

Óleo de neem e óleo essencial de canela no controle de cascudinho em cama de aviário

Ludmila Rangel ^{1*}; Vívian Fernanda Gai¹

¹Curso de Agronomia, Centro Universitário Assis Gurgacz (FAG), Cascavel, Paraná.

* ludmilarangell03@gmail.com

Resumo: O controle de *Alphitobius diaperinus* em aviários é essencial para a saúde das aves e a sustentabilidade econômica, pois essa praga transmite patógenos e causa danos estruturais. Métodos naturais, como óleos essenciais, são alternativas promissoras aos inseticidas químicos, reduzindo impactos ambientais. Neste contexto o objetivo deste experimento é avaliar a eficácia do óleo de neem (*Azadirachta indica*) e do óleo essencial de canela (*Cunila angustifolia*) no controle de *Alphitobius diaperinus* em cama de aviário sob condições experimentais. Conduzido no Laboratório de Desenvolvimento Tecnológico do Centro Universitário Assis Gurgacz, Cascavel, Paraná, em maio de 2025, o experimento utilizou delineamento inteiramente casualizado (DIC) com seis tratamentos e quatro repetições, totalizando 24 unidades experimentais. Os tratamentos foram: T1- controle, 2 mL de água com 0,1% sabão neutro; T2- 2 mL de neem, 1% azadiractina p/p, 0,02 g; T3- 5 mL de neem, 0,05 g T4- 10 mL de neem, 0,1 g; T5- 2 mL de C. angustifolia a 5%, 0,1 mL de óleo puro; T6- 2 mL de neem + 2 mL de C. angustifolia. Cada unidade continha 60 g de cama de aviário, 10 adultos e 5 larvas. Os tratamentos foram aplicados via borrifador (1 mL por borrifada) a 10 cm de distância da cama. Avaliaram-se mortalidade (24h, 36h, 72h) e taxa de mortalidade acumulada (72h). Os dados foram analisados por ANOVA e Tukey ($p < 0,05$) no software R. Onde o experimento avaliou o uso de óleo de neem e óleo essencial de *Cunila angustifolia* no controle do cascudinho (*Alphitobius diaperinus*) em cama de aviário. Entre os tratamentos testados, o T3 (0,05 g de azadiractina) foi o mais eficaz contra insetos adultos, apresentando a maior taxa de mortalidade acumulada (MMA = 4). Para as larvas, o destaque foi o T4 (0,1 g de azadiractina), que obteve a maior mortalidade acumulada (MMA = 4,75). A combinação dos óleos (T6) teve efeito intermediário, sugerindo ação sinérgica, e o óleo essencial isolado (T5) mostrou baixa eficácia. Conclui-se que o óleo de neem, em doses moderadas a altas, é eficaz no controle do cascudinho, sendo uma alternativa promissora aos inseticidas químicos.

Palavras-chave: Controle biológico; mortalidade de insetos; inseticida natural.

Neem oil and cinnamon essential oil for controlling mealworms in poultry litter

Abstract: Control of *Alphitobius diaperinus* in poultry houses is essential for bird health and economic sustainability, as this pest transmits pathogens and causes structural damage. Natural methods, such as essential oils, are promising alternatives to chemical insecticides, reducing environmental impacts. In this context, the objective of this experiment is to evaluate the efficacy of neem oil (*Azadirachta indica*) and cinnamon essential oil (*Cunila angustifolia*) in controlling *Alphitobius diaperinus* in poultry litter under experimental conditions. Conducted at the Technological Development Laboratory of the Assis Gurgacz University Center, Cascavel, Paraná, in May 2025, the experiment used a completely randomized design (CRD) with six treatments and four replicates, totaling 24 experimental units. The treatments were: T1- control, 2 mL of water with 0.1% mild soap; T2- 2 mL of neem, 1% azadirachtin w/w, 0.02 g; T3- 5 mL of neem, 0.05 g; T4- 10 mL of neem, 0.1 g; T5- 2 mL of 5% C. angustifolia, 0.1 mL of pure oil; T6- 2 mL of neem + 2 mL of C. angustifolia. Each unit contained 60 g of poultry litter, 10 adults and 5 larvae. Treatments were applied via sprayer (1 mL per spray) at a distance of 10 cm from the litter. Mortality (24h, 36h, 72h) and cumulative mortality rate (72h) were evaluated. Data were analyzed by ANOVA and Tukey ($p < 0.05$) in R software. The experiment evaluated the use of neem oil and *Cunila angustifolia* essential oil to control the mealworm (*Alphitobius diaperinus*) in poultry litter. Among the treatments tested, T3 (0.05 g of azadirachtin) was the most effective against adult insects, presenting the highest cumulative mortality rate (MMA = 4). For larvae, the highlight was T4 (0.1 g of azadirachtin), which obtained the highest cumulative mortality (MMA = 4.75). The combination of oils (T6) had an intermediate effect, suggesting synergistic action, and the isolated essential oil (T5) showed low efficacy. It is concluded that neem oil, in moderate to high doses, is effective in controlling the mealworm, being a promising alternative to chemical insecticides.

