório de Doenças Parasitárias, DMVP, EV-UFMG). A: diluição dos produtos; B e C: impregnação dos papéis de filtro; D e E: exposição dos ácaros aos acaricidas; F: leitura da mortalidade em microscópio óptico estereoscópico.

4.5 - Segundo acompanhamento da dinâmica populacional e controle químico estratégico de *O. sylviarum*

O segundo acompanhamento ou estudo da dinâmica populacional de *O. sylviarum* teve duração de 12 meses e foi realizado entre janeiro e dezembro de 2015. O monitoramento da população de *O. sylviarum* foi feito da mesma forma conforme descrito no subtópico 4.3.1, com exceção do número de aves escolhidas e amostradas em cada galpão, que neste segundo estudo foi de 20 galinhas, o que também está de acordo com a recomendação de Rutz (1981).

Paralelamente ao segundo acompanhamento da dinâmica populacional de *O. sylviarum* foi realizado o controle estratégico do ácaro nas duas granjas comerciais de postura localizadas na região Centro-Oeste de Minas Gerais. O controle foi executado nos períodos onde verificou-se, durante o primeiro estudo da dinâmica, o aumento mais acentuado na intensidade de infestação, ou seja, na porcentagem de aves com escores de infestação mais altos. Estes períodos corresponderam aos meses de maio a julho e de outubro a dezembro. No entanto, devido aos maiores índices de URA observados em março de 2015 e não em abril conforme verificado em 2014 e também ao aumento da intensidade de infestação das aves, decidiu-se por realizar um

⁷Coleman - XTB-2B

⁸ Primar 141/2VC

tratamento tático em abril de 2015, anterior ao período de controle estratégico. Esse tratamento tático foi realizado apenas em dois galpões de cada uma das granjas. Como critério para a realização dos tratamentos, adotou-se como ponto de corte o escore ≥ 3 . Para a escolha do produto utilizado no controle do parasito adotou-se como critério os resultados obtidos nos testes de sensibilidade. Desta forma, o produto escolhido e utilizado foi o produto 2 à base de cipermetrina e clorpirifós, que foi o único que demonstrou-se eficiente nos testes de sensibilidade realizados previamente já que suas DL_{95} foram inferiores à concentração recomendada para uso pelo fabricante. Sendo assim, durante os meses de maio a julho e de outubro a dezembro foram realizadas visitas semanais a quinzenais para avaliar a infestação nos galpões das granjas e assim verificar a necessidade ou não do tratamento. Verificada a necessidade de tratamento, o mesmo foi realizado em todas as aves do galpão e repetido mais uma vez com o intervalo de uma semana. Considerando os tratamentos realizados em abril de 2015 e aqueles realizados durante os períodos de controle estratégico foram tratados quatro dos cinco galpões da granja A e três dos cinco galpões avaliados na granja B. Já com relação aos tratamentos realizados durante os períodos de controle estratégico foram feitos entre os meses de maio a julho de 2015, 14 e 12 tratamentos na granja A e B, respectivamente considerando as repetições, enquanto que entre os meses de outubro e dezembro de 2015 foram realizados 10 e dois tratamentos na granja A e B, respectivamente. Foram utilizados dois métodos para a realização dos tratamentos: seringa de vacinação sem agulha aplicando a solução do produto diretamente e exclusivamente na região imediatamente anterior à cloaca das aves e pulverização da região pericloacal com bomba costal manual com capacidade de 20 litros. O método da seringa foi utilizado nos tratamentos realizados em abril de 2015 aplicando-se um volume de 2 mL por ave da solução do produto na concentração recomendada pelo fabricante. Esse método já era utilizado pelos granjeiros para combate ao parasito e foi, portanto, utilizado no controle tático. Entretanto, devido aos resultados observados e também ao custo-benefício, os tratamentos realizados posteriormente nos períodos de controle estratégico foram feitos utilizando o método de pulverização com bomba costal manual sendo que em cada ave foi aplicado um volume médio de 30 mL da solução do produto na concentração recomendada pelo fabricante.

4.6 - Análises Estatísticas

No ensaio para calibração da técnica de monitoramento de *O. sylviarum*, a avaliação da relação entre o exame visual de escore e o exame de digestão das penas foi realizada por meio do teste de correlação de Spearman e a concordância entre os observadores e os exames foi avaliada por meio do cálculo do coeficiente Kappa, considerando para as duas análises um valor de $p \leq 0,05$ como estatisticamente significativo (Sampaio, 2007).

Em relação aos estudos da dinâmica populacional de *O. sylviarum* foram realizadas análises descritivas dos dados. Para isso, foram utilizados gráficos de área para apresentar a flutuação nas frequências de aves com escores de 0 a 7 para infestação por *O. sylviarum* entre os meses de agosto de 2013 e agosto de 2014 nas granjas e também entre os meses de janeiro e dezembro de 2015. Além disso, foram calculadas as frequências de aves positivas em cada mês para cada escore definido como ponto de corte e determinadas as medianas assim como os primeiros e terceiros quartis⁹ para cada mês dos períodos avaliados (agosto de 2013 a agosto de 2014 e janeiro a dezembro de 2015) e para cada escore (1 a 7) determinado como ponto de corte (Medronho, 2009).

Além disso, para o primeiro acompanhamento da dinâmica populacional de *O. sylviarum* foi realizada uma triagem inicial das variáveis “ave”, “amplitude térmica”, “faixa de umidade” e “escores”, por meio da análise univariada de correlação de Spearman, para verificar qual(is) seria(m) significativa(s) ($p \leq 0,05$) e assim realizar posteriormente a análise de sobrevivência. A apresentação dos dados da análise de sobrevivência foi feita por meio da curva de Kaplan-Meier e a significância dos dados foi testada utilizando os testes de Wilcoxon, Peto-Peto e de Logrank ($p \leq 0,05$). Para verificar a associação das demais variáveis avaliadas no estudo (“ave”, “amplitude térmica” e “faixa de umidade”) com a probabilidade de ocorrência de cada escore em relação ao escore zero, foi construído um modelo logístico multinomial por meio da transformação logarítmica do modelo logit multinomial e, desta forma, obteve-se os RR, ou seja, os riscos relativos de se encontrar algum dos escores em relação ao escore zero. A análise do resíduo do modelo foi feita por meio da plotagem gráfica do resíduo e comparando-se os pontos com uma reta que representa a probabilidade dos valores terem distribuição normal. O ajuste do modelo final foi verificado empregando-se o teste de Qui-Quadrado de Pearson ($p \leq 0,05$). Todas as análises foram realizadas no programa Stata® 12.0 (Dohoo et al., 2003).

Para o segundo acompanhamento da dinâmica associado ao controle estratégico de *O. sylviarum*, realizou-se inicialmente uma triagem das variáveis avaliadas no estudo para verificar possíveis relações ou interações das mesmas em determinar escores ≥ 3 quando o controle estratégico foi realizado. A variável “idade da ave” não foi avaliada no presente estudo, pois houve perda de seguimento devido ao não fornecimento dos dados referentes a esta variável por uma das granjas. Além disso, Cunha (2013) verificou que a característica “idade da ave” não apresentou significância estatística e, portanto, a mesma não foi incluída no modelo definitivo que determinou os fatores predisponentes para a ocorrência de *O. sylviarum* em galpões de granjas comerciais de postura de Minas Gerais. Sendo assim, para as variáveis “faixa de umidade”, “amplitude térmica”, “umidade média” e “temperatura média” realizou-se uma análise univariada por meio do teste de correlação de Spearman ($p \leq 0,05$) para avaliar a relação destas variáveis com o controle estratégico. Para avaliar a relação das variáveis “granja” e “galpão” com a ocorrência de escores ≥ 3 , (infestações mais altas) foi realizado o teste de Mantel-Haenszel com estratificação de granja para galpão quanto de galpão para granja ($p \leq 0,05$) para o cálculo das OR. Para verificar a possível influência do controle estratégico na

⁹ Quartis (Q1, Q2 e Q3): são valores dados a partir de um conjunto de observações ordenado em ordem crescente, que dividem a distribuição em quatro partes iguais. O primeiro quartil, Q1, é o número que deixa 25% das observações abaixo e 75% acima, enquanto que o terceiro quartil, Q3, deixa 75% das observações abaixo e 25% acima. Já Q2 ou a mediana, deixa 50% das observações abaixo e 50% das observações acima. Disponível em <<http://www.portaaction.com.br/estatistica-basica/23-outras-estatisticas-descritivas>> Acesso em 27 de mar. 2016.

relação das variáveis “granja” e “galpão” com a ocorrência de escores ≥ 3 foi realizada uma regressão logística estratificada ($p \leq 0,05$). Para a variável “ave”, avaliou-se primeiramente a relação da mesma com as variáveis “escore” e “escores ≥ 3 ” por meio da análise univariada de correlação de Spearman ($p \leq 0,05$). Somado a isso, também foi realizada uma regressão logística pareada para verificar a possível influência da variável “ave” no controle estratégico. Para verificar se tratar (realizar o controle estratégico) foi diferente de não tratar (não realizar o controle estratégico) no que se refere à ocorrência de escores ≥ 3 e se tratar ou não influenciou na ocorrência de escores ≥ 3 em cada um dos 12 meses do ano foram feitas análises de Qui-Quadrado de Pearson ($p \leq 0,05$). Já as relações entre tratar e não tratar na ocorrência dos escores e entre tratar ou não na ocorrência dos escores em cada um dos 12 meses do ano foram avaliadas utilizando correlação de Spearman ($p \leq 0,05$). Após a realização destas avaliações preliminares e seleção das variáveis foram realizadas análises de sobrevida, cujas apresentações dos dados foram feitas por meio de curvas de Kaplan-Meier e as significâncias testadas utilizando os testes de Wilcoxon e de Logrank ($p \leq 0,05$). Todas as análises foram realizadas no programa Stata® 12.0 (Dohoo et al., 2003).

Para a avaliação da sensibilidade *in vitro* de *O. sylviarum* a acaricidas químicos foram contados os ácaros vivos e mortos. Os cálculos das DL₅₀ e DL₉₅ foram feitos pelo método de análise de Probit, segundo Scott (1997) usando as concentrações em mg. As análises foram realizadas no programa R® versão 3.1.2 e foram utilizados os pacotes ggplot2 (Wickham e Chang, 2007) e aod (Lesnoff e Lancelot, 2012). Para comparação dos modelos vazios com os modelos completos foi realizado o teste de ANOVA (Sampaio, 2007).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 – Ensaio para calibração da técnica de monitoramento de *O. sylviarum*

Os resultados do ensaio para calibração da técnica demonstraram uma alta correlação entre os escores atribuídos às mesmas aves pelos observadores 1 e 2 no exame visual ($r = 0,9614$, $p < 0,0001$). Somado a isso, também houve uma correlação alta entre os escores atribuídos às mesmas aves pelos observadores 1 e 2 no exame visual e o valor encontrado (score correspondente ao número de ácaros estimados) no exame de digestão das penas ($r_1 = 0,9682$, $r_2 = 0,9670$, $p < 0,0001$). Com relação à concordância, obteve-se um valor de $k = 0,6532$ ($p < 0,0001$) entre os observadores no exame visual de score e de $k_1 = 0,4857$ e $k_2 = 0,4101$ ($p < 0,001$) entre o exame visual e o exame de digestão de penas realizados pelos observadores 1 e 2, respectivamente. Esses valores de coeficiente Kappa encontrados correspondem a concordâncias moderada ($k = 0,41$ a $0,60$) e substancial ($k = 0,61$ a $0,80$) de acordo com Landis e Koch (1977). Portanto, baseado nestes resultados que demonstraram que o exame visual realizado pelos observadores possui uma boa acurácia e confiabilidade, optou-se por utilizar isoladamente esta técnica (exame visual de score) para o monitoramento da população de *O. sylviarum* nos estudos da dinâmica populacional deste parasito. Os resultados encontrados no presente ensaio foram semelhantes aos encontrados por Mullens et al. (2000) para a correlação entre os escores atribuídos no exame visual pelos observadores ($r = 0,895$ a $0,935$) e para a correlação entre os escores atribuídos no exame visual pelos observadores e o valor encontrado no exame de digestão das penas ($r = 0,823$ a $0,88$). Os resultados do presente ensaio para a correlação entre o exame visual de score e o exame de digestão das penas também foram semelhantes aos encontrados por Mullens et al. (2009) ($r = 0,82-0,88$) que também utilizaram

apenas o exame visual ao avaliar as mudanças temporais na distribuição, intensidade e prevalência de *O. sylviarum* em sistemas comerciais de postura.

A técnica do exame visual, assim como outras técnicas, possui vantagens, desvantagens e limitações. Essa técnica é considerada como a forma mais fácil de acompanhar e avaliar as mudanças populacionais do parasito ao longo do tempo (Mullens et al., 2000). Além disso, ela pode ser considerada também como de maior praticidade quando comparada à técnica de digestão das penas já que essa última compreende todo o processamento *a posteriori* das amostras de penas, o qual demanda além dos materiais, um tempo considerável para a realização, principalmente se o número de amostras for grande. E, apesar de fornecer os dados de infestação das aves em números absolutos, a técnica de digestão das penas assim como a técnica do exame visual baseia-se em uma estimativa a partir do valor encontrado em uma ou mais penas representativas da infestação (Mullens et al., 2000; Yazwinski et al., 2005). Comparativamente com a técnica de monitoramento de *O. sylviarum* que utiliza um sistema de amostragem de ovos, a técnica do exame visual pode ser considerada mais sensível já que permite avaliar os diferentes níveis de infestação enquanto a primeira parece ser útil apenas para localizar altos níveis de infestação (Mullens et al., 2000), o que do ponto de vista do controle, não seria adequado e vantajoso já que o tratamento de aves altamente infestadas tende a ser menos eficaz (Mullens et al., 2009). Por outro lado, alguns autores relatam que há um aumento no erro da estimativa em altas densidades de infestação (Arthur e Axtell, 1982; Lemke e Collison, 1985), o que pode estar relacionado com o sistema de índice de escore utilizado. No entanto, o erro pode estar presente também na técnica de digestão que também se baseia em uma estimativa. E, justamente para minimizar esses erros é que foi realizado o treinamento prévio dos observadores e a avaliação da correlação e da concordância entre os observadores e as técnicas. Além disso, relata-se que para sistemas compostos por lotes com grande número de galinhas (> 100.000), esta técnica demandaria muito tempo para ser utilizada na rotina de monitoramento do ácaro (Mullens et al., 2000). No entanto, como as granjas avaliadas no presente estudo eram de médio porte com uma população total de aves variando entre 30.000 a 55.000 poedeiras e lotes compostos em média por 6.000 aves, isso não foi uma limitação. Essas granjas representam o perfil das granjas de avicultura de postura do estado de Minas Gerais que é composto em sua maioria por propriedades de médio porte, ou seja, propriedades com 25.001 a 250.000 poedeiras segundo Lot et al. (2005). Esse perfil das propriedades avícolas de postura em Minas Gerais também foi verificado por Cunha (2013).

5.2 - Primeiro acompanhamento da dinâmica populacional de *O. sylviarum*

5.2.1 Monitoramento de *O. sylviarum*

Os gráficos com os valores das médias das temperaturas médias, máximas e mínimas e das URA médias, máximas e mínimas obtidos nas granjas durante as visitas realizadas entre agosto de 2013 e agosto de 2014 estão apresentados nas figuras 2 e 3, respectivamente. Já os gráficos com as flutuações nas frequências de aves com escores de 0 a 7 para infestação por *O. sylviarum* entre os meses de agosto de 2013 e agosto de 2014 em ambas as granjas, na granja A e na granja B estão apresentados nas figuras 4, 5 e 6, respectivamente.

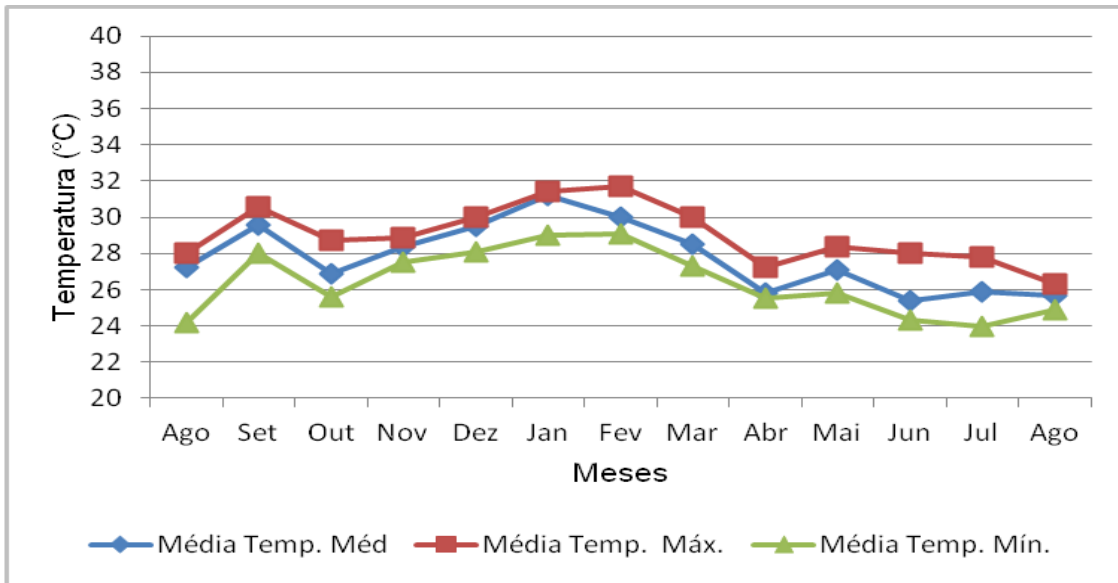


Figura 2: Gráfico com os valores das médias das temperaturas médias, máximas e mínimas obtidos durante as visitas às granjas da região Centro-Oeste de Minas Gerais entre agosto de 2013 e agosto de 2014.

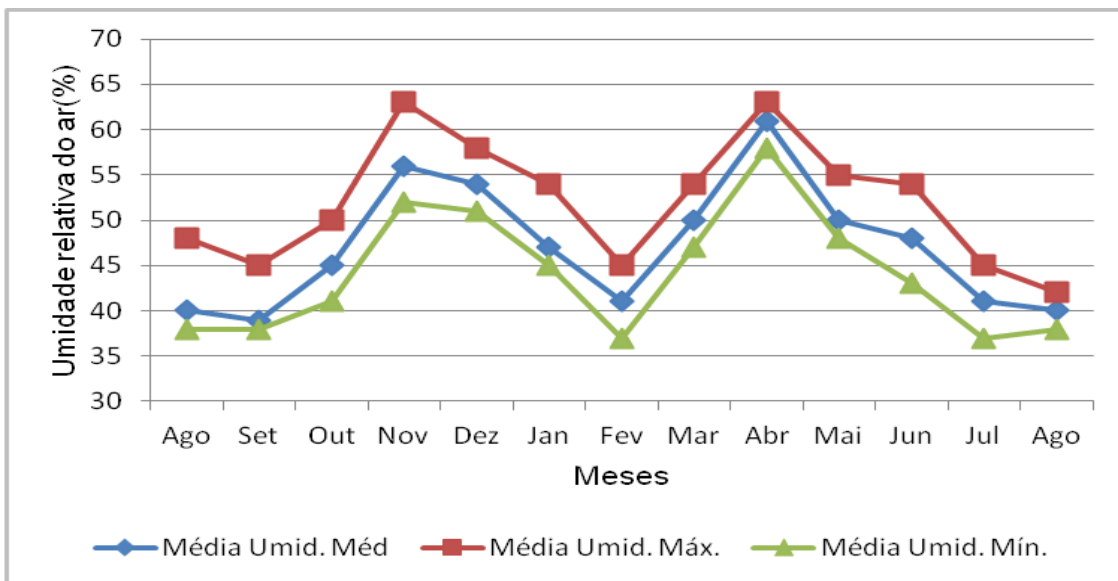


Figura 3: Gráfico com os valores das médias das URAs médias, máximas e mínimas obtidos durante as visitas às granjas da região Centro-Oeste de Minas Gerais entre agosto de 2013 e agosto de 2014.

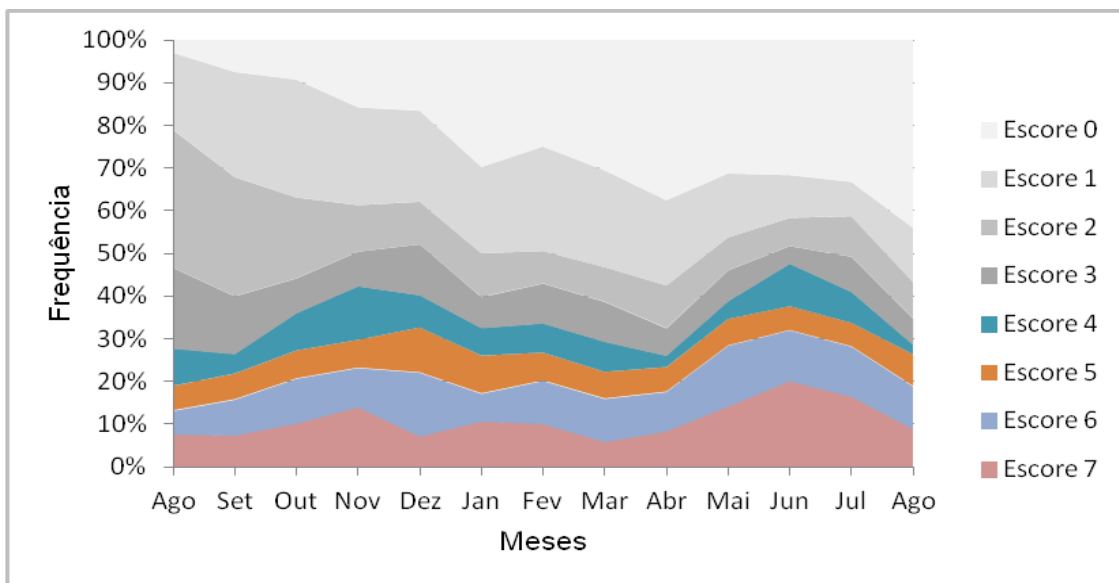


Figura 4: Gráfico com as frequências de aves com escores de 0 a 7 para infestação por *O. sylviarum* entre agosto de 2013 e agosto de 2014, considerando os dados obtidos nas duas granjas da região Centro-Oeste de Minas Gerais. Sistema de escore de Arthur e Axtell (1983): escore 0 = não visualização de ácaros; escore 1 = 1-10 ácaros; escore 2 = 11-50 ácaros; escore 3 = 51-100 ácaros; escore 4 = 101-500 ácaros; escore 5 = 501-1.000 ácaros; escore 6 = 1.001-10.000 ácaros; escore 7 = > 10.000 ácaros.