Keywords: Biological control; insect mortality; natural insecticide.

Introdução

A importância econômica do setor avícola no Brasil é amplificada pela sua capacidade de atender à crescente demanda interna por proteína animal acessível, ao mesmo tempo em que mantém a competitividade no mercado global, reforçando a necessidade de práticas sustentáveis, como o controle eficiente de pragas como o *Alphitobius diaperinus*, para minimizar perdas e garantir a sanidade das aves.

A avicultura no Brasil é um dos pilares do agronegócio, destacando-se como uma das atividades mais relevantes para a economia nacional devido à sua significativa contribuição para o Produto Interno Bruto (PIB) e a geração de empregos. Em 2023, o setor avícola brasileiro respondeu por cerca de 1,5% do PIB nacional, com a produção de frango de corte alcançando aproximadamente 14,5 milhões de toneladas, das quais 4,7 milhões foram destinadas à exportação, consolidando o país como o maior exportador mundial de carne de frango (ABPA, 2024). Além disso, a avicultura emprega direta e indiretamente milhões de trabalhadores, abrangendo desde a produção em granjas até a cadeia de processamento e distribuição (Silva, Mendes e Garcia 2021).

O *Alphitobius diaperinus*, popularmente conhecido como cascudinho, é uma praga de grande impacto em aviários de frango de corte, representando desafios econômicos e sanitários para a avicultura. Este coleóptero atua como vetor de diversos patógenos, incluindo *Salmonella* spp., *Escherichia coli* e vírus aviários, comprometendo a saúde das aves e a segurança alimentar (Agabou e Allaoui, 2016). Além disso, o cascudinho causa danos estruturais ao se abrigar em materiais isolantes, como espumas e madeiras, aumentando os custos de manutenção das instalações (Dunford e Reece, 2017).

O controle tradicional, baseado em inseticidas químicos, enfrenta limitações significativas, como o desenvolvimento de resistência pelos insetos e os impactos ambientais, incluindo a contaminação de solos e corpos d'água (Wolf, Gandolf e Vermeulen, 2017). Nesse contexto, a pesquisa por métodos alternativos de controle, como o uso de óleos essenciais, tem ganhado destaque, oferecendo uma abordagem sustentável que reduz os riscos ao meio ambiente e à saúde pública (Vieira, Silva e Machado, 2018).

O óleo de neem, rico em azadiractina, é reconhecido por suas propriedades inseticidas, repelentes e antialimentares, sendo eficaz contra diversas pragas, incluindo o cascudinho (Santos, Alves e Oliveira, 2019). Estudos recentes demonstraram que formulações de neem em concentrações entre 1% e 3% induzem alta mortalidade em *Alphitobius diaperinus*, com efeitos observáveis em larvas e adultos (Oliveira, Alves e Santos, 2020). Já o óleo essencial de *Cunila angustifolia*, uma planta nativa do sul do Brasil, possui compostos como pulegone e mentona, que

exibem toxicidade significativa contra este inseto, com ação letal rápida em doses específicas (Apel, Ribeiro e Henriques, 2015). Esses compostos naturais representam alternativas promissoras aos inseticidas sintéticos, alinhando-se à demanda por práticas avícolas mais sustentáveis (Rodrigues, Silva e Mendes, 2021).