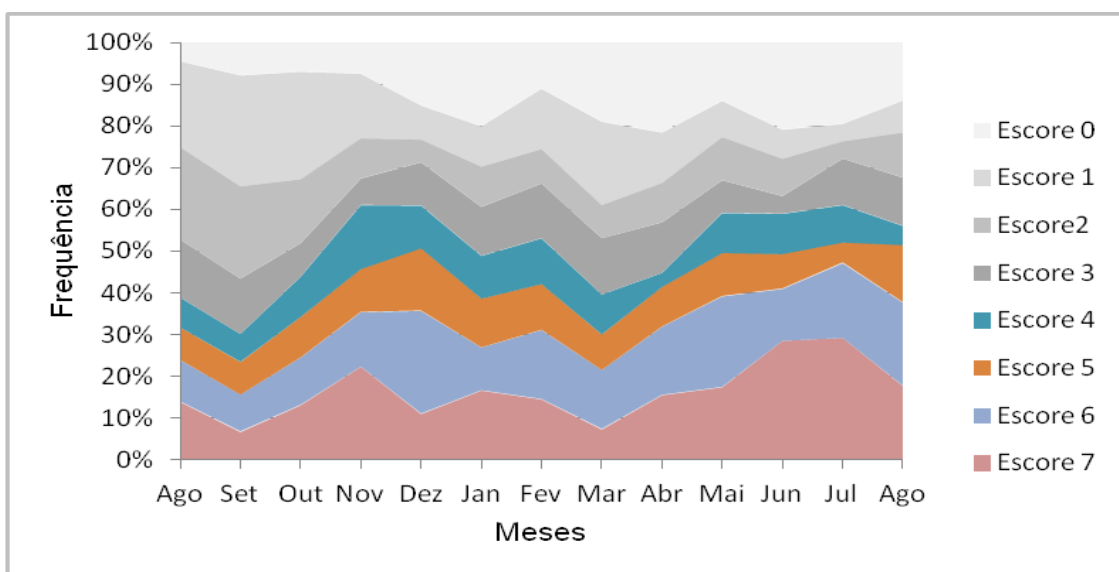


Figura 5: Gráfico com as frequências de aves com escores de 0 a 7 para infestação por *O. sylviarum* entre agosto de 2013 e agosto de 2014, considerando os dados obtidos na granja A da região Centro-Oeste de Minas Gerais. Sistema de escore de Arthur e Axtell (1983): escore 0 = não visualização de ácaros; escore 1 = 1-10 ácaros; escore 2 = 11-50 ácaros; escore 3 = 51-100 ácaros; escore 4 = 101-500 ácaros; escore 5 = 501-1.000 ácaros; escore 6 = 1.001-10.000 ácaros; escore 7 = > 10.000 ácaros.

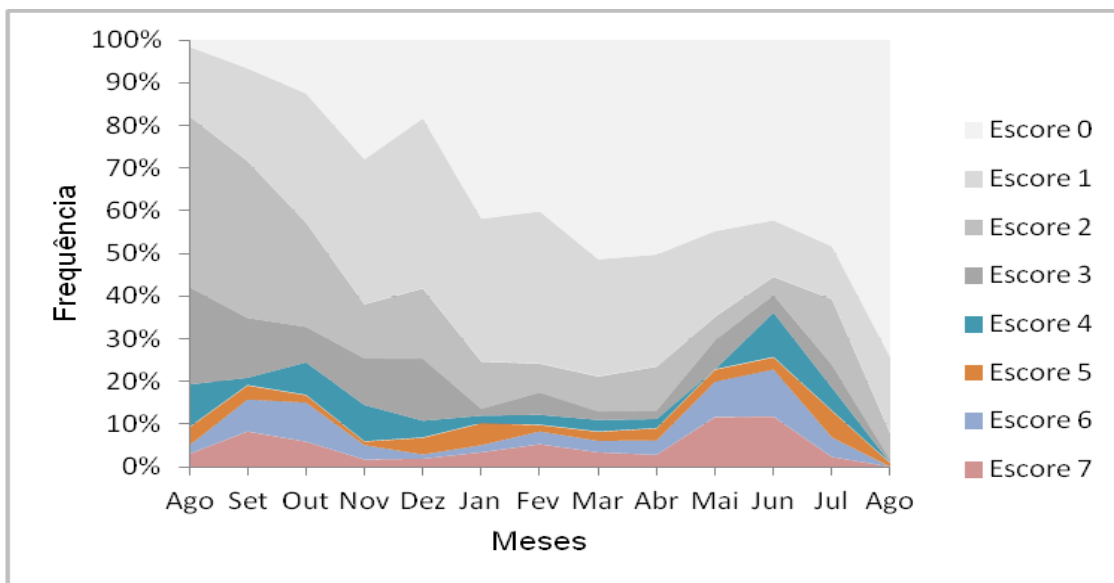


Figura 6: Gráfico com as frequências de aves com escores de 0 a 7 para infestação por *O. sylviarum* entre agosto de 2013 e agosto de 2014 considerando os dados obtidos na granja B da região Centro-Oeste de Minas Gerais. Sistema de escore de Arthur e Axtell (1983): escore 0 = não visualização de ácaros; escore 1 = 1-10 ácaros; escore 2 = 11-50 ácaros; escore 3 = 51-100 ácaros; escore 4 = 101-500 ácaros; escore 5 = 501-1.000 ácaros; escore 6 = 1.001-10.000 ácaros; escore 7 = > 10.000 ácaros.

Pode-se verificar nas figuras 4, 5 e 6 que ao longo de todo o período analisado houve aves infestadas pelo parasito nas granjas, ou seja, o ácaro esteve presente nas granjas durante os 13 meses de monitoramento nas três intensidades de infestação, baixa (escores 1 e 2), moderada (escores 3 e 4) e alta (escores 5, 6 e 7). Esta persistência de *O. sylviarum* também foi verificada por Mullens et al. (2000) que observaram, na maior parte do período de monitoramento mesmo com a realização de tratamentos, uma grande porcentagem de aves infestadas com escores médios de aproximadamente 2 a 3. Isso também condiz com a colocação feita por Yazwinski et al. (2005) de que é aparente que uma vez que a população do ácaro se estabelece em um lote de aves, as infestações provavelmente irão persistir apesar dos tratamentos repetidos. A presença de *O. sylviarum* nas granjas durante todo o período do estudo pode ser explicada por vários fatores como a duração relativamente curta (cinco a sete dias) do ciclo biológico (Sikes e Chamberlain, 1954) possibilitando o surgimento de várias gerações do ácaro ao longo do ano, como verificado para *D. gallinae*, que também é um ácaro hematófago de galinhas e que apresenta de 15 a 42 gerações por ano (Tucci, 2004). Além disso, o fato do ciclo ocorrer inteiramente no hospedeiro também é um fator que pode ter favorecido a persistência do parasito já que as penas podem ter um papel importante no desenvolvimento do micro-habitat necessário para o desenvolvimento do ácaro (DeVaney et al., 1984). O fato das aves das granjas avaliadas serem debicadas também é um fator que pode ter favorecido a presença do ácaro nas granjas durante todo o período de monitoramento, pois a debicagem prejudica a autolimpeza e a defesa das aves contra o parasito e, desta forma, contribui muito para o desenvolvimento das populações do parasito em sistemas comerciais de galinhas de postura (Chen et al., 2011). Somado a isso, a presença nas granjas de fatores identificados por Cunha (2013) como de risco para a ocorrência de *O. sylviarum* como alguns hospedeiros carreadores tais como ratazanas (*Rattus norvegicus*) e canários da terra (*Sicalis flaveola*) podem ter contribuído também para a persistência do ácaro durante todo o período avaliado.

Além disso, as figuras 4, 5 e 6 demonstram que houve um aumento mais acentuado na intensidade de infestação, ou seja, uma maior porcentagem de aves com escores de infestação mais altos, em dois momentos do período de monitoramento. Estes momentos corresponderam aos meses de outubro a dezembro de 2013 e aos meses de maio a julho de 2014, os quais remetem às estações da primavera e outono-inverno, respectivamente. O aumento da população de *O. sylviarum* no outono e inverno já foi descrito anteriormente nos EUA (Mathysse et al., 1974 citados por Nordenfors e Höglund, 2000). Como pode ser observado na figura 2, as médias das temperaturas apresentaram uma flutuação mais ou menos estável ao longo de todo o período em torno de valores que tendem a favorecer o desenvolvimento do ciclo do parasito. Já a figura 3 mostra que houve um aumento nas médias das URA médias, máximas e mínimas nos períodos e próximos aos períodos do ano nos quais ocorreram o aumento na intensidade das infestações determinadas pelo ácaro. Tanto a temperatura quanto a URA são fatores ambientais que podem afetar diretamente o ciclo biológico de *O. sylviarum*. Portanto, as temperaturas em torno de 25 a 30°C observadas nos momentos mencionados acima associadas às porcentagens mais altas de umidade podem estar relacionadas ao aumento na intensidade de infestação ocorrida nestes momentos. Nesta combinação, estes fatores favorecem a viabilidade e a rapidez no desenvolvimento e conseqüentemente no tamanho de suas populações (Crystal, 1985). Por outro lado, pode-se observar que nos outros momentos do período do estudo apesar das temperaturas estarem em faixas favoráveis, as URA estavam em faixas mais baixas, o que pode ter determinado a menor intensidade de infestação observada já que a sobrevivência do ácaro fora do hospedeiro é menor, como verificado por Chen e Mullens (2008). Estes autores observaram que nas temperaturas de 27 e 33°C e 31% de URA, a sobrevivência tanto dos adultos quanto das protoninfas do ácaro foi de no máximo oito dias. Além disso, para a temperatura de 27°C houve redução na sobrevivência máxima (em dias) do ácaro de 38 e 53% para adultos e protoninfas, respectivamente quando a URA foi reduzida de 65% para 31%.

Outro fator que pode ter contribuído para o aumento na intensidade de infestação observado nos meses de maio a julho foi a presença de alguns galpões com aves jovens, em início de postura, as quais são mais susceptíveis a infestações mais intensas pelo ácaro já que conforme sugerido na literatura elas ainda não tem certo grau de imunidade protetora contra o parasito (DeVaney e Ziprin, 1980a; DeVaney e Ziprin, 1980b).

Quando a intensidade da infestação pelo ácaro é alta, como verificada nos meses de outubro a dezembro de 2013 e maio a julho de 2014 no presente estudo, os ácaros tendem a cair ou sair ativamente das aves e são encontrados nas fezes que ficam embaixo das gaiolas, nas instalações e nos ovos produzidos podendo sobreviver por algumas semanas no ambiente. Isso possibilita a dispersão dos ácaros pela granja e conseqüentemente a ocorrência de reinfestações (Kirkwood, 1963; DeVaney, 1978; Kells e Surgeoner, 1997; Guimarães et al., 2001; Chen e Mullens, 2008), e é um fator que pode ter contribuído também para a presença de *O. sylviarum* nas granjas durante todo o período avaliado neste estudo.

A diferença nas frequências de aves com maior intensidade de infestação nas granjas nos meses de outubro a dezembro de 2013 e de maio a julho de 2014 está provavelmente relacionada às diferenças existentes entre as granjas no que diz respeito a alguns fatores como o rigor no manejo do parasito, a disposição das instalações (galpões), ao manejo geral da granja. Na granja A não há o controle de roedores como ocorre na granja B, na qual há uma empresa responsável pelo monitoramento e controle destes animais. Dentre estes roedores, a espécie *Rattus norvegicus*, presente nas granjas, é descrita como um vetor mecânico ou carreador de *O. sylviarum* auxiliando assim na dispersão mais rápida do parasito pelo estabelecimento. Além

disso, sua presença é apontada como uma característica predisponente para a ocorrência do ácaro apresentando uma OR de 70,849 (IC 17,109 – 293,393), ou seja, granjas nas quais as ratazanas estão presentes têm 70 vezes mais chances de ocorrência do ácaro comparadas com granjas onde não há a presença deste roedor (Hall e Turner, 1976; Cunha 2013).

Em relação à disposição das instalações, na granja A há galpões que são adjacentes, ou seja, não existe separação entre eles e juntos eles representam a maioria dos galpões da granja. Isso, juntamente com a presença de ratazanas e canários da terra pode ter facilitado a disseminação do parasito entre os galpões já que tem sido sugerido que *O. sylviarum* é capaz de se movimentar e assim se dispersar pelas instalações caminhando pelas gaiolas e comedouros. Esta dispersão tende a ocorrer quando a galinha infestada pelo ácaro atinge um escore moderado (escore 3) de infestação, ou seja, mais de 51-100 ácaros (Mullens et al., 2001; Cunha, 2013). Além disso, nestes galpões adjacentes os funcionários responsáveis por cada galpão transitam em ambos os galpões e também utilizam utensílios comuns o que também pode favorecer a disseminação do parasito já que mesmo que apenas fêmeas sejam carregadas pelos funcionários e utensílios, elas são capazes de iniciar infestações sem acasalamento anterior e sem os machos. Isso amplia muito o potencial de transmissão e a persistência deste ectoparasito (Kells e Surgeoner, 1997; McCulloch e Owen, 2012). Na granja B, a retirada do esterco acumulado embaixo das gaiolas ocorre com uma periodicidade maior que na granja A, na qual a retirada ocorre apenas quando as aves do galpão são descartadas. Este manejo é mais um fator que também poderia explicar as diferenças observadas entre as granjas já que a retirada do esterco reduziria os ácaros presentes no mesmo por ocasião das altas infestações das aves, nas quais os parasitos tendem a cair ou sair ativamente das aves e são encontrados nas fezes que ficam embaixo das gaiolas podendo sobreviver por algumas semanas no ambiente (Kirkwood, 1963; DeVaney, 1978; Guimarães et al., 2001; Chen e Mullens, 2008).

Outro fator que pode ter contribuído para as diferenças observadas entre as granjas em relação às porcentagens de aves com maior intensidade de infestação nos meses de outubro a dezembro de 2013 e de maio a julho de 2014 seria o rigor no manejo do parasito no que se refere à aplicação de tratamentos. Na granja B, os tratamentos de combate ao ácaro em alguns galpões ocorreram quando eles apresentavam infestações moderadas (escores 3 e 4) já que o encarregado da granja realizava de certa forma o monitoramento da infestação, e desta forma, intervia de forma mais precoce. Já na granja A, as intervenções ocorreram apenas quando a intensidade das infestações assim como a porcentagem de aves infestadas estavam altas (escores 6 e 7). Desta forma, o que foi relatado por Mullens et al. (2009) de que o tratamento precoce é mais eficaz no controle do parasito já que 85% das infestações leves foram eliminadas enquanto que para as infestações pesadas este valor foi de apenas 24% utilizando-se um produto à base dos organofosforados tetraclorvínfós e diclorvós, poderia também se aplicar às granjas do presente estudo.

Os gráficos¹⁰ dos polígonos de frequências de aves positivas para os diferentes escores estabelecidos como ponto de corte com áreas sob os percentis 25 (1º quartil), 50 (mediana) e 75 (3º quartil) entre os meses de agosto de 2013 e agosto de 2014 estão apresentados nas figuras 7 a 13.

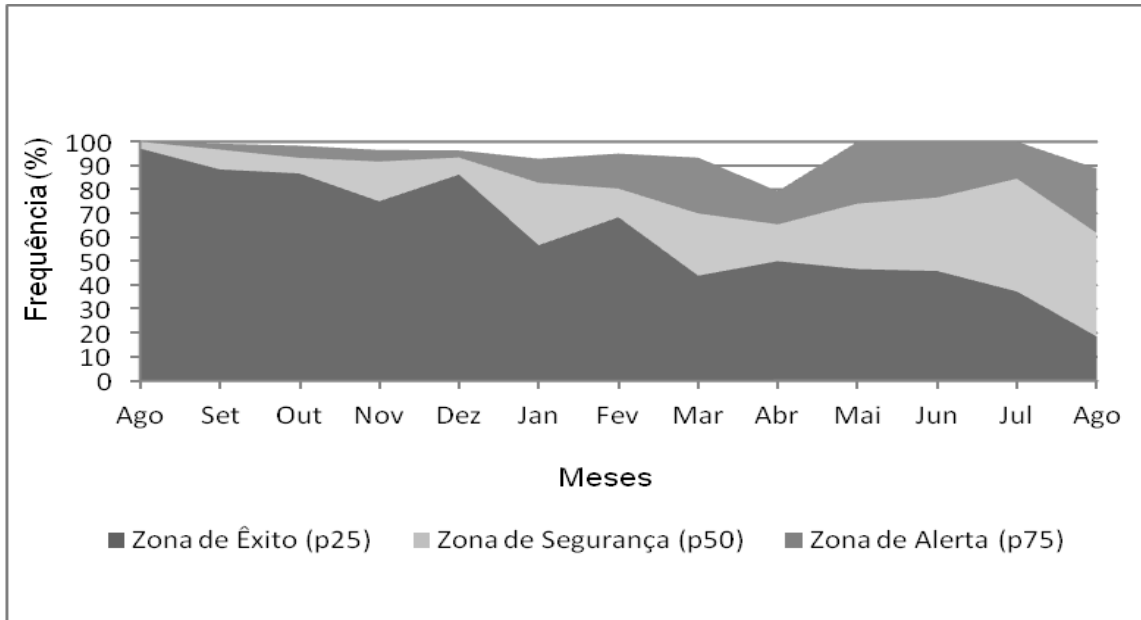


Figura 7: Gráfico dos polígonos de frequências com áreas sob os percentis 25 (1º quartil), 50 (mediana) e 75 (3º quartil), considerando positivas as aves com escores de infestação por *O. sylviarum* **IGUAIS OU SUPERIORES A UM** entre agosto de 2013 e agosto de 2014.

¹⁰ Os gráficos representam o que se denomina de curva endêmica. A curva endêmica expressa a tendência sazonal de uma enfermidade, é uma representação gráfica das frequências da doença em função do tempo, neste caso a frequência de aves positivas para os diferentes escores de infestação estabelecidos como ponto de corte. A zona de êxito representa a frequência esperada mínima de casos em cada unidade de tempo do ano ou a faixa delimitada pela linha de base e o limite inferior em cada unidade de tempo do ano (abaixo do 1º quartil ou p25); a zona de segurança representa a frequência esperada média de casos em cada unidade de tempo do ano ou a faixa delimitada pelo limite inferior e a curva endêmica propriamente dita em cada unidade de tempo do ano (entre o 1º quartil e a mediana ou p25 a p50); a zona de alerta representa a frequência esperada máxima de casos em cada unidade de tempo do ano ou a faixa delimitada pela curva endêmica propriamente dita e o limite superior em cada unidade de tempo do ano (entre a mediana e o 3º quartil ou p50 a p75) (Organização Pan-Americana da Saúde, Ministério da Saúde, 2010). Disponível em: <http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/modulo_principios_epidemiologia_4.pdf> Acesso em: 12 abr. 2016.

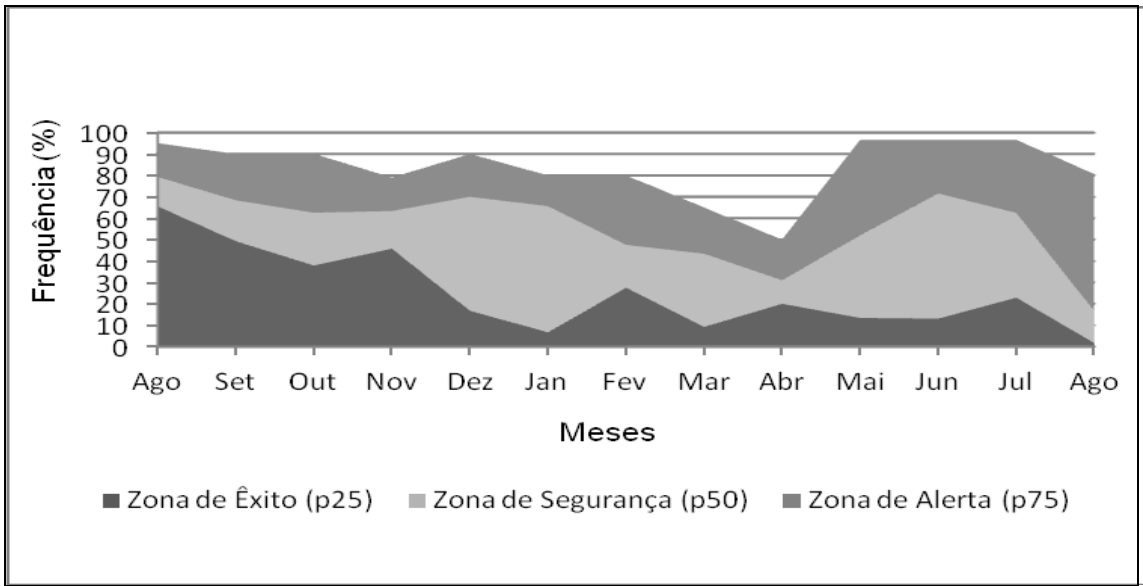


Figura 8: Gráfico dos polígonos de frequências com áreas sob os percentis 25 (1º quartil), 50 (mediana) e 75 (3º quartil), considerando positivas as aves com escores de infestação por *O. sylviarum* **IGUAIS OU SUPERIORES A DOIS** entre agosto de 2013 e agosto de 2014.

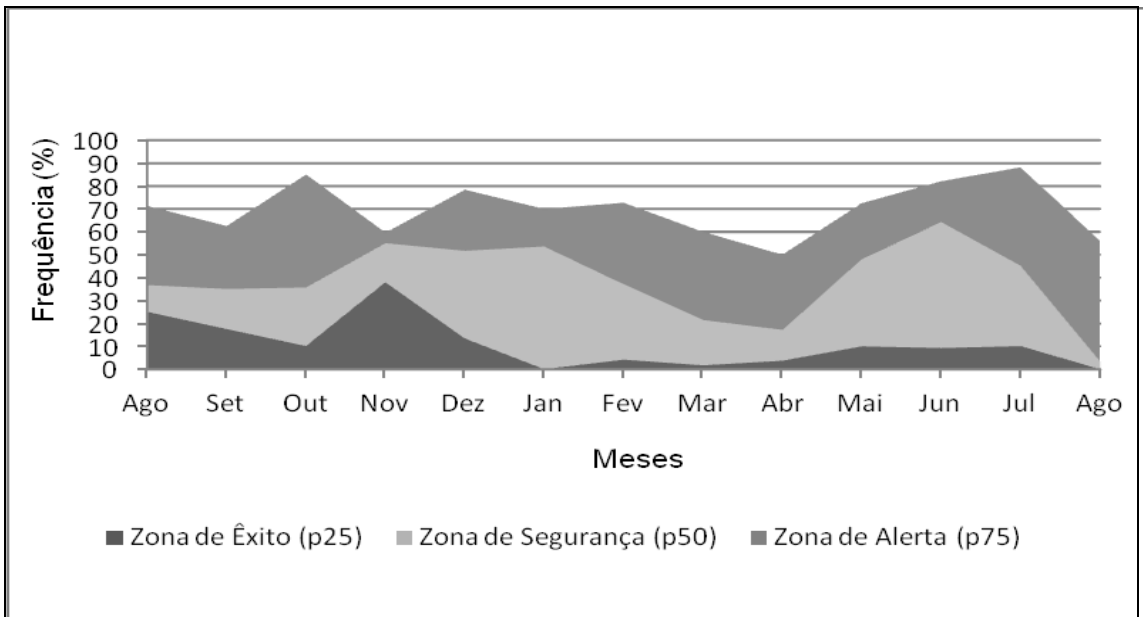


Figura 9: Gráfico dos polígonos de frequências com áreas sob os percentis 25 (1º quartil), 50 (mediana) e 75 (3º quartil), considerando positivas as aves com escores de infestação por *O. sylviarum* **IGUAIS OU SUPERIORES A TRÊS** entre agosto de 2013 e agosto de 2014.

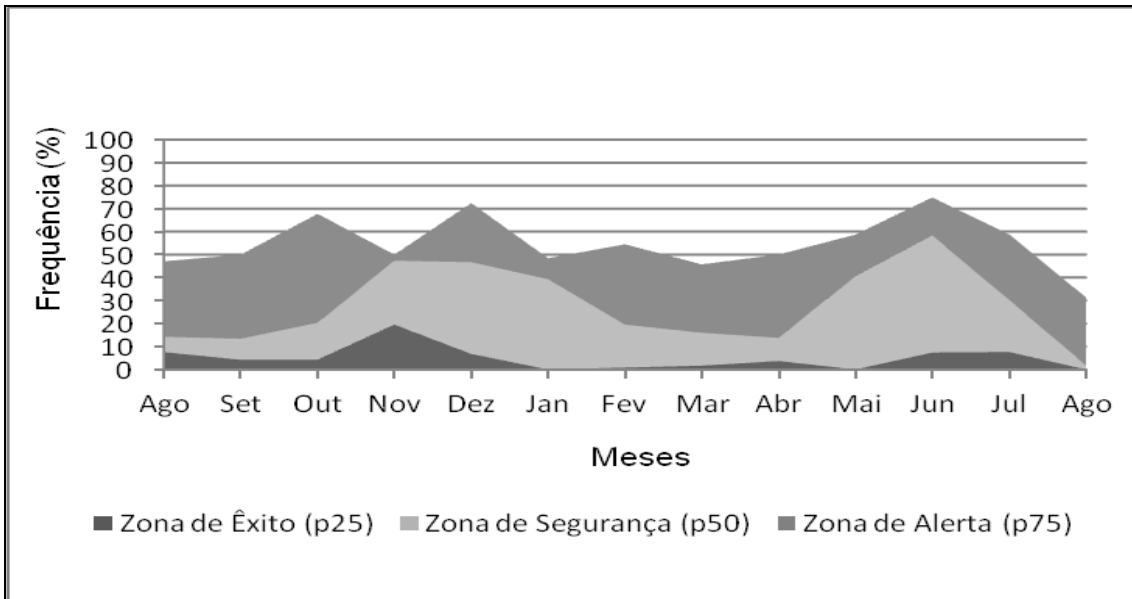


Figura 10: Gráfico dos polígonos de frequências com áreas sob os percentis 25 (1º quartil), 50 (mediana) e 75 (3º quartil), considerando positivas as aves com escores de infestação por *O. sylviarum* **IGUAIS OU SUPERIORES A QUATRO** entre agosto de 2013 e agosto de 2014.

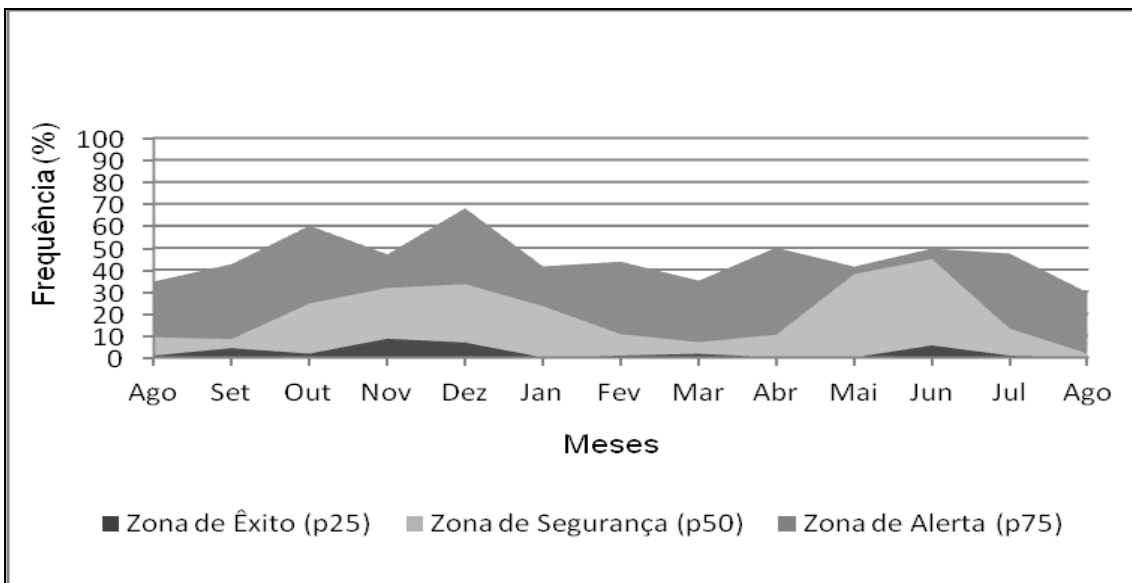


Figura 11: Gráfico dos polígonos de frequências com áreas sob os percentis 25 (1º quartil), 50 (mediana) e 75 (3º quartil), considerando positivas as aves com escores de infestação por *O. sylviarum* **IGUAIS OU SUPERIORES A CINCO** entre agosto de 2013 e agosto de 2014.

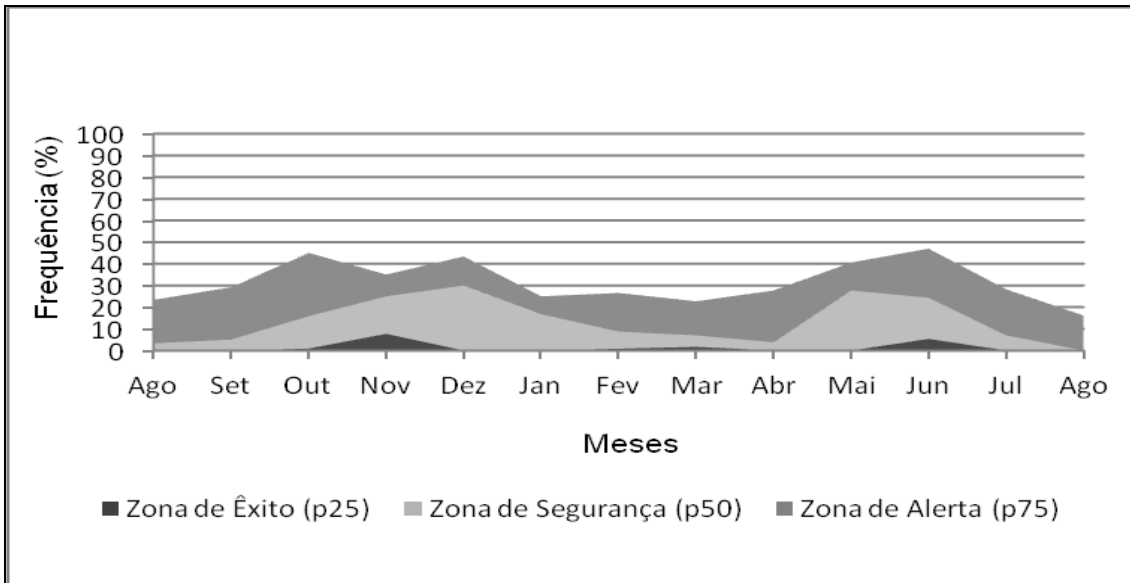


Figura 12: Gráfico dos polígonos de frequências com áreas sob os percentis 25 (1º quartil), 50 (mediana) e 75 (3º quartil), considerando positivas as aves com escores de infestação por *O. sylviarum* **IGUAIS OU SUPERIORES A SEIS** entre agosto de 2013 e agosto de 2014.

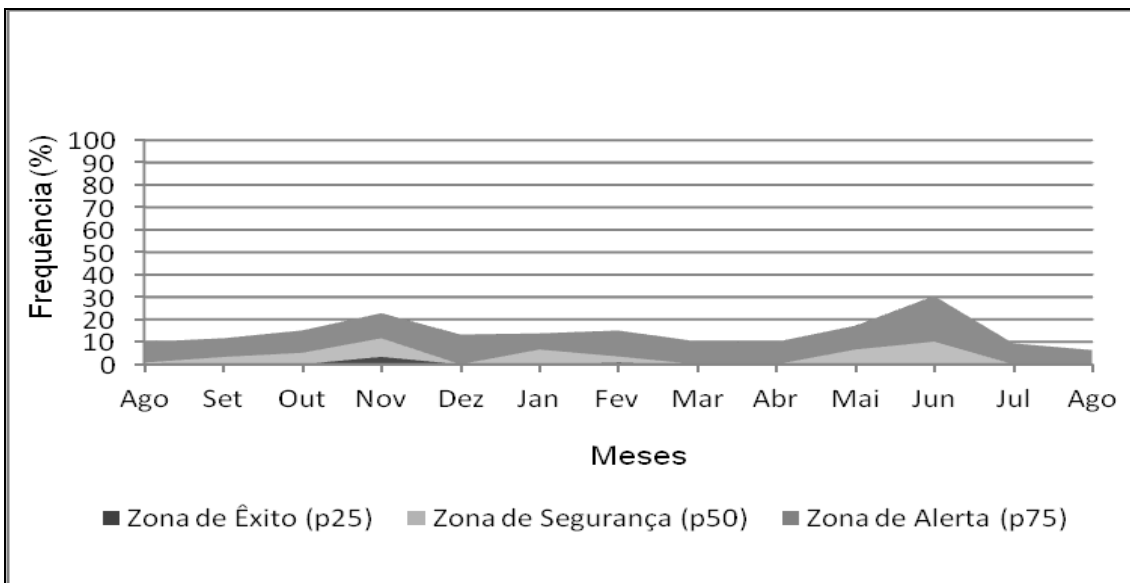


Figura 13: Gráfico dos polígonos de frequências com áreas sob os percentis 25 (1º quartil), 50 (mediana) e 75 (3º quartil), considerando positivas as aves com escores de infestação por *O. sylviarum* **IGUAIS A SETE** entre agosto de 2013 e agosto de 2014.

Na figura 7 nota-se que tanto os valores dos quartis (p25 e p75) quanto o valor da mediana (p50) das frequências de aves positivas foram relativamente altos ao longo de quase todo o período. Isso se deve ao ponto de corte que considerou como positivas todas as aves com escore de infestação igual ou maior que 1, ou seja, apenas as aves com escore de infestação igual a 0 foram consideradas negativas. Pode-se observar também na figura 7 que as zonas de êxito e de

segurança correspondem a maior área do gráfico o que significa que houve uma frequência alta de aves positivas ao considerar o escore ≥ 1 como ponto de corte. Portanto, este ponto de corte não seria adequado ao se elaborar estratégias de controle já que neste caso uma ave positiva com escore 1 seria totalmente diferente de uma ave positiva com escore 6 ou 7. A partir do ponto de corte de escore ≥ 2 (Figuras 8 a 13), houve redução nos valores dos quartis (p25 e p75) e das medianas (p50) das frequências de aves positivas, o que é esperado já que as aves com escores inferiores foram consideradas negativas. Conseqüentemente observa-se também uma diminuição das áreas correspondentes às zonas de êxito e segurança. Isso significa que para escores maiores a manutenção da infestação nessas zonas esteve relacionada com uma frequência menor de aves positivas para esses escores.

Nas figuras 10 a 13 pode-se observar que os valores das medianas (p50) assim como dos primeiros (p25) e terceiros (p75) quartis foram maiores nos meses de outubro a dezembro de 2013 e nos meses de maio a julho de 2014, ou seja, houve um aumento nas frequências de aves positivas para os escores de infestação mais altos, os quais foram considerados como ponto de corte. Isso está de acordo com o aumento observado nesses períodos (Figuras 4, 5 e 6) na porcentagem de aves com maior intensidade de infestação.

Estes pontos de corte poderão ser um dos critérios adotados no que se refere ao controle do parasito nas granjas, ou seja, a granja definiria um ponto de corte e a partir daí utilizaria os valores das medianas, primeiros e terceiros quartis para determinar quando tratar as aves. Neste caso, alguns fatores devem ser levados em conta, como, por exemplo, a introdução de um lote de aves jovens, as quais são mais susceptíveis a infestações mais pesadas pelo ácaro já que conforme sugerido na literatura elas ainda não tem certo grau de imunidade protetora contra o parasito (DeVaney e Ziprin, 1980a; DeVaney e Ziprin, 1980b). Desta forma, poderia ser adotado um controle tático em relação a estas aves jovens. Informações disponíveis na literatura também poderiam auxiliar na escolha do ponto de corte a ser adotado. Sendo assim, os escores ≥ 3 ou ≥ 4 poderiam ser adotados como ponto de corte já que de acordo com Loomis et al. (1970), uma infestação de até 100 ácaros por ave não é considerada economicamente importante. Além disso, os ácaros tendem a se dispersar quando a infestação na galinha atinge um escore moderado (escore 3), ou seja, mais de 51-100 ácaros (Mullens et al., 2001). Há também o fato de que o controle é mais eficaz quando realizado precocemente, ou seja, em aves com intensidades de infestação mais baixas (Mullens et al., 2009).

A variável “escores” foi a única que se apresentou significativa na correlação de Spearman univariada ($p \leq 0,05$) para a qual, o gráfico com as curvas de Kaplan Meier do tempo de sobrevida em semanas de cada escore de infestação segundo a frequência de aves infestadas e não infestadas por *O. sylviarum* está apresentado na figura 14. Neste caso, a mudança de escore da ave ao longo das semanas foi considerada como evento.

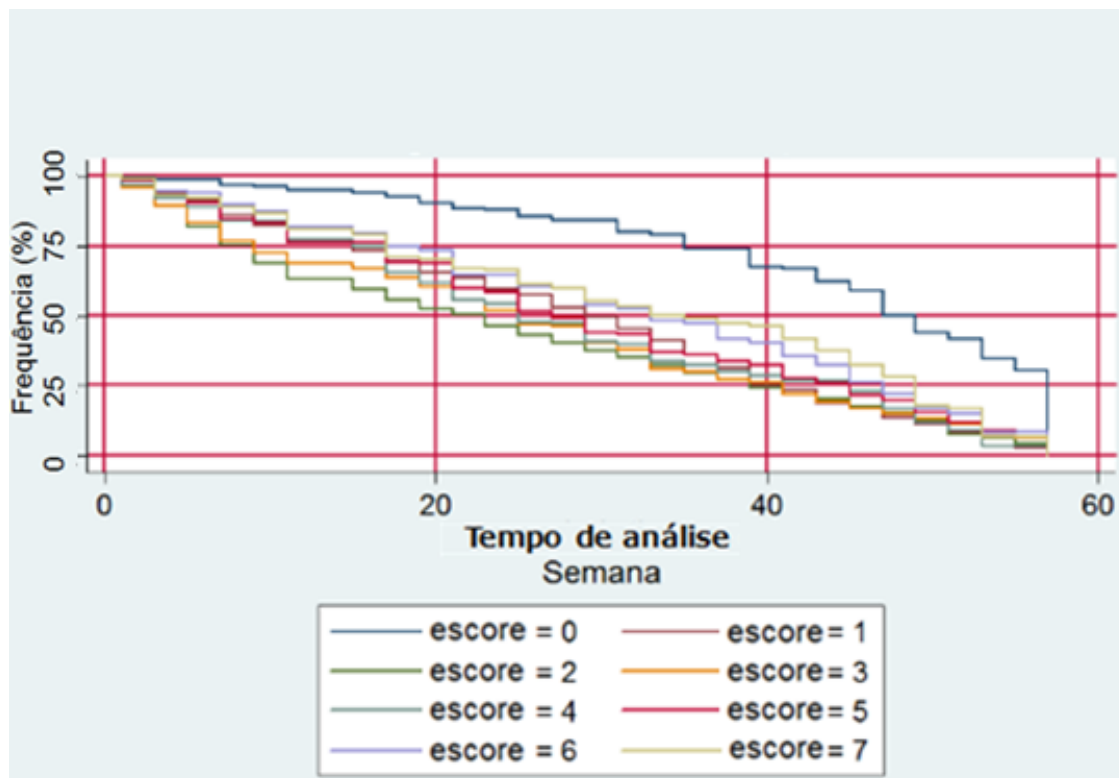


Figura 14: Gráfico com as curvas de Kaplan-Meier do tempo de sobrevivência em semanas de cada escore de infestação segundo a frequência de aves infestadas e não infestadas por *O. sylviarum* durante o primeiro acompanhamento da dinâmica (agosto de 2013 a agosto de 2014). Sistema de escore de Arthur e Axtell (1983): escore 0 = não visualização de ácaros; escore 1 = 1-10 ácaros; escore 2 = 11-50 ácaros; escore 3 = 51-100 ácaros; escore 4 = 101-500 ácaros; escore 5 = 501-1.000 ácaros; escore 6 = 1.001-10.000 ácaros; escore 7 = > 10.000 ácaros.

Valor de $p < 0,0001$ obtido pelos testes de Wilcoxon, Peto-Peto e de Logrank.

Pode-se verificar na figura 14 que o escore 0 foi o único que se diferenciou dos demais e cuja diferença foi significativa ($p < 0,0001$). Este escore foi o que persistiu por mais tempo ao longo de todo o estudo, ou seja, a partir do momento que as aves tornaram-se não infestadas, ou seja, com escore 0, aproximadamente 75% delas persistiram nesta condição de não infestadas por 40 semanas e cerca de 30% das aves persistiram com escore 0 por 55 semanas, ou seja, mais de um ano. Essa persistência das aves no status de não infestação por várias semanas após atingirem o escore 0 pode estar relacionada a alguns fatores ligados às próprias galinhas. Um desses fatores seria a resposta imune desenvolvida pelas aves frente às infestações ocasionadas pelos ácaros (DeVaney e Ziprin, 1980 a e b). Esta imunidade estaria relacionada com os níveis de infestação desenvolvidos anteriormente pelas aves, ou seja, quanto maior a infestação inicial, maior a produção de anticorpos. Sendo assim, o que foi relatado por DeVaney e Ziprin (1980 a e b) de que uma vez que a resposta imune é desenvolvida, ela é preservada pelas aves por pelo menos 12 semanas e de que mais de 30% das aves que tiveram infestações pesadas por *O. sylviarum* previamente, mantiveram anticorpos anti-ácaro em seus soros por pelo menos sete meses após a remoção destes parasitos, poderia explicar em parte os resultados encontrados no presente estudo. Desta forma, galinhas que ao longo do estudo desenvolveram altos níveis de infestação, podem ter adquirido imunidade contra o parasito e com o declínio da população, aquelas aves

que tiveram a infestação zerada mantiveram-se assim por um tempo mais longo devido à persistência dos anticorpos circulantes, os quais podem representar um papel importante no controle do parasito, sob condições naturais conforme sugerido por DeVaney e Augustine (1988). E, esse controle pode estar relacionado ao fato de que a circulação destes anticorpos seria capaz de acelerar reações celulares, as quais impediriam os artrópodes de obter sangue dos hospedeiros (Trager, 1939 citado por Owen et al., 2009), inviabilizando assim o desenvolvimento do ácaro e contribuindo para a manutenção das aves na condição de não infestadas.

Outro fator que poderia explicar a persistência por um período mais longo de aves com escore 0 e, portanto, a resistência destas aves ao ectoparasito seria a presença de aves com haplótipo MHC B21 nas granjas, já que foi verificado que este haplótipo confere às aves maior resistência ao *O. sylviarum* por levar ao desenvolvimento de uma resposta inflamatória mais intensa na pele das galinhas frente às infestações causadas pelo ácaro. Esta inflamação ocasiona o aumento do número e tamanho das células epidérmicas e a migração de leucócitos, o que amplia a distância até os vasos sanguíneos, impedindo assim, o repasto sanguíneo pelos ácaros e prejudicando consequentemente o desenvolvimento, reprodução e sobrevivência dos mesmos (Owen et al., 2008, 2009).

A idade das aves no momento das infestações iniciais por *O. sylviarum* também poderia ajudar a explicar a maior persistência de aves com escore 0, pois é possível que aves acompanhadas no presente estudo tenham sido infestadas inicialmente entre 24 a 28 semanas de idade. Este intervalo de idade proporciona o desenvolvimento mais rápido de populações mais altas do ácaro assim como uma queda mais rápida desta população (DeVaney et al., 1984). Portanto, esta faixa de idade ao determinar infestações mais altas levaria ao desenvolvimento de uma resposta imune mais duradoura contra este parasito, pois a maior produção e circulação de anticorpos poderia determinar reações celulares mais intensas que prejudicariam o repasto sanguíneo. Além disso, aves com infestações prévias, quando em novo contato com *O. sylviarum*, desenvolvem uma resposta de hipersensibilidade imediata (inflamação) cuja intensidade é negativamente relacionada com a densidade populacional de ácaros nas aves devido às alterações no acesso ao sangue (Trager, 1939 citado por Owen et al., 2009; Mathysse et al., 1974 citado por Owen et al., 2009; DeVaney e Ziprin, 1980a; DeVaney e Ziprin, 1980b).