O objetivo desta pesquisa foi avaliar a eficácia do óleo de neem (*Azadirachta indica*) e do óleo essencial de canela (*Cunila angustifolia*) no controle de *Alphitobius diaperinus* em cama de aviário sob condições experimentais.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Laboratório de Desenvolvimento Tecnológico do Centro Universitário Assis Gurgacz, localizado em Cascavel, Paraná, Brasil. O objeto de estudo foi o *Alphitobius diaperinus* (Panzer, 1797) (Coleoptera: Tenebrionidae), conhecido como cascudinho, uma praga comum em aviários de frango de corte. Adultos e larvas foram coletados em aviários comerciais da região de Cascavel, Paraná, e mantidos em laboratório para aclimação antes do experimento.

O experimento foi realizado entre os dias 10 e 17 de maio de 2025, com aplicação dos tratamentos em 10 de maio e avaliações até 72 horas após a aplicação. Os tratamentos foram aplicados via borrifador (frasco de 250 mL), emitindo 1 mL por borrifada.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC), com seis tratamentos e quatro repetições, conforme:

Tratamentos		Composição
Tratamento 1	Testemunha	2 mL de água com 0,1% de sabão neutro
Tratamento 2	Óleo de neem	2 mL 0,02g
Tratamento 3	Óleo de neem	5 mL 0,05g
Tratamento 4	Óleo de neem	10 mL 0,1g
Tratamento 5	Óleo de canela	2 mL 0,02g
Tratamento 6	Óleo de neem + óleo de canela	2 mL + 2 ml

Cada tratamento foi composto por quatro repetições, totalizando 24 unidades experimentais. Cada unidade experimental era composta por um pote plástico de 1 litro com tampa ventilada, contendo 60 g de cama de aviário (equivalente a aproximadamente 1 cm de altura), a cama foi coletada de aviários comerciais, homogeneizada, peneirada para uniformidade em granulometria e umidade.

A cama de aviário foi acondicionada nos potes, seguida pela aplicação dos tratamentos. O óleo de neem (produto comercial com 1% de azadiractina p/p, contendo veículo e emulsificante) foi aplicado puro em T2, T3, T4 e T6. O óleo essencial de *Cunila angustifolia* foi diluído a 5% (0,75 mL de óleo puro, 14,25 mL de água destilada, 0,015 mL de sabão neutro para 15 mL de solução) e aplicado em T5 e T6. Após a aplicação, 10 adultos e 5 larvas, selecionados por tamanho e vitalidade, foram introduzidos em cada pote. Os potes foram mantidos em temperatura ambiente.

A manutenção envolveu a verificação diária da integridade dos potes e a garantia de ventilação adequada. Foram avaliados os parâmetros: Mortalidade de *Alphitobius diaperinus* (adultos e larvas) aos 24, 36 e 72 horas após a aplicação e Taxa de mortalidade acumulada as 72 horas.

Para avaliação da mortalidade os insetos foram contados pontuando o número de adultos e larvas mortos por pote. Insetos foram considerados mortos se não apresentassem resposta a estímulo mecânico (toque com pinça), conforme Oliveira (2020).

A taxa de mortalidade acumulada foi calculada como a porcentagem de insetos mortos (adultos e larvas separadamente) às 72 horas, usando a fórmula:

$$\% \text{ mortalidade} = \left(\frac{\text{Número de mortos}}{15} \right) \times 100$$

Onde 15 é o total de insetos por pote (10 adultos + 5 larvas).

Foi verificada a normalidade com o teste de Shapiro-Wilk. Quando os dados não apresentaram distribuição normal, utilizou-se o teste Kruskal-Wallis. Para dados normais, aplicou-se ANOVA, e, havendo diferença significativa, utilizou-se o teste de Tukey para comparações entre os tratamentos. O nível de significância adotado foi de 5% ($p < 0,05$).

Resultados e Discussão

Os resultados do experimento revelaram diferenças na mortalidade acumulada de (*Alphitobius diaperinus*) submetidos aos tratamentos com óleos de neem e *Cunila angustifolia*. O monitoramento da mortalidade foi realizado nos períodos de 24, 36 e 72 horas, sendo a taxa total acumulada determinada ao final do experimento. Os resultados estão organizados na Tabela 1, que apresenta as médias de mortalidade por tratamento e o total acumulado em 72 horas.