Outros fatores que podem ter contribuído para o resultado encontrado são o estresse (interação social) ao qual as aves eram submetidas e também os níveis de corticosterona plasmática herdados geneticamente. As aves avaliadas no presente estudo eram mantidas em densidades que variavam de três a sete aves por gaiola, e é possível que alguma das linhagens presentes nas granjas durante o estudo possuísse uma resposta de alto nível de corticosterona ao estresse social. Portanto, estas condições podem ter contribuído para a maior persistência de aves não infestadas por aumentar a resistência das mesmas ao parasito, já que foi verificado que altos níveis de interação social e aves que respondem ao estresse social com altos níveis de corticosterona plasmática são mais resistentes às infestações por *O. sylviarum* provavelmente devido à diminuição da densidade de capilares na superfície da pele das aves e consequentemente à dificuldade dos ácaros de realizar o repasto sanguíneo (Hall e Gross, 1975; Hall et al., 1979).

Condições ambientais de temperaturas mais elevadas e URA baixas observadas em alguns momentos do presente estudo podem ter atuado juntamente com os fatores mencionados anteriormente no sentido de favorecer a manutenção por mais tempo de aves com escore 0 já

que URA menores que 60% diminuem a eclodibilidade dos ovos deste parasito, sendo que a 31% de URA é sugerido que não haja viabilidade destes ovos (Crystal, 1985; Chen, comunicação pessoal citado por Halbritter e Mullens, 2011). Além disso, temperaturas altas (33°C) associadas à URA baixas (31%) reduzem consideravelmente a sobrevivência fora do hospedeiro de adultos e protoninfas de *O. sylviarum* (Chen e Mullens, 2008), o que pode ter reduzido a persistência e disseminação do parasito pelas granjas nos períodos em que essas condições ambientais foram verificadas.

Com relação aos demais escores, verifica-se um comportamento semelhante sem diferença significativa entre os mesmos. No entanto, nota-se uma mudança mais rápida na proporção de aves com escores baixos e moderados (escores 1, 2, 3 e 4) do que na proporção de aves com escores mais altos (escores 5, 6 e 7) (Figura 14). Isso é esperado pelas próprias características biológicas do *O. sylviarum*, que sob condições adequadas de temperatura e URA, é capaz de completar seu ciclo de vida em cinco a sete dias, o que leva ao crescimento de sua população e consequentemente do nível de infestação das aves (Sikes e Chamberlain, 1954; Hamann, 1990).

Os resultados da avaliação da associação das demais variáveis analisadas no estudo (“ave”, “amplitude térmica” e “faixa de umidade”) com a ocorrência de cada escore de infestação em relação ao escore 0 estão apresentados na tabela 1.

Pode-se observar na tabela 1 que a variável “faixa de umidade” (diferença entre a URA máxima e mínima diária) apresentou-se como um fator de risco significativo ($p < 0,01$) para todos os escores, ou seja, quanto maior a faixa de umidade, maior a probabilidade de se encontrar um dos escores de infestação em relação ao escore 0 (sem infestação). Isso significa que para cada 1% de aumento na faixa de umidade, há um aumento de determinadas vezes no risco de se encontrar os escores 1, 2, 3, 4, 5, 6, ou 7 em relação ao escore 0. Pela tabela 1, verifica-se, por exemplo, um RR de 25,515 para a faixa de umidade no escore 4, ou seja, o aumento de 1% na faixa de umidade, aumenta em mais de 25 vezes o risco de se encontrar o escore 4 em relação ao escore 0. Estes resultados refletem as maiores taxas de eclosão dos ovos deste parasito em menor tempo e também a sobrevivência por períodos mais longos fora do hospedeiro verificadas sob condições de URA mais altas (Abasa, 1969; Crystal, 1985; Chen e Mullens, 2008). Portanto, uma taxa de eclodibilidade dos ovos mais rápida e maior tende a reduzir a duração do ciclo biológico de *O. sylviarum* e a favorecer assim, o desenvolvimento e aumento de suas populações. Da mesma forma, o fato do ácaro sobreviver por mais tempo fora do hospedeiro em condições de URA mais elevada tende a favorecer a disseminação do mesmo para outras aves assim como a infestação de novos lotes. Pode-se verificar ao analisar as figuras 3 a 6 que nos meses em que a URA foi mais alta, observou-se também um aumento na frequência de aves infestadas com os diferentes escores. Portanto, as condições de URA mais altas observadas nestes meses podem ter favorecido a maior sobrevivência dos ácaros e consequentemente sua disseminação e desenvolvimento de novas infestações já que sob 65% de URA e 27°C verificou-se que a sobrevivência de adultos e protoninfas de *O. sylviarum* foi 38,5% e 53% maior, respectivamente do que sob 31% URA (Chen e Mullens, 2008). Ao mesmo tempo, estas URA mais altas associadas a temperaturas favoráveis ao ácaro podem ter favorecido o desenvolvimento do ciclo biológico em um tempo mais curto (Sikes e Chamberlain, 1954; Hamann, 1990).

Tabela 1. Riscos relativos determinados pelas variáveis “faixa de umidade”, “amplitude térmica” e “ave”, para a ocorrência de cada escore de infestação em relação ao escore 0 (não infestação).

Escores	Variáveis	Risco Relativo (RR)	Intervalo de Confiança (95%)		Valor de p*
1	Faixa de umidade	14,972	5,488	40,843	< 0,001
	Amplitude Térmica	0,025	0,004	0,134	< 0,001
	Ave	1,029	1,017	1,041	< 0,001
2	Faixa de umidade	11,761	4,052	34,132	< 0,001
	Amplitude Térmica	0,490	0,087	2,733	0,416
	Ave	1,017	1,004	1,030	0,008
3	Faixa de umidade	5,132	1,592	16,537	0,006
	Amplitude Térmica	2,289	0,359	14,590	0,381
	Ave	1,001	0,987	1,015	0,839
4	Faixa de umidade	25,515	6,661	97,732	< 0,001
	Amplitude Térmica	0,080	0,008	0,757	0,028
	Ave	1,019	1,003	1,036	0,015
5	Faixa de umidade	13,838	3,310	57,840	< 0,001
	Amplitude Térmica	0,024	0,002	0,282	0,003
	Ave	1,029	1,012	1,046	0,001
6	Faixa de umidade	23,176	6,859	78,309	< 0,001
	Amplitude Térmica	0,020	0,002	0,160	< 0,001
	Ave	1,019	1,005	1,034	0,007
7	Faixa de umidade	6,321	1,917	20,840	0,002
	Amplitude Térmica	0,186	0,026	1,307	0,091
	Ave	1,039	1,025	1,054	< 0,001

*Valores de p obtidos pelo teste de Qui-Quadrado de Pearson. Valores de $p \leq 0,05$ são significativos.

Com relação à temperatura ou mais precisamente à amplitude térmica diária (diferença entre a temperatura máxima e mínima do dia) pode-se observar na tabela 1 que ela foi significativa para quase todos os escores de infestação ($p \leq 0,05$). Portanto, neste caso, o aumento da amplitude térmica quando significativo, reduz o risco de se encontrar um dos escores em relação ao escore 0. Isso foi verificado para os escores 1, 4, 5 e 6 para os quais, o aumento de 1°C na amplitude térmica, reduz em 40, 12,5, 42 e 50 vezes, respectivamente, o risco de se encontrar esses escores em relação ao escore 0. Estes resultados podem ser justificados com dados da literatura que relatam uma menor sobrevivência de *O. sylviarum* fora do hospedeiro sob altas temperaturas. Na temperatura de 26°C, por exemplo, verificou-se que a mortalidade de 100% dos ácaros ocorreu com 37 dias, já quando mantidos a 33°C, este período foi reduzido para apenas 10 dias (DeVaney e Beerwinkle, 1980a). Além disso, quando temperaturas altas como esta são combinadas com índices de URA em torno de 30%, como verificado em alguns momentos durante o primeiro acompanhamento da dinâmica populacional de *O. sylviarum*, a sobrevivência do parasito fora do hospedeiro é de apenas uma semana e, nestas condições sugere-se também que não haja viabilidade dos ovos deste ácaro, o que pode afetar diretamente o desenvolvimento do seu ciclo biológico (Chen e Mullens, 2008; Chen, comunicação pessoal citado por Halbritter

e Mullens, 2011). Recentemente, verificou-se também que as temperaturas das penas das galinhas refletem as temperaturas ambientais e que em dias quentes (23 a 33°C), a faixa de temperatura nas penas é mais estreita e alta (> 30 a 36°C), a qual tende a ser desfavorável aos estágios de vida do ácaro, que nestas condições de estresse térmico se deslocam para fora do hospedeiro (De La Riva et al., 2015) podendo sobreviver por pouco tempo no ambiente (DeVaney e Beerwinkle, 1980a; Chen e Mullens, 2008).

A não significância encontrada para os escores 2, 3 e 7 pode estar relacionada com o número de ácaros representado por estes escores. No caso dos escores 2 e 3, esta quantidade é mais baixa. Desta forma, o aumento da amplitude térmica não exerceria um efeito tão visível de reduzir o risco de se encontrar estes escores. Quanto ao escore 7, que é um escore extremo, o número de ácaros pode ser de 11.000 quanto de 100.000, mas em ambos os casos o escore será 7. Sendo assim, mesmo que o aumento da amplitude térmica diminua o número de parasitos, o risco de encontrar o escore 7 em relação ao escore 0 não reduziria já que uma ave cujo número de ácaros tenha reduzido de 100.000 para 11.000 parasitos, por exemplo, continuaria possuindo um escore de infestação igual a 7.

No que se refere à variável ave, verifica-se na tabela 1 que o efeito foi marginal, pois o valor do RR foi aproximadamente igual a um para todos os escores. E este efeito foi significativo ($p < 0,05$) para todos os escores com exceção do escore 3. Isso pode ter ocorrido devido à própria mensuração, pois os escores medianos, como é o caso do escore 3, são de mais difícil mensuração.

5.3 - Avaliação da sensibilidade *in vitro* de *O. sylviarum* a acaricidas químicos

As DL₅₀ e DL₉₅ em mg obtidas para as bases acaricidas dos três produtos avaliados nos testes de sensibilidade *in vitro* de *O. sylviarum* estão apresentadas na tabela 2. Os valores das DL₅₀ e DL₉₅ encontrados para as bases dos produtos 1 e 3 foram altos e superiores às doses de uso recomendadas pelos fabricantes. Portanto, esses resultados demonstram que os produtos 1 e 3 não são recomendados para o controle do ácaro nas granjas, pois esses produtos não foram capazes de determinar a morte de 95% dos ácaros em concentrações menores que as recomendadas pelos fabricantes. Já o produto 2 apresentou valores de DL₅₀ e DL₉₅ para ambas as bases bem inferiores à dose recomendada para uso pelo fabricante. Isso significa que o produto 2 foi eficiente e, portanto, poderia ser utilizado no controle do parasito nas granjas já que ele foi capaz de causar a morte de 95% dos ácaros em dose bem inferior à dose recomendada para uso pelo fabricante.

Tabela 2: DL₅₀ e DL₉₅ em mg para as bases acaricidas dos três produtos avaliados nos testes de sensibilidade *in vitro* de *O. sylviarum*

Base/produto	DL ₅₀	Intervalo de Confiança (95%)		DL ₉₅	Intervalo de Confiança (95%)	
Cipermetrina/produto 1	667,53	214,06	752,25	957,5	494,03	1032,21
Cipermetrina/produto 2	0,0000121	0,0000694	0,000259	0,003	0,00282	0,00313
Clorpirifós/produto 2	0,000424	0,000249	0,000634	0,005	0,00474	0,00513
Cipermetrina/produto 3	64,55	49,51	86,92	235,74	220,69	258,10

A ineficiência verificada para os produtos 1 e 3 pode estar relacionada com a qualidade da base assim como com o veículo utilizado nestes produtos. Já a eficiência observada para o produto 2 está muito provavelmente relacionada com a associação do fosforado ao piretroide, pois conforme relatado por Crystal e DeMilo (1988), os organofosforados foram mais efetivos no combate ao ácaro. Posteriormente, Hamann (1990) também verificou uma maior sensibilidade de *O. sylviarum* aos produtos fosforados do que aos piretroides. A eficiência verificada para o produto 2 provavelmente também se deve ao efeito sinérgico da associação das bases.

A eficiência observada para o produto 2 condiz com os resultados obtidos por Yazwinski et al. (2005) de reduções mais pronunciadas na intensidade de infestação das aves por *O. sylviarum* ao utilizar um produto à base de fosforados. Os resultados verificados para o produto 2 também estão de acordo com os resultados obtidos por Mullens et al. (2009) ao realizar o controle de infestações causadas pelo ácaro em granjas comerciais de postura. Nesse trabalho, os autores verificaram reduções significativas nas intensidades de infestação das galinhas ao utilizar um produto à base dos fosforados tetraclorvínfós e diclorvós na concentração de 0,6%, concentração essa superior às concentrações recomendadas para uso de 0,1875% para cipermetrina e de 0,3125% para o clorpirifós do produto 2 utilizado no controle do parasito nas granjas do presente trabalho.

5.4 – Segundo acompanhamento da dinâmica populacional de *O. sylviarum* associado ao controle químico estratégico

5.4.1 Monitoramento de *O. sylviarum*

Os gráficos com os valores das médias das temperaturas médias, máximas e mínimas e das URA médias, máximas e mínimas obtidos nas granjas durante as visitas realizadas entre janeiro e dezembro de 2015 estão apresentados nas figuras 15 e 16, respectivamente. Já os gráficos com as flutuações nas frequências de aves com escores de 0 a 7 para infestação por *O. sylviarum* entre os meses de janeiro e dezembro de 2015 em ambas as granjas, na granja A e na granja B estão apresentados nas figuras 17, 18 e 19, respectivamente.

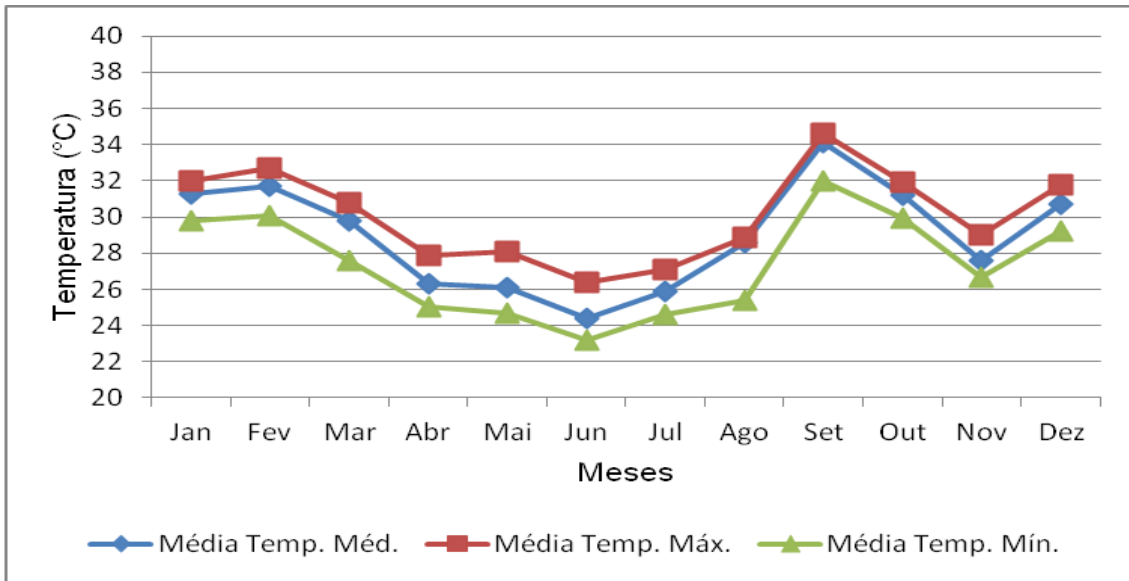


Figura 15: Gráfico com os valores das médias das temperaturas médias, máximas e mínimas obtidos durante as visitas às granjas da região Centro-Oeste de Minas Gerais entre janeiro e dezembro de 2015.

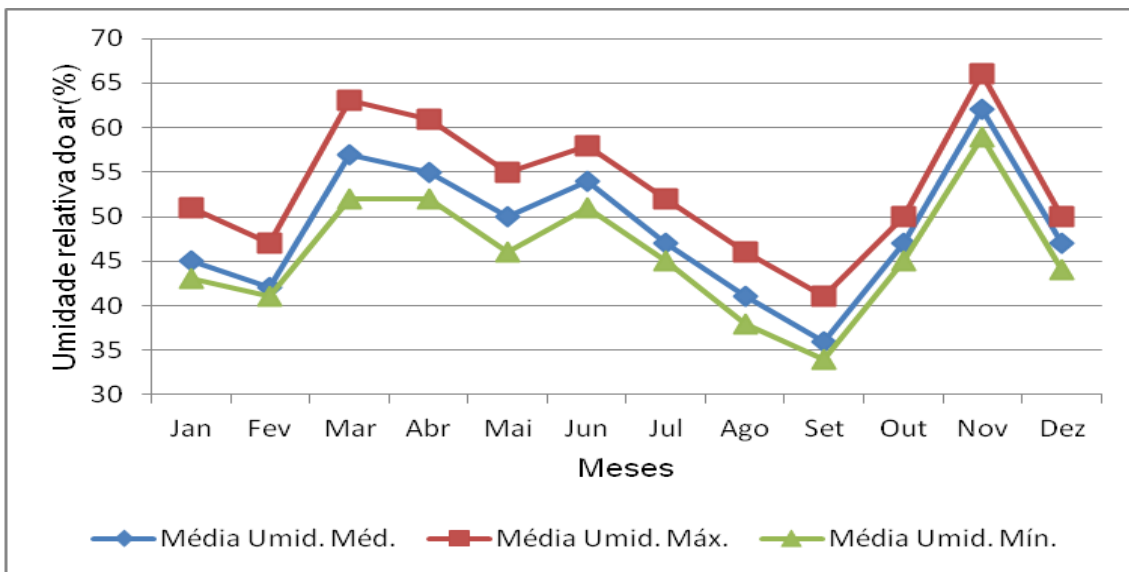


Figura 16: Gráfico com os valores das médias das URAs médias, máximas e mínimas obtidos durante as visitas às granjas da região Centro-Oeste de Minas Gerais entre janeiro e dezembro de 2015.

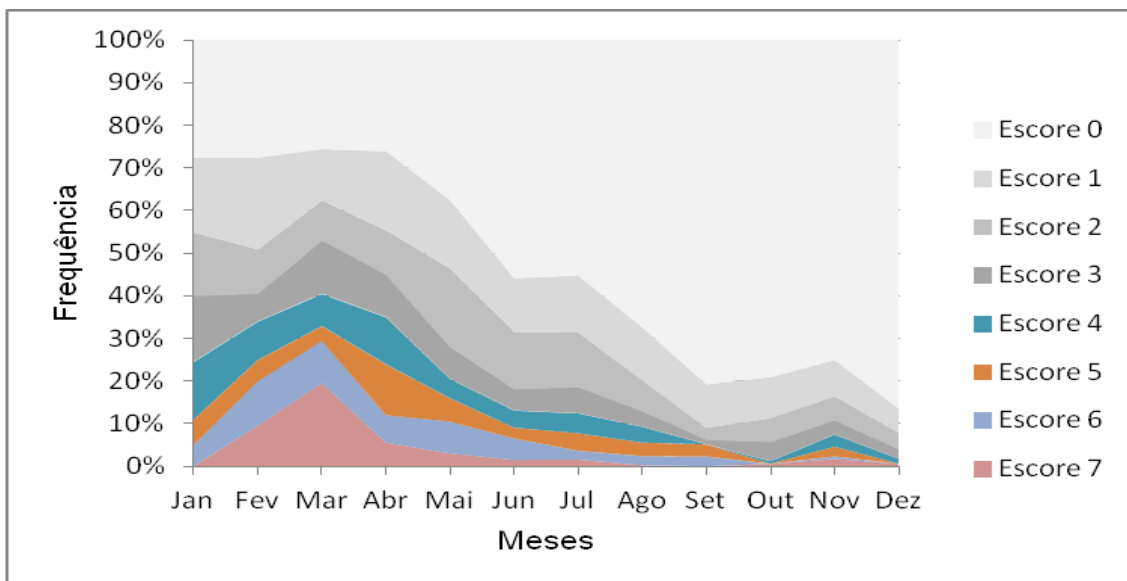


Figura 17: Gráfico com as frequências de aves com escores de 0 a 7 para infestação por *O. sylviarum* entre janeiro e dezembro de 2015, considerando os dados obtidos nas duas granjas da região Centro-Oeste de Minas Gerais. Sistema de escore de Arthur e Axtell (1983): escore 0 = não visualização de ácaros; escore 1 = 1-10 ácaros; escore 2 = 11-50 ácaros; escore 3 = 51-100 ácaros; escore 4 = 101-500 ácaros; escore 5 = 501-1.000 ácaros; escore 6 = 1.001-10.000 ácaros; escore 7 = > 10.000 ácaros.

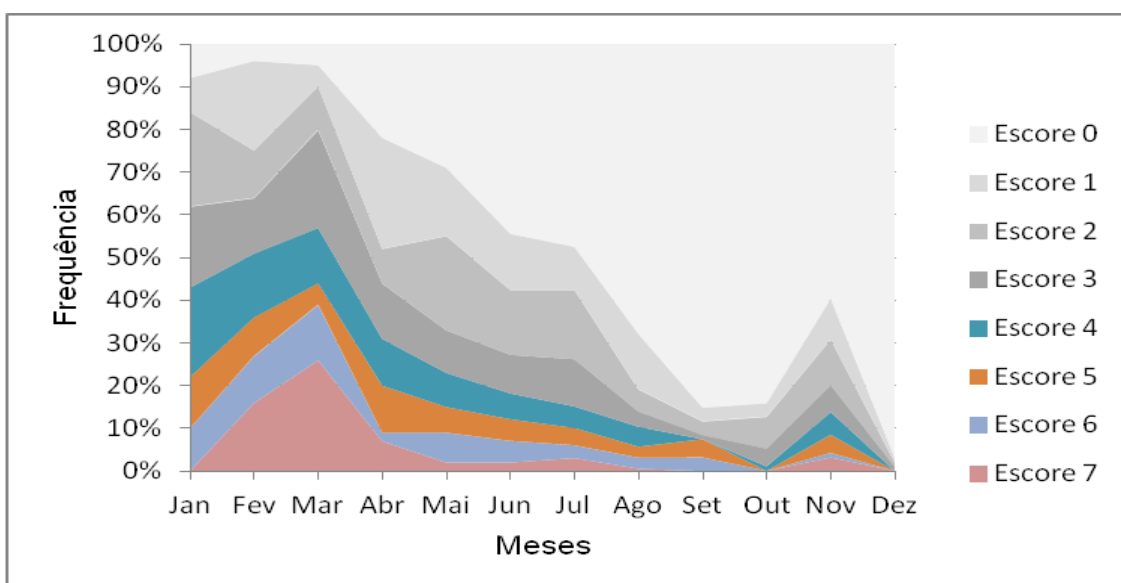


Figura 18: Gráfico com as frequências de aves com escores de 0 a 7 para infestação por *O. sylviarum* entre janeiro e dezembro de 2015, considerando os dados obtidos na granja A da região Centro-Oeste de Minas Gerais. Sistema de escore de Arthur e Axtell (1983): escore 0 = não visualização de ácaros; escore 1 = 1-10 ácaros; escore 2 = 11-50 ácaros; escore 3 = 51-100 ácaros; escore 4 = 101-500 ácaros; escore 5 = 501-1.000 ácaros; escore 6 = 1.001-10.000 ácaros; escore 7 = > 10.000 ácaros.

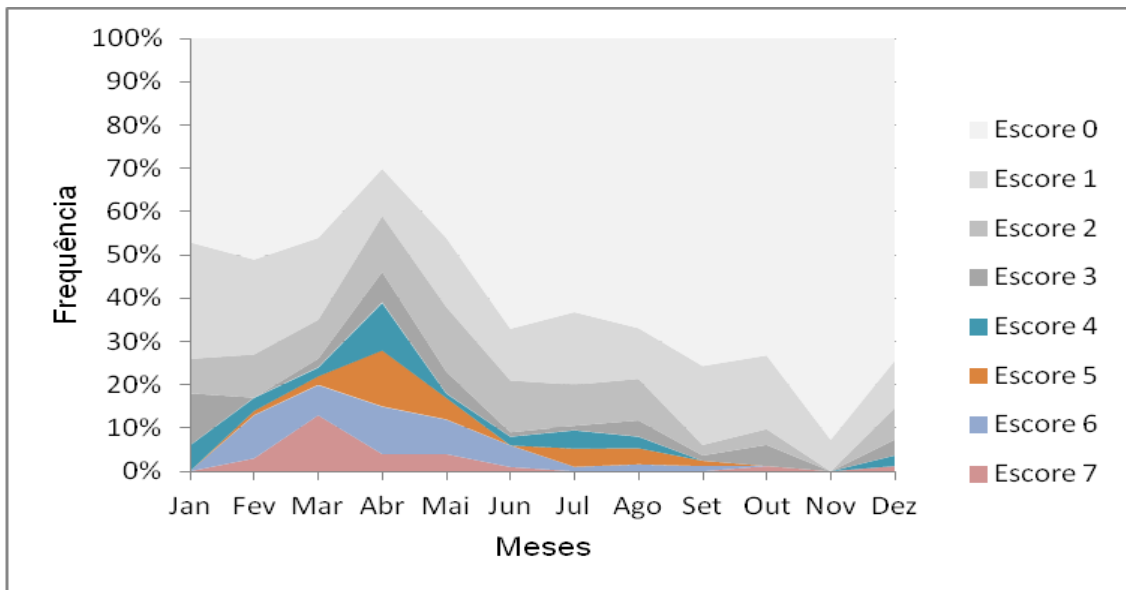


Figura 19: Gráfico com as frequências de aves com escores de 0 a 7 para infestação por *O. sylviarum* entre janeiro e dezembro de 2015, considerando os dados obtidos na granja B da região Centro-Oeste de Minas Gerais. Sistema de escore de Arthur e Axtell (1983): escore 0 = não visualização de ácaros; escore 1 = 1-10 ácaros; escore 2 = 11-50 ácaros; escore 3 = 51-100 ácaros; escore 4 = 101-500 ácaros; escore 5 = 501-1.000 ácaros; escore 6 = 1.001-10.000 ácaros; escore 7 = > 10.000 ácaros.

Com relação às temperaturas, pode-se verificar na figura 15 que as médias apresentaram um comportamento semelhante ao observado para as médias encontradas durante o primeiro acompanhamento da dinâmica (agosto de 2013 a agosto de 2014) e apresentadas na figura 2. Porém, elas foram um pouco mais elevadas, mas, mantiveram ao longo de todo o período avaliado (janeiro a dezembro de 2015), uma flutuação mais ou menos estável em torno das temperaturas de 25 a 30°C. Para o mês de setembro de 2015, estes valores médios de temperatura foram mais elevados sendo que a média da temperatura máxima alcançou praticamente os 35°C enquanto que para este mesmo mês em 2013, este valor foi de aproximadamente 31°C. Além disso, o mês de setembro de 2015 apresentou valores médios menores para a URA comparados aos valores de setembro de 2013. A associação de temperaturas altas com URA baixas provavelmente contribuiu sinergicamente com os tratamentos realizados para a manutenção de uma porcentagem alta de aves com baixos níveis de infestação conforme pode ser verificado nas figuras 17, 18 e 19 para o mês de setembro e meses próximos. E isso provavelmente está relacionado ao fato de que sob temperaturas altas e URA baixas, há uma redução significativa da sobrevivência e da viabilidade dos estádios de vida do ácaro (Crystal, 1985; Chen e Mullens, 2008). Para a URA, pode-se verificar na figura 16 um aumento nas médias das URAs médias, máximas e mínimas nos mesmos períodos observados no primeiro acompanhamento além de uma antecipação de um dos picos de URA que ocorreu em março de 2015 e não em abril como no ano anterior e de um aumento no mês de junho de 2015.

Assim como no primeiro acompanhamento da dinâmica, pode-se verificar nas figuras 17, 18 e 19 a presença de aves infestadas pelo parasito nas granjas ao longo de todo o período analisado. Porém, diferentemente do primeiro acompanhamento não foram observados os aumentos na intensidade de infestação das galinhas nos meses de maio a julho e de outubro a dezembro em

virtude do controle estratégico realizado nestes dois períodos. Além disso, após o início do controle nas granjas houve um aumento na porcentagem de aves com infestações baixas (escores 1 e 2) assim como na porcentagem de aves não infestadas (escore 0) comparativamente com o primeiro acompanhamento. Observa-se nos meses anteriores ao início do controle estratégico (fevereiro a abril), uma porcentagem mais alta de aves mais intensamente infestadas que foi semelhante ao observado nestes mesmos meses durante o primeiro acompanhamento, principalmente para a granja A. Na granja B, verificou-se que a porcentagem de aves mais intensamente infestadas neste período foi maior no segundo acompanhamento da dinâmica. Essas porcentagens mais altas de aves mais intensamente infestadas provavelmente ocorreram devido à associação entre as URA mais altas verificadas no período, sobretudo no mês de março com temperaturas favoráveis ao ácaro, ou seja, entre 25 e 30°C, já que estas condições ambientais favorecem a viabilidade, a sobrevivência fora do hospedeiro especialmente das protoninfas, o desenvolvimento do ciclo biológico e conseqüentemente da população do parasito (Crystal, 1985; Chen e Mullens, 2008). Sendo assim, devido à ocorrência mais precoce deste pico de URA, em março de 2015, em relação ao primeiro acompanhamento da dinâmica, com índice médio de umidade máxima de aproximadamente 65%, os quais tendem a favorecer o desenvolvimento do ácaro como pode ser observado nas figuras 17, 18 e 19, decidiu-se por realizar um controle tático em abril de 2015, antecipadamente ao período de controle estratégico. Em virtude disso, verifica-se nas figuras 17, 18 e 19, uma redução na porcentagem de aves mais intensamente infestadas a partir de abril e sucessivamente ao controle estratégico realizado entre os meses de maio a julho e outubro a dezembro, verificando-se ao final do estudo, em ambas as granjas, tanto conjunta quanto separadamente, uma alta porcentagem de aves não infestadas (escore 0) e uma baixa porcentagem de aves com infestações mais altas (escores 5, 6 e 7) assim como de aves com infestações baixas (escores 1 e 2) e moderadas (escores 3 e 4). Portanto, assim como descrito por Mullens et al. (2000) e Yazwinski et al. (2005) houve uma persistência de *O. sylviarum* nas granjas do presente estudo mesmo com a realização de tratamentos. No entanto, esta persistência ocorreu, em sua maioria, sob a forma de escores de infestação baixos, os quais, segundo Loomis (1970) não determinam danos econômicos importantes.

Os gráficos dos polígonos de frequências de aves positivas para os diferentes escores estabelecidos como ponto de corte com áreas sob os percentis 25 (1º quartil), 50 (mediana) e 75 (3º quartil) entre os meses janeiro e dezembro de 2015 estão apresentados nas figuras 20 a 26.

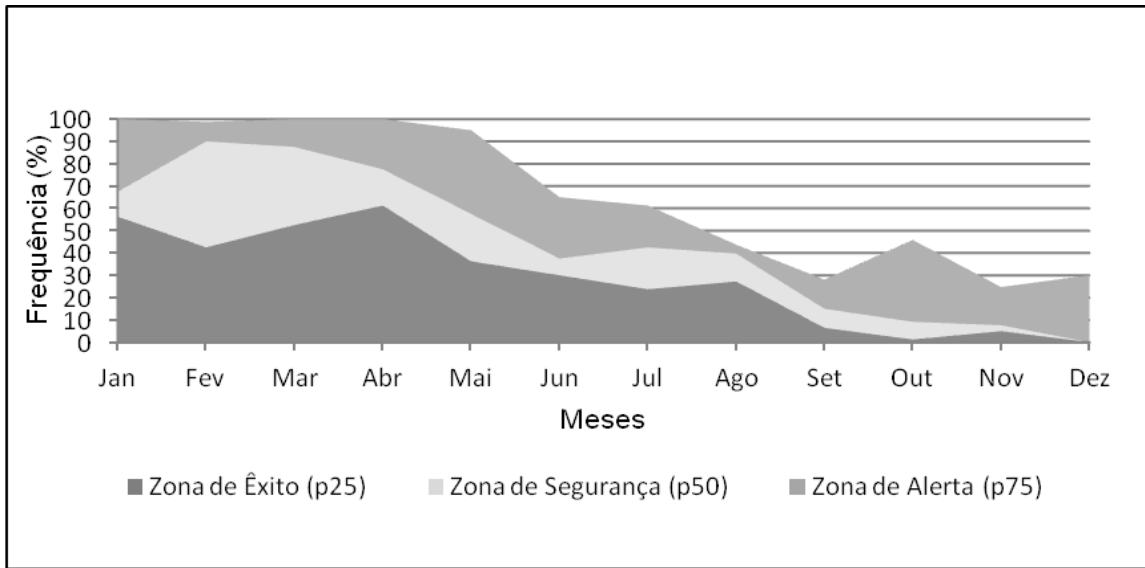


Figura 20: Gráfico dos polígonos de frequências com áreas sob os percentis 25 (1º quartil), 50 (mediana) e 75 (3º quartil), considerando positivas as aves com escores de infestação por *O. sylviarum* **IGUAIS OU SUPERIORES A UM** entre janeiro e dezembro de 2015.

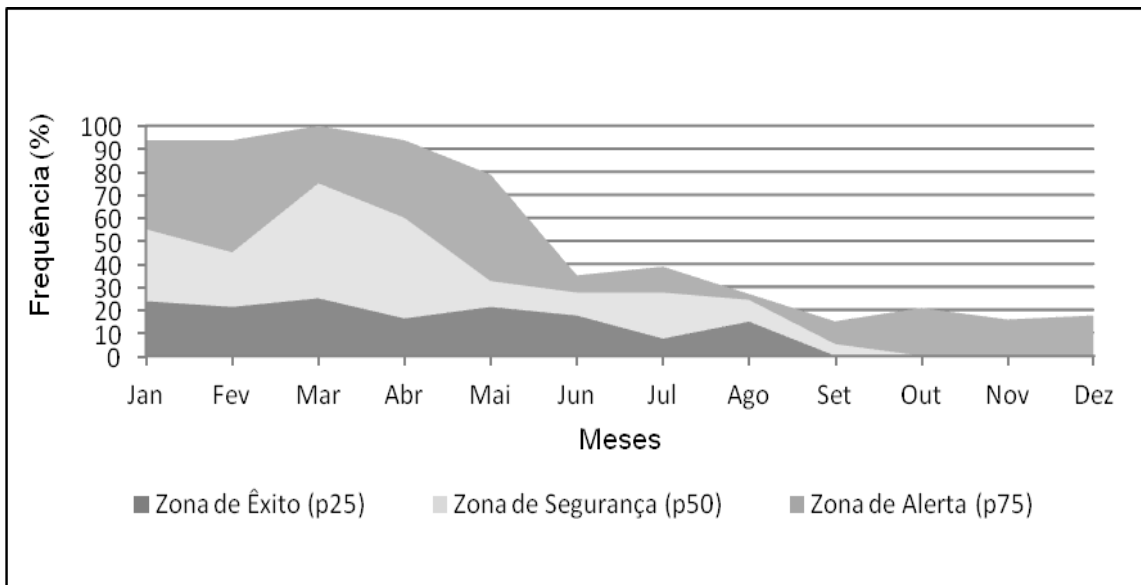


Figura 21: Gráfico dos polígonos de frequências com áreas sob os percentis 25 (1º quartil), 50 (mediana) e 75 (3º quartil), considerando positivas as aves com escores de infestação por *O. sylviarum* **IGUAIS OU SUPERIORES A DOIS** entre janeiro e dezembro de 2015.

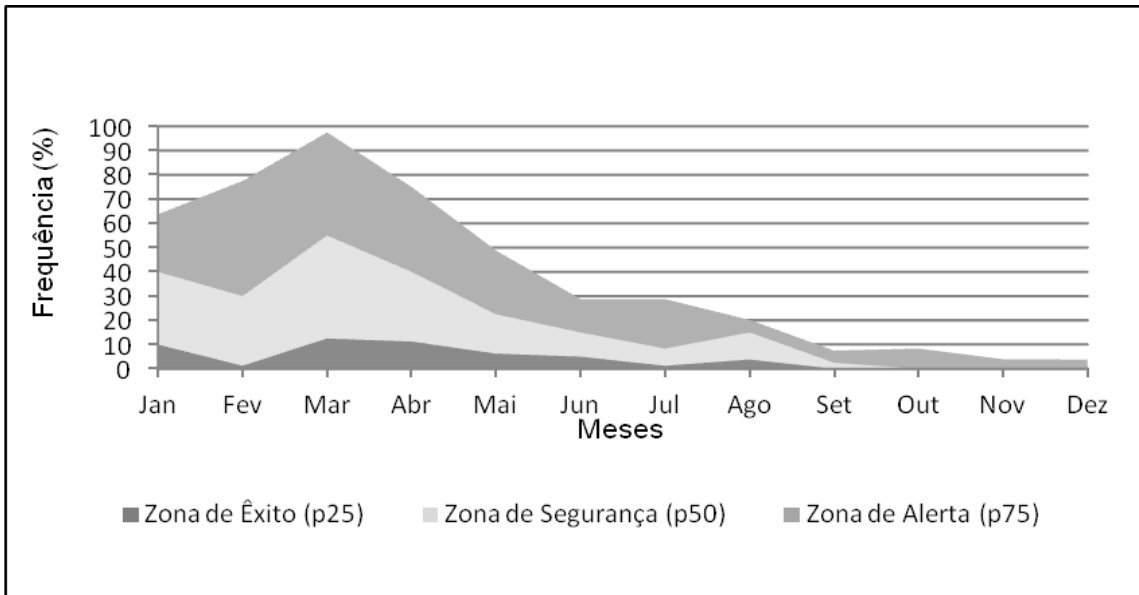


Figura 22: Gráfico dos polígonos de frequências com áreas sob os percentis 25 (1º quartil), 50 (mediana) e 75 (3º quartil), considerando positivas as aves com escores de infestação por *O. sylviarum* IGUAIS OU SUPERIORES A TRÊS entre janeiro e dezembro de 2015.

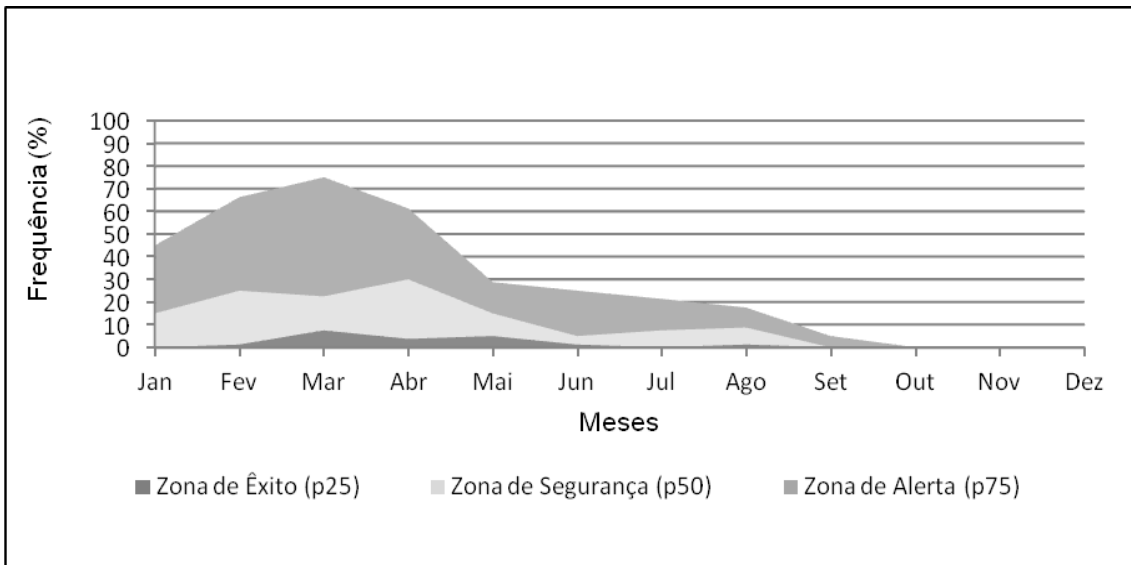


Figura 23: Gráfico dos polígonos de frequências com áreas sob os percentis 25 (1º quartil), 50 (mediana) e 75 (3º quartil), considerando positivas as aves com escores de infestação por *O. sylviarum* IGUAIS OU SUPERIORES A QUATRO entre janeiro e dezembro de 2015.

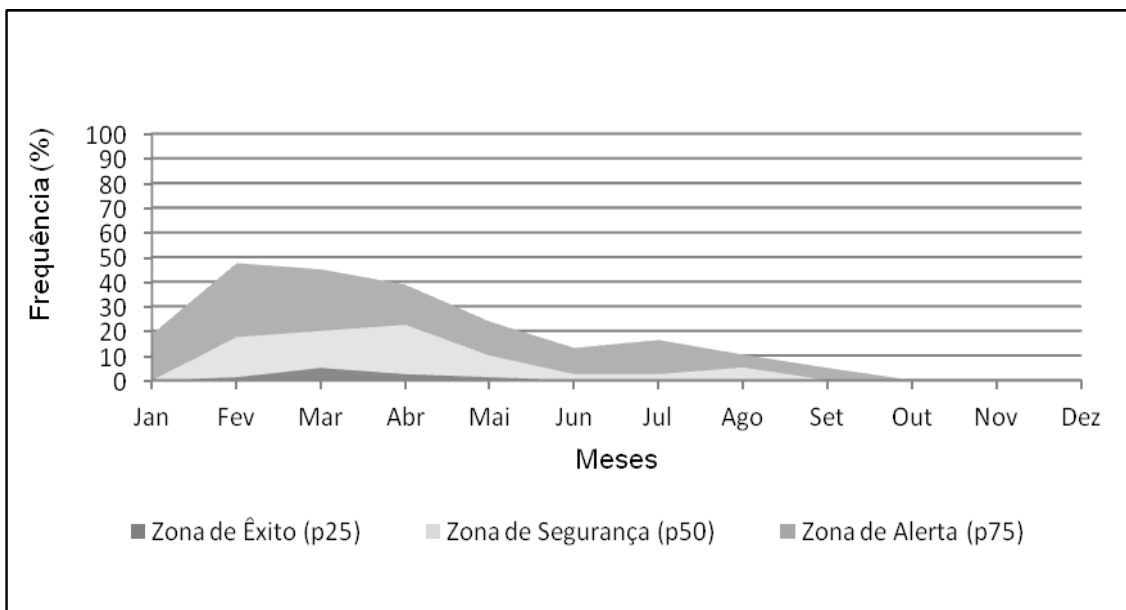


Figura 24: Gráfico dos polígonos de frequências com áreas sob os percentis 25 (1º quartil), 50 (mediana) e 75 (3º quartil), considerando positivas as aves com escores de infestação por *O. sylviarum* **IGUAIS OU SUPERIORES A CINCO** entre janeiro e dezembro de 2015.