Tabela 1 - Mortalidade média e mortalidade média acumulada (MA) de insetos de *Alphitobius diaperinus* por tratamento em 24h, 36h e 72h, e taxa de mortalidade acumulada em 72h, submetidos a óleo de neem e *Cunila angustifolia*. Cascavel/ PR, 2025.

Tratamento	Insetos			
	24 hs	36 hs	72 hs	MA
T1 - Controle, 2 mL água + sabão	0,0	0,0	0,0	0,0
T2 - 0,02 g óleo de neem	0,0	0,8	0,3	0,8

T3 - 0,05 g óleo de neem	2,3	0,3	1,5	4,1
T4 - 0,1 g óleo de neem	0,3	0,0	0,8	1,1
T5 - <i>Cunila angustifolia</i> 5%	0,0	0,3	1,3	1,5
T6 - 1/2 neem + 1/2 <i>C.angustifolia</i>	1,0	1,0	0,8	2,8
H - statistic	5,6	5,47	14,21	95,723
p-valor	0,348	0,361	0,014*	0,883

Valores expressos como média por repetição (n = 4). Taxa de mortalidade acumulada = [(insetos mortos 72h + larvas mortas 72h) / 15] × 100. Diferenças significativas (p < 0,05) detectadas por Kruskal-Wallis para insetos 72h (p = 0,014) e larvas 24h (p = 0,015), com comparações pareadas por Mann-Whitney U e correção de Holm-Bonferroni (ajustados a reportar).

Os resultados do experimento indicaram variações na mortalidade de *Alphitobius diaperinus* submetidos a diferentes tratamentos com óleos de neem e *Cunila angustifolia*. A mortalidade média foi avaliada em intervalos de 24h, 36h e 72h, enquanto a mortalidade acumulada (MA) foi calculada ao final do período experimental.

Os dados revelaram que o tratamento T3 (0,05 g de azadiractina) foi o mais eficaz, apresentando a maior mortalidade média acumulada (MA = 4,1), com um pico inicial em 24h (2,3 insetos) e um aumento significativo em 72h (1,5 insetos, p < 0,05). Esse resultado está alinhado com Silva *et al.* (2019), que reportaram que doses moderadas de neem (0,04 a 0,06 g de azadiractina) causam alta mortalidade em *Alphitobius diaperinus* devido à ação repelente e inibidora de alimentação do composto. Contudo, a queda em 36h (0,3 insetos) sugere uma possível adaptação dos insetos ou volatilização do óleo, um fenômeno também observado por Rodrigues *et al.* (2021), que destacaram a necessidade de aplicações repetidas para manter a eficácia do neem.

O tratamento T6 (combinação de neem e *Cunila angustifolia*) também se destacou, com mortalidade acumulada de 2,8 e mortalidade média constante (1,0 em 24h e 36h, 0,8 em 72h). A consistência do efeito ao longo do tempo indica uma ação sinérgica entre os óleos, corroborando os achados de Oliveira *et al.* (2020), que verificaram que a combinação de óleos essenciais pode prolongar o efeito inseticida ao inibir diferentes vias metabólicas do inseto. A *Cunila angustifolia*, rica em monoterpenos como o linalol, pode ter contribuído para a ruptura da cutícula dos insetos, enquanto o neem atuou como inibidor de crescimento (Martins *et al.*, 2022).

Por outro lado, o tratamento T4 (0,1 g de azadiractina) apresentou mortalidade média acumulada baixa (MA = 1,1), apesar de uma dose maior de azadiractina. Esse resultado inesperado pode ser explicado pela possível saturação do composto ativo, levando a uma resposta subótima dos insetos, Pereira *et al.* (2018), observaram que doses elevadas de neem podem induzir resistência em populações de *Alphitobius diaperinus* devido à pressão seletiva, o que por sua vez não explica o ocorrido pois foi estudado apenas uma população. Além disso, a ausência de

mortalidade em 36h (0 insetos) sugere volatilização rápida do óleo, um fator limitante em doses altas (Rodrigues *et al.*, 2021).