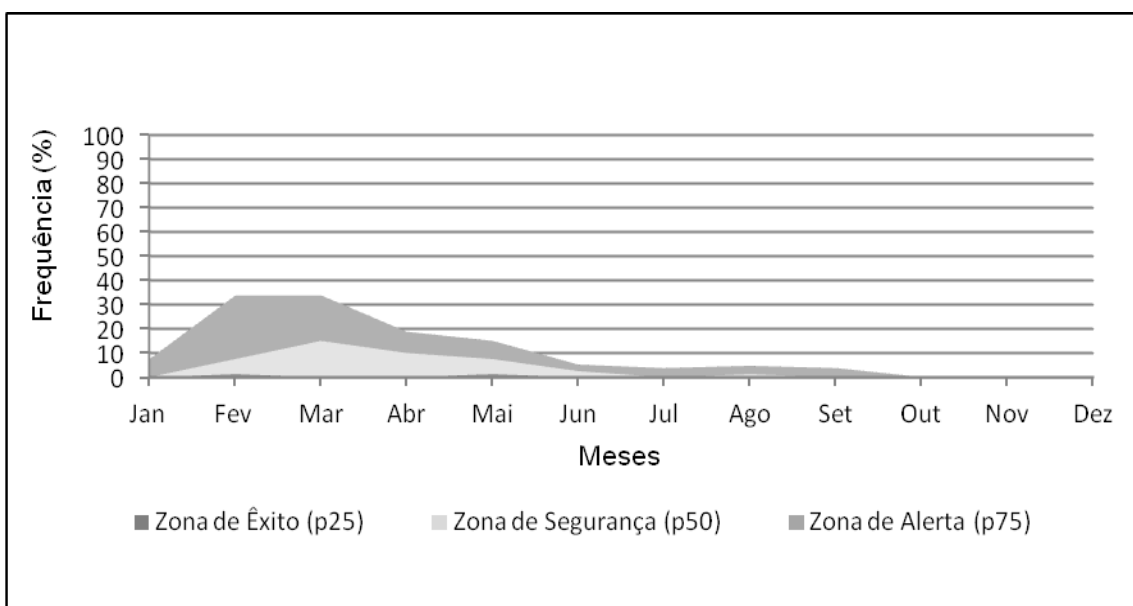


Figura 25: Gráfico dos polígonos de frequências com áreas sob os percentis 25 (1º quartil), 50 (mediana) e 75 (3º quartil), considerando positivas as aves com escores de infestação por *O. sylviarum* **IGUAIS OU SUPERIORES A SEIS** entre janeiro e dezembro de 2015.

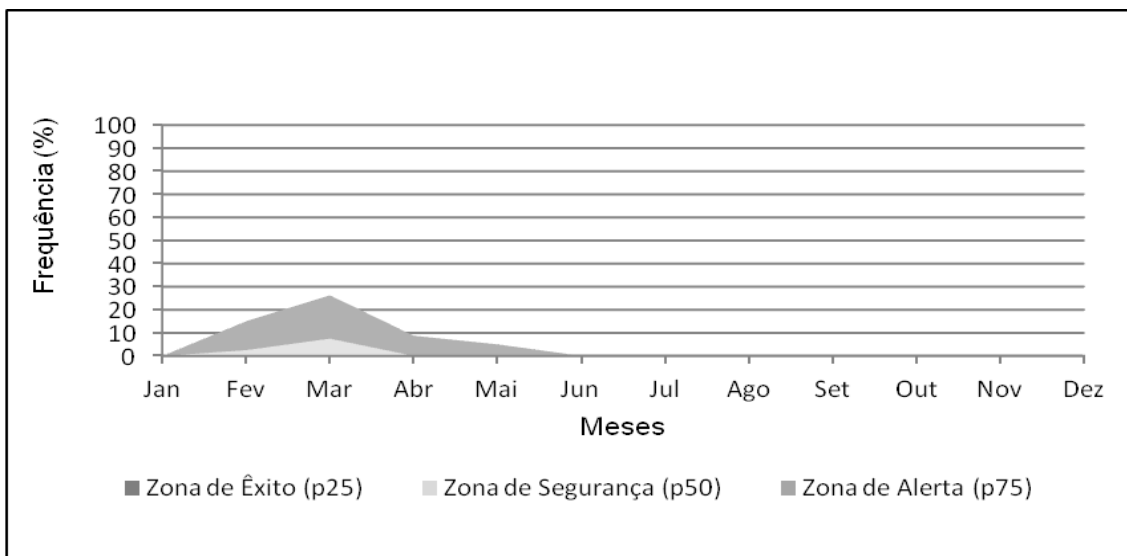


Figura 26: Gráfico dos polígonos de frequências com áreas sob os percentis 25 (1º quartil), 50 (mediana) e 75 (3º quartil), considerando positivas as aves com escores de infestação por *O. sylviarum* IGUAIS A SETE entre janeiro e dezembro de 2015.

Diferentemente dos resultados encontrados e apresentados nas figuras 7 a 13 para o primeiro acompanhamento da dinâmica, nota-se no segundo acompanhamento da dinâmica associado ao controle do ácaro, uma redução nos valores dos quartis (p25 e p75) e das medianas (p50) das frequências de aves positivas para os diferentes escores estabelecidos como ponto de corte a partir do mês de abril de 2015 em virtude do controle tático. A partir do mês de maio de 2015, com o controle estratégico, verifica-se uma redução ainda maior nos valores dos quartis e das medianas para as frequências de aves positivas para todos os escores definidos como ponto de corte e assim sucessivamente ao longo de todo o período avaliado obtendo-se, entre os meses de outubro e dezembro para praticamente todos os escores estabelecidos como ponto de corte, valores de quartis e medianas iguais a zero. Simultaneamente, observa-se uma redução das áreas correspondentes às zonas de êxito, segurança e alerta sendo que para os pontos de corte de escore ≥ 4 , ≥ 5 e ≥ 6 , estas áreas desapareceram entre os meses de outubro e dezembro de 2015 devido ao fato dos valores dos primeiros e terceiros quartis e das medianas serem todos iguais a zero (Figuras 23 a 25). Para o escore = 7, isso ocorreu bem anteriormente, a partir de junho de 2015 (Figura 26). Considerando o terceiro quartil (p75), por exemplo, isso quer dizer que para 75% dos dados, o controle estratégico do ácaro foi capaz de determinar uma frequência de 0% de aves com estes escores de infestação mais altos, mantendo, portanto, a infestação na zona de êxito nos períodos mencionados anteriormente.

Para o período anterior aos controles tático e estratégico (janeiro a março), verifica-se, assim como no primeiro acompanhamento da dinâmica, que os valores dos quartis assim como das medianas foram altos para a frequência de aves positivas ao considerar o escore ≥ 1 como ponto de corte já que apenas as aves não infestadas, ou seja, com escore igual a 0 foram consideradas negativas. Isso está de acordo com o que está demonstrado nas figuras 17, 18 e 19, nas quais observa-se, para este período, uma frequência baixa de aves não infestadas (escore 0) em relação à frequência de aves infestadas com os diferentes escores (escores 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7). A partir do ponto de corte de escore ≥ 2 (Figuras 21 a 26), houve redução nos valores dos quartis e das medianas das frequências de aves positivas, o que é esperado já que as aves com escores

inferiores foram consideradas negativas. Consequentemente observa-se também uma diminuição das áreas correspondentes às zonas de êxito, segurança o que quer dizer que para escores maiores, a manutenção da infestação nas zonas de êxito e de segurança esteve relacionada com uma frequência menor de aves positivas para esses escores.

5.4.2 - Controle Químico Estratégico de *O. sylviarum*

Verificou-se na análise das variáveis “faixa de umidade”, “amplitude térmica”, “umidade média” e “temperatura média” que todas perderam importância em determinar escores ≥ 3 quando se realizou o controle químico estratégico de *O. sylviarum*, pois houve redução da correlação para todas as variáveis avaliadas. Além disso, para as variáveis “amplitude térmica”, “umidade média” e “temperatura média” além da correlação ter sido baixa, ela foi também não significativa ($p > 0,05$). Sendo assim, o monitoramento das condições climáticas de temperatura e URA e obtenção da “faixa de umidade”, “amplitude térmica”, “umidade média” e “temperatura média, deixaram de ser necessários e relevantes ao se realizar o controle estratégico do ácaro nas granjas já que essas variáveis perderam importância e significância em determinar escores ≥ 3 , ou seja, infestações moderadas a altas na presença do controle.

Os resultados da análise de OR de Mantel-Haenszel com estratificação mostraram que “galpão” não apresentou importância significativa ($p > 0,05$) na determinação de escores ≥ 3 enquanto “granja” apresentou uma associação significativa ($p \leq 0,05$), ou seja, galpão perdeu importância em relação à granja (Tabela 3). Verifica-se na tabela 3 que a variável “granja” apresentou 10 vezes mais chance de explicar a ocorrência de escores ≥ 3 que a variável “galpão”. Além disso, verificou-se que o controle estratégico não exerceu nenhum efeito na relação das variáveis “granja” e “galpão” com a ocorrência de escores ≥ 3 , ou seja, de infestações mais altas.

Tabela 3: Razão de Chances (OR) apresentadas pelas variáveis “granja” e “galpão” com relação à ocorrência de escores ≥ 3 obtidas pelo teste de Mantel-Haenszel.

Variáveis	Razão de Chances (OR)	Intervalo de Confiança (95%)		Valor de p*
Granja	0,107912	0,079701	0,146110	< 0,0001
Galpão	1,010966	0,985638	1,036945	0,3995

*Valor de $p \leq 0,05$ é significativo.

Com relação à variável “ave”, verificou-se uma correlação baixa, mas significativa ($p \leq 0,05$), tanto com o escore ($r = - 0,069$) apresentado durante o estudo quanto com a ocorrência de escores de infestação ≥ 3 ($r = - 0,118$). No entanto, a análise de regressão logística pareada considerando o controle estratégico não foi significativa ($p > 0,05$). Isso quer dizer que a variável “ave” não exerce influência sobre o controle, ou seja, a possibilidade da ave ser ou não infestada ou de ser mais (escore ≥ 3) ou menos infestada (escore < 3) não é influenciada pelo fato dela ter sido ou não tratada.

Quanto ao tratamento (realização do controle estratégico), foi verificado que tratar é diferente de não tratar (não realizar o controle estratégico) no que se refere à ocorrência de escores ≥ 3 ($p \leq 0,05$) quando se considerou os 12 meses do ano. Além disso, verificou-se que a correlação entre tratar ou não tratar com o escore é baixa ($r = - 0,033$), mas significativa provavelmente porque não há uma uniformidade do intervalo referente a cada escore como também pelo fato de que

tratar uma ave com escore 6 ou 7 é diferente de tratar uma ave com escore 3 ou 4. Posteriormente, ao avaliar a relação entre tratar ou não tratar com a ocorrência dos escores em cada um dos 12 meses do ano, foram obtidas correlações baixas com e sem significância para os meses de janeiro a abril (Tabela 4). No entanto, a partir de maio quando foi iniciado o controle estratégico nas granjas, observam-se correlações negativas fortemente associadas e bastante significativas (Tabela 4), o que quer dizer que o controle causou uma redução nos escores.

Tabela 4: Correlação entre tratar ou não tratar com a ocorrência dos escores de infestação em cada um dos 12 meses do ano avaliados entre 2013 e 2015.

Meses	Correlação	Valor de p*
Janeiro	-0.0347	0.4567
Fevereiro	-0.0124	0.7873
Março	0.1479	0.0003
Abril	0.1061	0.0227
Maio	-0.1604	0.0006
Junho	-0.3356	< 0.0001
Julho	-0.3157	< 0.0001
Agosto	-0.4656	< 0.0001
Setembro	-0.6650	< 0.0001
Outubro	-0.6405	< 0.0001
Novembro	-0.5533	< 0.0001
Dezembro	-0.6679	< 0.0001

*Valores de $p \leq 0,05$ são significativos.

O gráfico com a proporção de aves com escores de infestação ≥ 3 com e sem a realização do controle químico estratégico de *O. sylviarum* nos 12 meses do ano considerando os dados obtidos nas duas granjas de postura (A e B) entre 2013 e 2015 está apresentado na figura 27.

A avaliação da influência de realizar ou não o controle estratégico de *O. sylviarum* na frequência de aves com escores ≥ 3 em cada um dos 12 meses do ano demonstrou uma diferença significativa em 11 dos 12 meses avaliados, sendo que a partir do mês de maio, as diferenças encontradas foram devido ao controle do parasito, ou seja, tratar influenciou na proporção de aves com infestações mais altas (escores ≥ 3) (Figura 27). Considerando os resultados apresentados na tabela 4 e na figura 27, pode-se dizer que o controle estratégico de *O. sylviarum* foi capaz de determinar uma redução nos escores de infestação das aves. A figura 27 demonstra claramente uma redução significativa na proporção de aves com escores de infestação ≥ 3 , ou seja, nos níveis de infestações mais elevados ao realizar o controle estratégico do ácaro. Pode-se verificar que quando o controle não foi realizado, praticamente 80% das aves apresentou escores de infestação ≥ 3 . Por outro lado, quando o controle estratégico do ácaro foi realizado, essa proporção de aves com escores de infestação ≥ 3 foi reduzida para aproximadamente 20%. Portanto, ao reduzir a proporção de aves com escores de infestação mais altos, o controle estratégico do parasito determinou ao mesmo tempo, uma proporção alta ($\pm 80\%$) de aves com escores de infestação < 3 , isto é, infestações baixas, as quais segundo Loomis (1970) não determinam prejuízos econômicos importantes. Ao reduzir a frequência de galinhas com níveis de infestação altos, o controle estratégico consequentemente tende a reduzir a presença do parasito no ambiente. Isso porque uma menor proporção de aves com infestações mais altas determinará uma redução dos ácaros presentes no esterco e nas instalações, os quais

tendem a cair ou sair ativamente das aves quando os lotes apresentam graus de infestação muito altos (DeVaney, 1978; Guimarães et al., 2001; Mullens et al., 2001). Esses resultados do controle estratégico de *O. sylviarum* se assemelham aos encontrados para o controle estratégico de outros ectoparasitos como o carrapato *Amblyomma cajennense*, cuja carga de adultos em equinos foi reduzida em 89,7 e 58,6% ao realizar banhos carrapaticidas com intervalos semanais entre abril e outubro e entre abril e julho, respectivamente (Labruna et al., 2004). Os resultados obtidos nesse trabalho também são semelhantes aos verificados por Cunha et al. (2007) para o carrapato *A. cajennense*, o qual observou reduções de 44,85 a 59,74% da carga parasitária de adultos em equinos ao realizar o controle estratégico do ectoparasito por meio de banhos carrapaticidas semanais nos meses de abril, maio e julho. Os resultados verificados no presente trabalho também condizem com os resultados observados por Delgado (2002) para o carrapato *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*, cujas populações médias foram menores e dinamicamente mais estáveis ao realizar o controle estratégico.

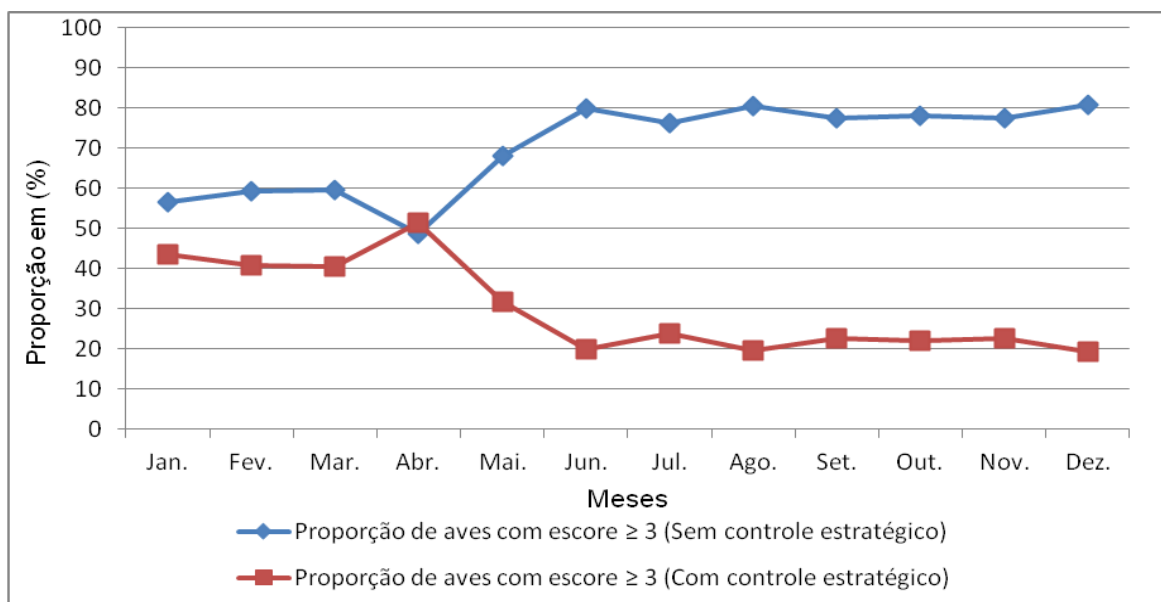


Figura 27: Gráfico com a proporção de aves com escores de infestação ≥ 3 com e sem a realização do controle químico estratégico de *O. sylviarum* nos 12 meses do ano considerando os dados obtidos nas duas granjas de postura (A e B) entre 2013 e 2015.

Valores de p obtidos pelo teste de Qui-Quadrado de Pearson.

Os valores de p para cada mês foram: $p_{jan.} = 0,001$; $p_{fev.} = 0,013$; $p_{mar.} < 0,001$; $p_{abr.} = 0,486$; $p_{mai.} < 0,001$; $p_{jun.} < 0,001$; $p_{jul.} = 0,001$; $p_{ago.} < 0,001$; $p_{set.} = 0,001$; $p_{out.} < 0,001$; $p_{nov.} < 0,001$; $p_{dez.} < 0,001$.

Valores de $p \leq 0,05$ são significativos.

A redução da proporção de aves com escores de infestação mais altos (escores ≥ 3) não foi maior provavelmente devido a alguns fatores como o tratamento de aves com níveis de infestação altos (escores 5, 6 e 7), para as quais o controle tende a ser menos eficiente de acordo com Mullens et al. (2009). Portanto, o controle provavelmente reduziu o nível de infestação destas aves, porém não a ponto de tornar os seus escores de infestação menores que 3. Além disso, a presença de fatores predisponentes para a ocorrência de *O. sylviarum* nas granjas como a ave sinantrópica canário da terra (*Sicalis flaveola*) e ratas (*Rattus norvegicus*) (Cunha,

2013) podem ter contribuído também para a manutenção da proporção de aves com escores de infestação ≥ 3 em torno de 20% ao realizar o controle estratégico.

Pode-se verificar também na figura 27 que o controle estratégico de *O. sylviarum* manteve a proporção de aves com escores ≥ 3 baixa ($\pm 20\%$) por um longo período do ano, mais precisamente por sete meses. Outros trabalhos que realizaram o controle do parasito por meio da pulverização das aves com acaricidas químicos, porém não de forma estratégica, obtiveram períodos de controle do ácaro de no máximo oito semanas, bem inferiores ao verificado no presente trabalho (Hall et al., 1980; Willians e Berry, 1980).

Comparativamente com estudos que realizaram o controle de *O. sylviarum* utilizando outros métodos como a impregnação de tiras plásticas ou o preenchimento de tubos de vinil com acaricidas químicos e instalação dos mesmos nas gaiolas, o período de controle obtido no presente trabalho também foi maior, já que naqueles estudos, o controle das infestações foi mantido por 17 e 19 semanas, respectivamente. Além disso, nesses trabalhos, os autores utilizaram concentrações altas de 10 e 42,5% do acaricida (Miles Jones e Kissam, 1983; Hall et al., 1984).

Os resultados obtidos neste estudo com o controle estratégico se assemelham aos encontrados por Yazwinski et al. (2005) que conseguiram uma redução mais pronunciada no número dos estágios de vida do ácaro ao realizar dois tratamentos com intervalo de 14 dias com acaricidas químicos na forma de spray e no volume de 30 mL por ave.

Comparativamente com métodos alternativos de controle de *O. sylviarum*, o controle químico estratégico realizado nas granjas foi capaz de reduzir a proporção de aves com níveis de infestação mais altos e de manter esta proporção baixa por um período de tempo mais longo ao mesmo tempo que aumentou a frequência de persistência de aves com escores baixos. Tratamentos não estratégicos realizados com extrato de nim (*Azadirachta indica*) a 0,06%, por exemplo, ocasionaram a redução da população de ácaros por apenas quatro semanas e a 2%, realizando três tratamentos com intervalos semanais, obteve-se a eliminação completa da população por 12 semanas. Já formulações líquidas de caulim e de terra diatomácea na concentração de 12% e em duas aplicações semanais consecutivas e de *Beauveria bassiana* (1×10^8 conídios/mL) promoveram o controle do parasito por curtos períodos de no máximo três semanas (Soares et al., 2008; Mullens et al., 2012).

O gráfico com as curvas de Kaplan Meier do tempo de sobrevivência em meses da frequência de aves com escores < 3 nas granjas A e B sem a realização do controle químico estratégico de *O. sylviarum* estão apresentadas na figura 28.

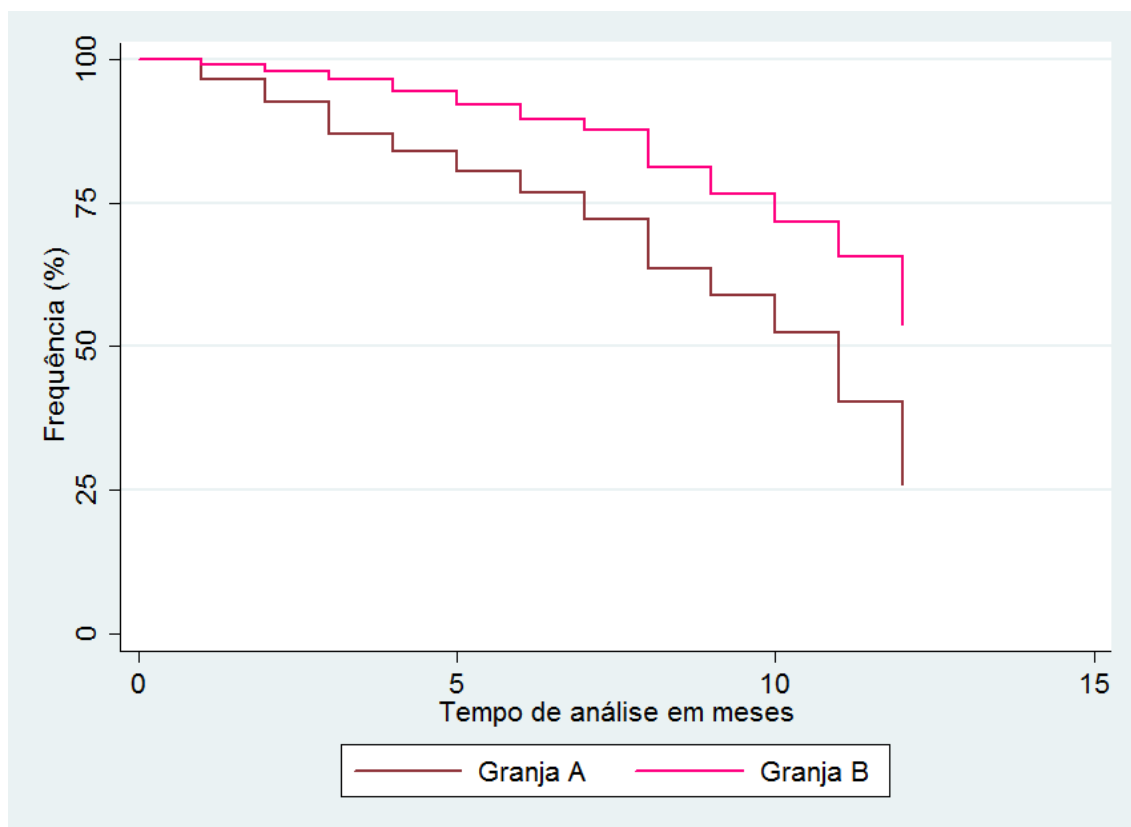


Figura 28: Gráfico com as curvas de Kaplan Meier do tempo de sobrevivência em meses da frequência de aves com escores < 3 nas granjas A e B sem a realização do controle químico estratégico de *O. sylviarum* durante os 12 meses do ano.

Valor de $p < 0,0001$ obtido pelo teste de Logrank.

Pode-se observar na figura 28 que a frequência de persistência de aves com escores de infestação mais baixos foi maior na granja B que na granja A, ou seja, a frequência acumulada de aves com escores < 3 foi maior na granja B. Esses resultados concordam com o que foi verificado na análise descritiva do primeiro acompanhamento da dinâmica populacional de *O. sylviarum*, ou seja, uma frequência de aves com infestações baixas maior na granja B que na granja A (Figuras 5 e 6). Isso provavelmente está relacionado às diferenças entre as granjas no que se refere a fatores como o controle de roedores, manejo do esterco, disposição das instalações. A granja A diferentemente da granja B não realiza o controle de roedores, dentre eles a ratazana considerada um fator de risco para a ocorrência de *O. sylviarum* como também uma carreadora e dispersora do parasito pela granja (Hall e Turner, 1976; Cunha, 2013). Além disso, na granja A, há a presença de galpões adjacentes o que associado à presença de ratas e canários da terra, também considerados fatores predisponentes para a ocorrência do ácaro, além do trânsito de funcionários e compartilhamento de utensílios entre os galpões tendem a favorecer a dispersão do parasito assim como a ocorrência e o aumento das infestações (Kells e Surgeoner, 1997; Cunha 2013). Com relação ao manejo do esterco, na granja A, a retirada ocorre apenas quando o lote é descartado enquanto na granja B há uma periodicidade maior de retirada o que auxiliaria na redução dos ácaros presentes no esterco, os quais caem ou saem ativamente das aves intensamente infestadas e são encontrados nas fezes que ficam embaixo das gaiolas podendo sobreviver por algumas semanas no ambiente e assim propiciar a ocorrência de

novas infestações (Kirkwood, 1963; DeVaney, 1978; Guimarães et al., 2001; Chen e Mullens, 2008).

O gráfico com as curvas de Kaplan Meier do tempo de sobrevida em meses da frequência de aves com escores < 3 com e sem a realização do controle químico estratégico de *O. sylviarum* estão apresentadas na figura 29. Já o gráfico com as curvas de Kaplan Meier do tempo de sobrevida em meses da frequência de aves com escores < 3 nas granjas A e B com e sem a realização do controle químico estratégico de *O. sylviarum* estão apresentadas na figura 30.

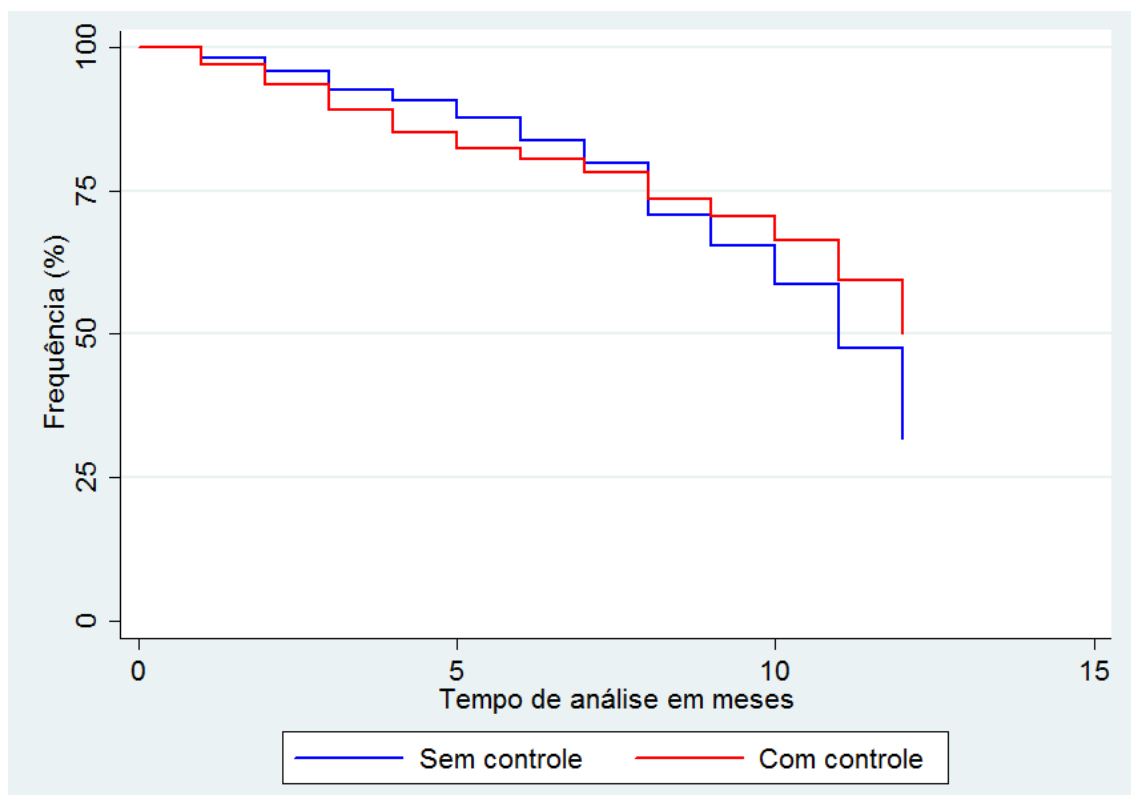


Figura 29: Gráfico com as curvas de Kaplan Meier do tempo de sobrevida em meses da frequência de aves com escores < 3 com e sem a realização do controle químico estratégico de *O. sylviarum*.

Valor de $p = 0,1392$ obtido pelo teste de Wilcoxon e considerando os 12 meses do ano.

Valor de $p = 0,0002$ obtido pelo teste de Wilcoxon e desconsiderando os meses de janeiro a março, nos quais não foi realizado nenhum tipo de controle do parasito.

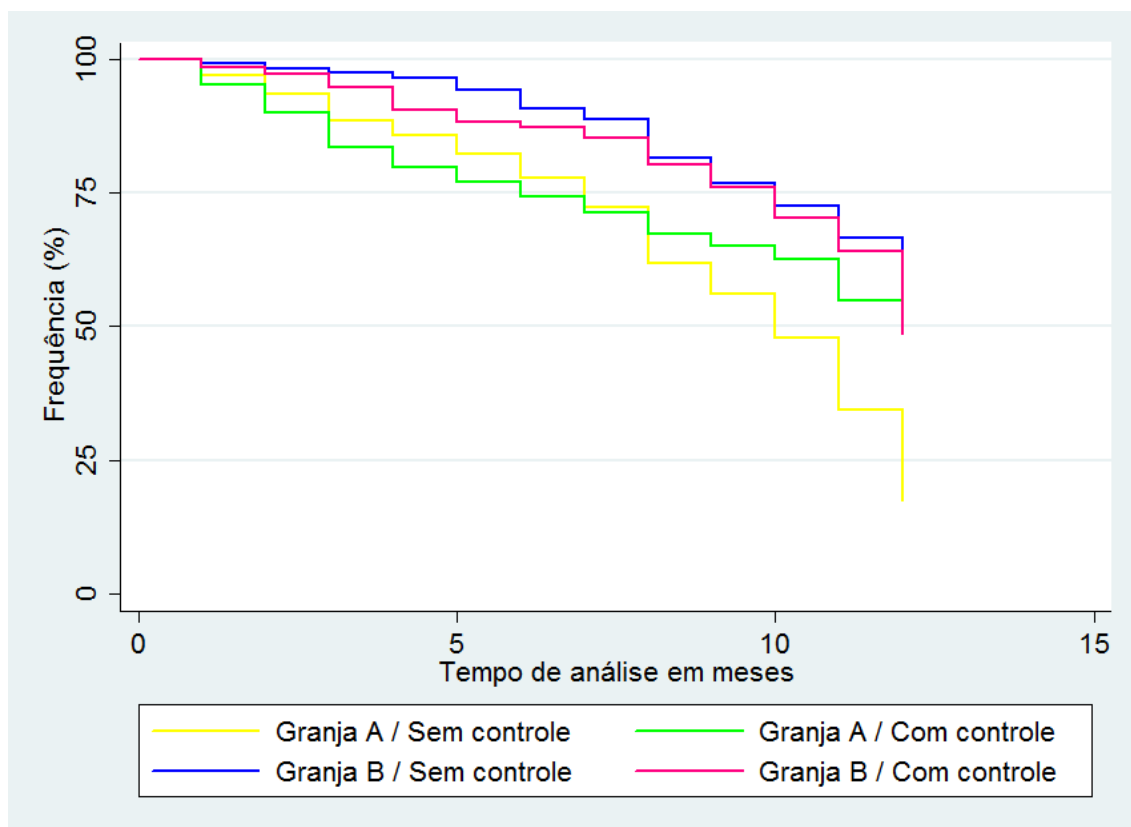


Figura 30: Gráfico com as curvas de Kaplan Meier do tempo de sobrevivência em meses da frequência de aves com escores < 3 nas granjas A e B com e sem a realização do controle químico estratégico de *O. sylviarum*.

Valor de $p < 0,0001$ obtido pelo teste de Wilcoxon.

Pode-se observar na figura 29 que a frequência de persistência de aves com escores de infestação mais baixos foi maior quando se realizou o controle estratégico nas granjas do que quando não se realizou, ou seja, a frequência acumulada de aves com escores < 3 foi maior quando o controle foi realizado. Na figura 30, pode-se verificar que na granja A houve uma frequência de persistência maior de aves com escores de infestação mais baixos quando se realizou o controle do que quando não se realizou. Já na granja B, a frequência de persistência de aves com escores de infestação mais baixos com e sem a realização do controle foi semelhante, o que não quer dizer que o controle não foi significativo. Isso está de acordo com o que foi observado para a granja B na análise descritiva do primeiro acompanhamento da dinâmica populacional de *O. sylviarum*, isto é, comparativamente com a granja A, a granja B já possuía uma proporção maior de aves com níveis de infestação mais baixos, diferença essa significativa e demonstrada na figura 28. E conforme descrito anteriormente, os resultados verificados na figura 30 provavelmente também se devem às diferenças entre as granjas no que se refere a fatores como o controle de roedores, manejo do esterco, disposição das instalações. Portanto, os efeitos do controle estratégico foram mais evidentes na granja A e ocasionaram uma frequência de persistência de aves com escores < 3 maior comparativamente com o período em que o controle não foi realizado, pois esta granja possuía uma frequência menor de aves com níveis de infestação mais baixos em relação à granja B. Desta forma, o controle na granja A fez

com que a proporção alta de aves com níveis de infestação mais elevados se transformasse em uma proporção alta de aves com níveis de infestação mais baixos e persistentes.

O gráfico com as curvas de Kaplan Meier do tempo de sobrevivência em meses da frequência de aves com escores ≥ 3 com e sem a realização do controle químico estratégico de *O. sylviarum* estão apresentadas na figura 31.

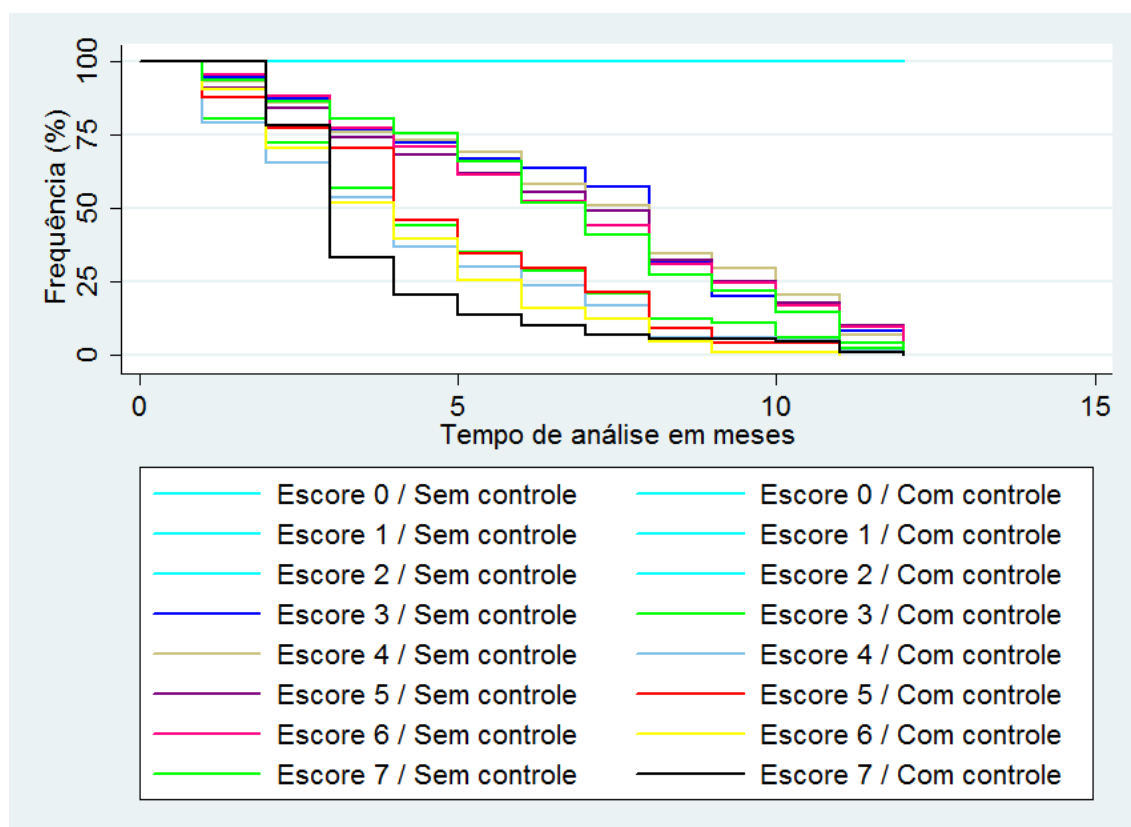


Figura 31: Gráfico com as curvas de Kaplan Meier do tempo de sobrevivência em meses da frequência de aves com escores ≥ 3 com e sem a realização do controle químico estratégico de *O. sylviarum*.

Sistema de escore de Arthur e Axtell (1983): escore 0 = não visualização de ácaros; escore 1 = 1-10 ácaros; escore 2 = 11-50 ácaros; escore 3 = 51-100 ácaros; escore 4 = 101-500 ácaros; escore 5 = 501-1.000 ácaros; escore 6 = 1.001-10.000 ácaros; escore 7 = > 10.000 ácaros.

Valor de $p < 0,0001$ obtido pelo teste de Wilcoxon.

Pode-se verificar na figura 31 que a frequência de persistência das aves com escores de infestação mais altos, ou seja, escores ≥ 3 , foi menor quando o controle estratégico do ácaro foi realizado. Percebe-se claramente na figura 29 uma queda rápida dos escores de infestação altos (escores 5, 6 e 7) ao realizar o controle estratégico, principalmente do escore 7, para o qual observa-se aos quatro meses de análise que 75% das aves persistiram com este escore quando o controle não foi realizado enquanto no mesmo período de tempo, apenas 25% das aves persistiram com este escore quando o controle estratégico foi realizado. Portanto, a frequência de aves com escores de infestação mais altos foi reduzida a níveis mais baixos e em um período de tempo mais curto ao se realizar o controle. Essa redução tende a contribuir diretamente para a

diminuição da infestação do ambiente já que menos ácaros caem nas fezes embaixo das gaiolas ou saem ativamente das aves e são encontrados nas instalações e nos ovos (DeVaney, 1978; Guimarães et al., 2001), reduzindo assim a possibilidade de reinfestações ou novas infestações e contribuindo para a manutenção do controle do ácaro.

6 – CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

A técnica do exame visual de escore apresentou uma boa acurácia e confiabilidade como técnica de monitoramento das infestações causadas por *O. sylviarum*. Desta forma, esta técnica pela sua praticidade pode ser utilizada em granjas da região Centro-Oeste de Minas Gerais por funcionários treinados para monitorar periodicamente a população do ácaro nos galpões e assim determinar o momento correto para realizar os tratamentos durante os períodos do controle estratégico ou realizar controles táticos nos outros períodos do ano, caso necessário.

No presente trabalho são apresentados os primeiros resultados de um estudo da dinâmica populacional de *O. sylviarum* em granjas de postura sob condições de campo no Brasil. Esse estudo executado em duas granjas da região Centro-Oeste de Minas Gerais sem a realização do controle químico estratégico possibilitou identificar dois períodos do ano (maio a julho e outubro a dezembro), nos quais a frequência de aves com escores de infestação mais altos aumenta assim como demonstrou a flutuação da população do parasito nos demais períodos do ano. Além disso, aves que tornam-se não infestadas, tendem a ser manter nesta condição por um longo período. A faixa de umidade aumenta o risco de encontrar todos os escores de infestação em relação ao escore 0 enquanto a amplitude térmica reduz o risco de encontrar a maioria dos escores de infestação em relação ao escore 0. Portanto, as informações obtidas nesse estudo foram fundamentais para a elaboração da proposta de controle estratégico realizada nas granjas.

No presente trabalho também são apresentados os primeiros resultados de uma proposta de controle químico estratégico de *O. sylviarum* realizada em granjas de postura sob condições de campo no Brasil. A proposta de controle estratégico de *O. sylviarum* executada nas granjas da região Centro-Oeste de Minas Gerais com base nos resultados obtidos durante o primeiro acompanhamento da dinâmica populacional e nos testes de sensibilidade *in vitro* do ácaro a acaricidas químicos foi capaz de reduzir de maneira significativa a proporção de aves com escores de infestação mais altos e de manter essa proporção baixa por um longo período. Ao mesmo tempo, o controle proporcionou uma frequência de persistência maior de aves com infestações baixas, ou seja, uma proporção maior por um período mais longo de aves com infestações abaixo do limite causador de danos econômicos importantes. E, pelos resultados obtidos, é provável que se consiga obter e manter com o controle estratégico do ácaro uma porcentagem maior de aves com níveis de infestação baixos e sem infestação ao longo dos anos com um menor número de tratamentos e associando-se ao controle estratégico, outras medidas de controle possíveis como, por exemplo, o controle de aves sinantrópicas como o canário da terra (*Sicalis flaveola*) e de roedores como a ratazana (*Rattus norvegicus*). Além disso, outras medidas como a remoção do esterco acumulado embaixo das gaiolas com uma periodicidade maior, evitar o compartilhamento de utensílios assim como o trânsito de funcionários entre galpões também podem contribuir com o controle estratégico do ácaro no que se denomina de controle integrado para a manutenção de uma proporção mais alta de aves com escores de infestação baixos e sem infestação.

Portanto, em virtude dos resultados alcançados com a proposta de controle estratégico de *O. sylviarum* apresentada no presente trabalho, recomenda-se realizar semanalmente (de

preferência) ou a cada 15 dias durante os meses de maio a julho e de outubro a dezembro, o monitoramento da intensidade de infestação das aves pelo parasito por meio do exame visual de escore por observadores treinados. O número de aves monitoradas em cada galpão poderá variar entre 0,1 a 0,2% do tamanho do lote (Rutz, 1981). A decisão pelo tratamento deverá levar em consideração aves com escore ≥ 3 , recomendado como ponto de corte e os valores dos quartis e mediana. Devem ser realizados sempre dois tratamentos de todas as aves do galpão com intervalo semanal entre eles. Esses tratamentos devem ser realizados utilizando o método de pulverização com bomba costal manual da região pericloacal das galinhas sendo que em cada ave deve ser aplicado um volume médio de 30 mL da solução do produto na concentração recomendada pelo fabricante. A escolha do produto é de extrema importância para a eficiência do tratamento e, portanto, deverá ser baseada em testes de sensibilidade realizados previamente em laboratório com amostras do ácaro coletadas na granja já que determinados produtos comerciais disponíveis no mercado podem não ser eficientes contra *O. sylviarum*, conforme verificado no presente trabalho.

7 – 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.

ABASA, R.O. Survival of starved adult northern fowl mites at different relative humidities. *J. Econ. Entomol.*, v.62, p.1075-1076, 1969.

ABPA. Relatório anual ABPA, 2015. Disponível em: <<http://abpa.br.com.br/files/publicacoes/c59411a243d6dab1da8e605be58348ac.pdf>>. Acesso em: 03 fev. 2016.

ARENDS, J.J.; ROBERTSON, S.H.; PAYNE, C.S. Impact of northern fowl mite on broiler breeder flocks in North Carolina. *Poult. Sci.*, v.63, p.1457-1461, 1984.

ARTHUR, F.H.; AXTELL, R.C. Comparisons of permethrin formulations and application methods for northern fowl mite control on caged laying hens. *Poult. Sci.*, v.61, p.879-884, 1982.

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.

AXTELL, R.C.; ARENDS, J.J. Ecology and management of arthropod pests of poultry. *Annu. Rev. Entomol.*, v.35, p.101-126, 1990.

BEERWINKLE, K.R.; DEVANEY, J.A. Control of the northern fowl mite on inanimate objects by fumigation: laboratory studies. *Poult. Sci.*, v.62, n.1, p.38-42, 1983.

BERTECHINI, A.G. Mitos e verdades sobre o ovo de consumo, 2003. Disponível em: <<http://www.avisite.com.br>>. Acesso em: 10 Jul. 2014.

BRUNEAU, A.; DERNBURG, A.; CHAUVE, C.; ZENNER, L. First report of the northern fowl mite *Ornithonyssus sylviarum* in France. *Vet. Rec.*, v.150, p.413-414, 2002.

- CAMERON, D. The northern fowl mite (*Liponyssus sylviarum* C. & F., 1877): Investigations at MacDonald College, with a summary of previous work. *Can. J. Res.*, v.16, p.230-254, 1938.
- 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, p.637-646, 2008.
- CHEN, B.L.; HAITH, K.L.; MULLENS, B.A. Beak condition drives abundance and grooming-mediated competitive asymmetry in a poultry ectoparasite community. *Parasitol.*, v.138, p.748-757, 2011.
- COLLISON, C.H.; DANKA, R.G.; KENNEL, D.R. An evaluation of permethrin, carbaryl, and amitraz for the control of northern fowl mites on caged chickens. *Poult. Sci.*, v.60, n.8, p.1812-1817, 1981.
- CONGLY, H. Northern fowl mite dermatitis. *Can. Med. Assoc. J.*, v.132, n.7, p.738, 1985.
- CRYSTAL, M.M. Hatching northern fowl mite eggs held at different temperatures and humidities. *J. Parasitol.*, v.71, n.1, p.122-124, 1985.
- CRYSTAL, M.M.; DEMILO, A.B. Susceptibility of laboratory-reared northern fowl mites, *Ornithonyssus sylviarum* (Acari: Macronyssidae), to selected acaricides. *Exp. Appl. Acarol.*, v.4, n.4, p.353-358, 1988.
- CUNHA, A.P.; BELLO, A.C.P.P.; LEITE, R.C., et al. Controle estratégico de *Amblyomma cajennense* (Fabricius, 1787) (Acari: Ixodidae) em equinos, Minas Gerais, Brasil – Parte I. *Rev. Bras. Parasitol. Vet.*, v.16, n.4, p.221-228, 2007.
- 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 LA RIVA, D.G.; SOTO, D.; MULLENS, B.A. Temperature governs on-host distribution of the northern fowl mite, *Ornithonyssus sylviarum* (Acari: Macronyssidae). *J. Parasitol.*, v.101, n.1, p.18-23, 2015.
- DELGADO, F.E.F. *Avaliação do controle estratégico do Boophilus microplus (Canestrini, 1887), pelo programa BABSIM, em propriedades dos Campos das Vertentes e sul de Minas*. 2002. 29f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- DELOACH, J.R.; DEVANEY, J. Northern fowl mite ingests large quantities of blood from white leghorn hens. *J. Med. Entomol.*, v.18, n.5, p.374-377, 1981.
- DEVANEY, J.A.; ELISSALDE, M.H.; STEEL, E.G. et al. Effect of the northern fowl mite, *Ornithonyssus sylviarum* (Canestrini e Fanzago) on white leghorn roosters. *Poult. Sci.*, v.58, p.1585-1590, 1977.

DEVANEY, J.A. A survey of poultry ectoparasite problems and their research in the United States. *Poult. Sci.*, v.57, n.5, p.1217-1220, 1978.

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. Effects of microwave and various combinations of ambient temperature exposures on off-host survival of northern fowl mites. *Poult. Sci.*, v.59, p.2198-2201, 1980a.

DEVANEY, J.A.; BEERWINKLE, K.R. A nonchemical method of controlling the northern fowl mite, *Ornithonyssus sylviarum* (Canestrini e Fanzago), on caged white leghorn hens. *Poult. Sci.*, v.59, n.6, p.1226-1228, 1980b.

DEVANEY, J.A.; ZIPRIN, R.L. Detection and correlation of immune responses in white leghorn chickens to northern fowl mite populations. *Poult. Sci.*, v.59, p.34-37, 1980a.

DEVANEY, J.A.; ZIPRIN, R.L. Acquired immune response of white leghorn hens to populations of northern fowl mite, *Ornithonyssus sylviarum* (Canestrini and Fanzago). *Poult. Sci.*, v.59, p.1742-1744, 1980b.

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.; BEERWINKLE, K.R. Control of the northern fowl mite on inanimate objects by fumigation: field studies. *Poult. Sci.*, v.62, n.1, p.43-46, 1983.

DEVANEY, J.A.; MARTIN, B.W.; HARVEY, R.B. Factors affecting northern fowl mite populations on chickens: effect of age of pullet at time of infestation and effect of caponizing roosters. *Poult. Sci.*, v.63, p.1327-1332, 1984.

DEVANEY, J.A. Progress on control of northern fowl mites on caged laying hens. *Vet Parasitol.*, v.18, n.3, p.289-295, 1985.

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

DEVANEY, J.A.; AUGUSTINE, P.C. Correlation of estimated and actual northern fowl mite population with the evolution of specific antibody to a low molecular weight polypeptide in sera of infested hen. *Poult. Sci.*, v.67, p.549-556, 1988.

DOHOO I.; MARTIN W.; STRYHN H. *Veterinary Epidemiologic Research*. Charlottetown: Ed. AVC Inc.. 2003. p. 706.

DOMINGUES, L.N. *Práticas de controle e perfil de suscetibilidade de Haematobia irritans irritans (Linnaeus, 1758) (Diptera: Muscidae) e Rhipicephalus (Boophilus) microplus (Canestrini, 1887) (Acari: Ixodidae) à cipermetrina e clorpirifós na mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, MG, 2010*. 2011. 62f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

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 - Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2012. Top production – Hen eggs in Shell – 2012. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org/browse/Q/QL/E>> Acesso em: 20 jan. 2016.

FLECHTMANN, C. H. W. Elementos de acarologia. São Paulo: Nobel, 1975. 344p.

FLETCHER, M.G.; AXTELL, R.C. Susceptibilities of northern fowl mite, *Ornithonyssus sylviarum* (Acarina: Macronyssidae), and chicken mite, *Dermanyssus gallinae* (Acarina: Dermanyssidae), to selected acaricides. *Exp. Appl. Acarol.*, v.13, n.2, p.137-42, 1991.

GUIMARÃES, J.H.; TUCCI, E.C.; BARROS-BATTESTI, D.M. (1ª Ed.) Ectoparasitas de Importância Veterinária. São Paulo: Plêiade/FAPESP, 2001. 218 p.

HALBRITTER, D.A.; MULLENS, B.A. Responses of *Ornithonyssus sylviarum* (Acari: Macronyssidae) and *Menacanthus stramineus* (Phthiraptera: Menoponidae) to gradients of temperature, light, and humidity, with comments on micro-habitat selection on chickens. *J. Med. Entomol.*, v.48, p.251-261, 2011.

HALL, R.D.; GROSS, W.B. Effect of social stress and inherited plasma corticosterone levels in chickens on populations of the northern fowl mite, *Ornithonyssus sylviarum*. *J. Parasitol.*, v.61, n.6, p.1096-1100, 1975.

HALL, R.D.; TOWNSEND JR. L.H.; TURNER, E.C. The use of chlordimeform against northern fowl mites on caged laying hens. *Vet. Parasitol.*, v.1, n.2, p.185-192, 1975.

HALL, R.D.; TURNER Jr., 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.

HALL, R.D.; TURNER Jr., E.C., GROSS, W.B. Effect of cage densities on northern fowl mite populations in commercial caged-layer operations. *Poult. Sci.*, v.57, n.2, p.564-566, 1978a.

HALL, R.D.; TOWNSEND Jr., L.H.; TURNER Jr., E.C. Laboratory and field tests to compare the effectiveness of organophosphorous, carbamate, and synthetic pyrethroid acaricides against northern fowl mites. *J. Econ. Entomol.*, v.71, n.2, p.315-318, 1978b.

HALL, R.D.; GROSS, W.B.; TURNER, E.C. Population development of *Ornithonyssus sylviarum* (Canestrini and Fanzago) on Leghorn roosters inoculated with steroids and subjected to extremes social interaction. *Vet. Parasitol.*, v.5, p.287-297, 1979.

HALL, R.D.; VANDEPOPULIERE, J.M.; ENGLISH, L.M., et al. Comparative evaluation of four registered acaricides for field control of northern fowl mites on caged laying hens. *Poult. Sci.*, v.59, n.11, p.2424-2430, 1980.

- HALL, R.D.; VANDEPOPULIERE, J.M.; FISHER, F.J., et al. Comparative efficacy of plastic strips impregnated with permethrin and permethrin dust for northern fowl mite control on caged laying hens. *Poult. Sci.*, v.62, n.4, p.612-615, 1983.
- HALL, R.D.; VANDEPOPULIERE, J.M.; FISHER, F.J., et al. A new in-cage treatment system for control of northern fowl mites on laying hens. *Poult. Sci.*, v.63, n.4, p.628-632, 1984.
- 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.
- HAMANN, W. *Sensibilidade in vitro do Dermanyssus gallinae (De Geer, 1778) e Ornithonyssus sylviarum (Canestrini e Fanzago, 1877) (Acari: Gamasida) frente a acaricidas fosforados, piretróides e amidinas, com observações sobre o ciclo biológico.* 1990. 97f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) - Instituto de Biologia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Itaguaí.
- HAMMON, W.M.; REEVES, W.C, CUNHA, R., et al. *Sci.*, v.107, n.2769, p.92-93, 1948.
- HINKLE, N.C, HICKLE, L.A. California caged layer pest management evaluation. *J Appl. Poult. Res.*, v.8, p.327-338, 1999.
- HOFSTAD, M. S. A study on the epizootiology of Newcastle disease (pneumoencephalitis). *Poult. Sci.*, v.28, n.4, p.530-533, 1949.
- JANSSON, D.S.; OTMAN, F.; LUNDQVIST, L., et al. Northern fowl mite (*Ornithonyssus sylviarum*) in Sweden. *Med. Vet. Entomol.*, v.28, n.4, p.443-446, 2014.
- KELLS, S.A.; SURGEONER, G.A. Sources of northern fowl mite (*Ornithonyssus sylviarum*) infestation in Ontario egg production facilities. *J. Appl. Poult. Res.*, v.6, n.2, p.221-228, 1997.
- KIRKWOOD, A.C. Longevity of the mites *Dermanyssus gallinae* and *Liponyssus sylviarum*. *Experimental Parasitol.*, v.14, n.3, p.358-366, 1963.
- KNEE, W.; PROCTOR, H. Host records for *Ornithonyssus sylviarum* (Mesostigmata: Macronyssidae) from birds of North America (Canada, United States and Mexico). *J. Med. Entomol.*, v.44, p.709-713, 2007.
- KRANTZ, G.W. *A Manual of Acarology*. 2. ed. Corvallis: OPregon State University Book Stores, Inc. 1978. 509 p. Ilust.
- LABRUNA, M.B.; LEITE, R.C.; GOBESSO, A.A.O., et al. Controle estratégico do carrapato *Amblyomma cajennense* em equinos. *Ciência Rural*, v.34, n.1, p.195-200, 2004.
- LANDIS, R.; KOCH, G.G. The Measurement of Observer Agreement for Categorical Data. *Biometrics*, v.33, n.1, p.159-174, 1977.

- LEMKE, L.A.; COLLISON, C.H. Evaluation of a visual sampling method used to estimate northern fowl mite, *Ornithonyssus sylviarum* (Acari: Macronyssidae), populations on caged laying hens. *J. Econ. Entomol.*, v.78, p.1079-1082, 1985.
- LEMKE, L.A.; COLLISON, C.H.; KIM, K.C. Host digestion to determine populations of the northern fowl mite, *Ornithonyssus sylviarum* (Acari: Macronyssidae), on mature chickens. *J. Med. Entomol.*, v.25, n.3, p.183-185, 1988.
- LESNOFF, M.; LANCELOT, R. Analysis of Overdispersed Data (aod). Version: 1.3, 2012.
- LOOMIS, E.C.; BRAMHALL, E.L.; ALLEN, J.A., et al. Effects of the northern fowl mite on white leghorn chickens. *J. Econ. Entomol.*, v.63, p.1885-1889, 1970.
- LOT, L.R.T.; VAN DEN BROEK, L.; MONTEBELLO, P.C.B.; CARVALHO, T.B. Mercado de ovos: panorama do setor e perspectivas. In: XLIII Congresso da SOBER, n° 43, 2005. Ribeirão Preto. *Anais...* Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural, 2005.p.1-15.
- LUTSKY, I.; BAR-SELA, S. Northern fowl mite, (*Ornithonyssus sylviarum*) in occupational asthma of poultry workers. *The Lancet*, 1982.
- MARÍN-GÓMEZ, S.Y. Parásitos que afectan la gallina criolla (*Gallus domesticus*) en Caldas-Colombia. *Rev. Vet. Zootec. Caldas, Univ. Caldas.*, v.12, n.2, p. 18-22, 2003.
- MARÍN-GÓMEZ, S.Y.; BENAVIDES-MONTAÑO, J.A. Parásitos en aves domésticas (*Gallus domesticus*) en el Noroccidente de Colombia. *Vet. Zootec.*, v.1, n.2, p.43-51, 2007.
- MATTYSSE, J.G.; JONES, C.J.; PURNASIRI, A. Development of northern fowl mite populations on chickens, effects on the host, and immunology. *Search Agric., Cornell Univ. Expt. Sta.*, v.4, p.1-39, 1974.
- MCCULLOCH, J.B.; OWEN, J.P. Arrhenotoky and oedipal mating in the northern fowl mite (*Ornithonyssus sylviarum*) (Acari: Gamasida: Macronyssidae). *Parasites and Vectors*, v.5, p.281-286, 2012.
- MCKEEN, W.D.; LOOMIS, E.C.; DUNNING, L.L. Effectiveness of Ectiban, egg oil, Rabon, or Sevin for control of northern fowl mites on laying hens. *Poult. Sci.*, v.62, n.12, p.2343-2346, 1983.
- MEDRONHO, R.A.; PINHEIRO, R.S.; TORRES, T.Z.G. Análise exploratória de dados. In: *Epidemiologia – 2. ed. - São Paulo: Atheneu, 2009. Cap. 18, p. 327 - 337.*
- MILES JONES, E.; KISSAM, J.B The Effectiveness of polyvinyl chloride plastic bands impregnated with permethrin as a control for the northern fowl mite, *Ornithonyssus sylviarum* (Canestrini and Fanzago), infesting caged laying chickens: *Poult. Sci.*, v.62, n.6, p.1113-1116, 1983.

- MULLENS, B.A.; HINKLE, N.C.; SZIJJ, C.E. Monitoring northern fowl mites (Acari: Macronyssidae) in caged laying hens: feasibility of an egg-based sampling system. *J. Econ. Entomol.*, v.93, n.3, p.1045-1054, 2000.
- MULLENS, B.A.; HINKLE, N.C.; ROBINSON, L.J., et al. Dispersal of northern fowl mites, *Ornithonyssus sylviarum*, among hens in an experimental poultry house. *J. Appl. Poult. Res.*, v.10, n.1, p.60-64, 2001.
- MULLENS, B.A.; KUNEY, D.R.; HINKLE, N.C., et al. Producer attitudes and control practices for northern fowl mites in southern California. *J. Appl. Poult. Res.*, v.13, p.488-492, 2004.
- MULLENS, B.A.; OWEN, J.P.; RONEY, 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, p.116-133, 2009.
- MULLENS, B.A.; CHEN, B.L.; OWEN J.P. Beak condition and cage density determine abundance and spatial distribution of northern fowl mites, *Ornithonyssus sylviarum*, and chicken body lice, *Menacanthus stramineus*, on caged laying hens. *Poult. Sci.*, v.89, n.12, p.2565-2572, 2010.
- MULLENS, B.A.; SOTO, D.; MARTIN, C.D., et al. Northern fowl mite (*Ornithonyssus sylviarum*) control evaluations using liquid formulations of diatomaceous earth, kaolin, sulfur, azadirachtin, and *Beauveria bassiana* on caged laying hens. *J. Appl. Poult. Res.*, v.21, n.1, p.111-116, 2012.
- NORDENFORS, H.; HOGLUND, J. Long term dynamics of *Dermanyssus gallinae* in relation to mite control measures in aviary systems for layers. *Brit. Poult. Sci.*, v.41, p.533-540, 2000.
- NORDENFORS, H.; CHIRICO, J. Evaluation of a sampling trap for *Dermanyssus gallinae* (Acari: Dermanyssidae). *J. Econ. Entomol.*, v.94, n.6, p.1617-1621, 2001.
- OLIVER JR., J. H. Notes on reproductive behavior in the Dermanyssidae. *J. Med. Entomol.*, v.3, n.1, p.29-35, 1966.
- 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.
- OWEN, J.P.; DELANY, M.E.; CARDONA, C.J., et al. Host inflammatory response governs fitness in an avian ectoparasite, the northern fowl mite (*Ornithonyssus sylviarum*). *Int. J. Parasitol.*, v.39, n.7, p.789-799, 2009.
- PAN, B.; LIANG, D.; ZHANG, Y., et al. Comparative efficacy of oil solution and wettable powder of lambda-cyhalothrin to naturally occurring *Ornithonyssus sylviarum* infestation of chickens. *Vet. Parasitol.*, v.164, p.353-356, 2009.
- PEREIRA, M.C.; OBA, M.S.P.; SCHUMAKER, T.T.S. *Ornithonyssus sylviarum* (Canestrini e Fanzago 1877) - (Mesostigmata: Macronyssidae) em *Gallus gallus domesticus* (L.) no Estado de São Paulo, Brasil. *Rev. Fac. Med. Vet. Zoo. Univ. São Paulo*, v.14, n.1, p.243-251, 1977.

- RUTZ, D.A. Integrated multipest management, a pilot program for poultry and livestock in North Carolina. In: Status of biological control of filth flies. U.S.: Dep. Agric. SEA, 1981.
- SAMPAIO, I.V.B. Estatística aplicada à experimentação animal. Belo Horizonte: (3ª Ed.). Fundação de Ensino e Pesquisa em Medicina Veterinária e Zootecnia; 2007. 264p.
- SCOTT, L.J. Regression Models for Categorical and Limited Dependent Variables. Thousand Oaks, CA: Sage Publications, 1997.
- SERAFINI, P.S.; ANJOS, L.; ARZUA, M.; VOLPATO, G.; 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.691-697, 1954.
- SILLOS, P.P. *Sazonalidade e testes de eficácia com drogas contra o Dermanyssus gallinae (De Geer, 1778) e Ornithonyssus sylviarum (Canestrini e Fanzago, 1877) nas granjas de postura da região metropolitana de Curitiba*. 2002. 68f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Escola de Veterinária, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- SINDAN- Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Saúde Animal – *Compêndio de Produtos Veterinários*. Disponível em: < <http://www.cpv.com.br/cpvs/pesquisa.aspx>>. Acesso em: 02 nov. 2012.
- 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.
- SOFTWARE R: para análise de dados - versão 3.1.2; 2014 - Disponível em: <<https://www.r-project.org/>>
- STATACORP LP Stata/SE 12.0. Análise estatística e gestão de dados. College Station, TX: StataCorp, 2012.
- 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.
- TRAGER, W. Acquired immunity to ticks. *J. Parasitol.*, v.25, p.57-81, 1939.
- 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, 1996.
- TUCCI, E. C. *Biologia de Dermanyssus gallinae (De Geer, 1778) (Acari, Dermanyssidae) em condições de laboratório*. 2004. 89f. Tese (Doutorado em Parasitologia) - Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

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.

WICKHAM, H.; CHANG, W. An implementation of the Grammar of Graphics (ggplot2). Version: 1.0.0, 2007.

WILLIAMS, R.E.; BERRY, J.G. Control of northern fowl mite with permethrin and fenvalerate, two synthetic pyrethroid compounds. *Poult. Sci.*, v.59, n.6, p.1211-1214, 1980.

WOOD, H.P. Tropical fowl mite in the United States with notes on life history and control. US.Dept. Agric. Circ. 79. 8p. 1920.

YAZWINSKI, T.A.; TUCKER, C.A.; ROBINS, J., et al. Effectiveness of various acaricides in the treatment of naturally occurring *Ornithonyssus sylviarum* (Northern Fowl Mite) infestations of chickens. *J. Appl. Poult. Res.*, v.14, p.265-268, 2005.

ANEXO 1

Fotografias dos escores de infestação por *O. sylviarum* segundo o sistema de escore de Arthur e Axtell (1983)



Escore 0 = não visualização de ácaros



Escore 1 = 1-10 ácaros



Escore 2 = 11-50 ácaros



Escore 3 = 51-100 ácaros



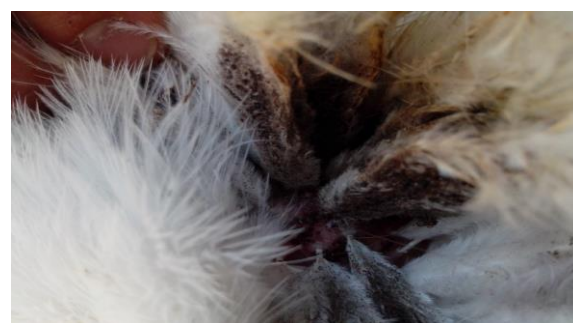
Escore 4 = 101-500 ácaros



Escore 5 = 501-1.000 ácaros



Escore 6 = 1.001-10.000 ácaros



Escore 7 > 10.000 ácaros

ANEXO 2

Universidade Federal de Minas Gerais Escola de Veterinária

Formulário de monitoramento da intensidade de infestação das aves por *O. sylviarum*

Projeto de Pesquisa: DINÂMICA POPULACIONAL E CONTROLE ESTRATÉGICO DE *Ornithonyssus sylviarum* (ACARI: MACRONYSSIDAE) EM GRANJAS COMERCIAIS DE POSTURA DE MINAS GERAIS, 2013-2015

Responsável: Cristina Mara Teixeira

Monitoramento de *O. sylviarum*: Escala de Arthur e Axtell (1983): 0 = não visualização de ácaros; 1 = 1-10 ácaros; 2 = 11-50 ácaros; 3 = 51-100 ácaros; 4 = 101-500 ácaros; 5 = 501-1.000 ácaros; 6 = 1.001-10.000 ácaros; 7 = > 10.000 ácaros.

Granja:

Galpão:

Data:

Ave	Escore de Infestação	Ave	Escore de Infestação
1		16	
2		17	
3		18	
4		19	
5		20	
6		21	
7		22	
8		23	
9		24	
10		25	
11		26	
12		27	
13		28	
14		29	
15		30	

	TEMPERATURA	UMIDADE
MÁXIMA		
MÉDIA		
MÍNIMA		