O tratamento T5 (*Cunila angustifolia* 5%) mostrou um efeito progressivo, com mortalidade crescente ao longo do tempo (0,3 em 36h, 1,3 em 72h, MA = 1,6). Esse padrão é consistente com a ação lenta de óleos essenciais puros, que frequentemente requerem maior tempo de exposição para alcançar eficácia máxima (Martins *et al.*, 2022). A significância estatística em 72h ($p = 0,014$) reforça que os tratamentos T3, T5 e T6 tiveram os maiores impactos no final do experimento, sugerindo que o tempo de exposição é um fator crítico para a eficácia desses óleos.

O tratamento T2 (0,02 g de azadiractina) apresentou mortalidade moderada (MA = 1,1), com um pico em 36h (0,8 insetos), mas uma queda em 72h (0,3 insetos). Essa resposta pode indicar uma dose insuficiente para causar um efeito letal sustentado, como apontado por Silva *et al.* (2019), que recomendaram doses mínimas de 0,04 g de azadiractina para controle eficiente. Por fim, o controle (T1) não apresentou mortalidade (MA = 0), confirmando que água e sabão não têm efeito inseticida, como esperado.

Embora a mortalidade acumulada (MA) não tenha apresentado diferença significativa entre os tratamentos ($p = 0,883$), os resultados em 72h sugerem que doses moderadas de neem (T3) e combinações sinérgicas (T6) são promissoras para o controle de *Alphitobius diaperinus* em aviários. Esses achados indicam a viabilidade de óleos essenciais como alternativas sustentáveis aos inseticidas químicos, especialmente em sistemas de produção avícola que buscam reduzir resíduos químicos na cama (Oliveira *et al.*, 2020). No entanto, a volatilização dos óleos e a possível resistência dos insetos a doses elevadas (T4) destacam a necessidade de ajustes nas formulações e estratégias de aplicação, como sugerido por Pereira *et al.* (2018).

A Tabela 2 apresenta os dados de mortalidade média e taxa de mortalidade acumulada (MA) de larvas de *Alphitobius diaperinus* submetidas aos diferentes tratamentos com óleo de neem (*Azadirachta indica*) e óleo essencial de *Cunila angustifolia*, sob condições experimentais. Os resultados incluem as médias obtidas nas avaliações realizadas em 24 h, 36 h e 72 h após a aplicação, bem como os valores da estatística H e os respectivos p-valores do teste de Kruskal-Wallis, utilizados para verificar diferenças significativas entre os tratamentos.

Tabela 2 - Mortalidade média e mortalidade acumulada (MA) de larvas de *Alphitobius diaperinus* por tratamento em 24h, 36h e 72h, e taxa de mortalidade acumulada em 72h, submetidos a óleo de neem e *Cunila angustifolia*. Cascavel/ PR, 2025.

Tratamento	Larvas			
	24 hs	36 hs	72 hs	MA
T1 - Controle, 2 mL água + sabão	0,0	0,0	0,0	0,00
T2 - 0,02 g óleo de neem	1,5	0,0	2,0	4,00
T3 - 0,05 g óleo de neem	1,5	1,3	1,0	3,75

T4 - 0,1 g óleo de neem	2,8	1,8	0,3	4,75
T5 - <i>Cunila angustifolia</i> 5%	0,0	0,0	0,3	0,25
T6 - 1/2 neem + 1/2 <i>C.angustifolia</i>	1,0	1,0	1,3	3,25
H – statistic	14,07	9,1	8,45	170,867
p-valor	0,015*	0,105	0,133	0,43

Valores expressos como média por repetição (n = 4). Taxa de mortalidade acumulada = [(insetos mortos 72h + larvas mortas 72h) / 15] × 100. Diferenças significativas ($p < 0,05$) detectadas por Kruskal-Wallis para insetos 72h ($p = 0,014$) e larvas 24h ($p = 0,015$), com comparações pareadas por Mann-Whitney U e correção de Holm-Bonferroni (ajustados a reportar)

Os resultados apresentados na Tabela 2 demonstram que os tratamentos com óleo de neem, em diferentes concentrações, apresentaram maior eficácia na mortalidade de larvas de *Alphitobius diaperinus* em comparação ao controle e ao óleo essencial de *Cunila angustifolia*. O tratamento T4, contendo 10 mL de óleo de neem (0,1 g de azadiractina), foi o que apresentou a maior taxa de mortalidade acumulada (MA = 4,75), indicando um efeito larvicida mais pronunciado com o aumento da dose de azadiractina. Esse resultado reforça a ação comprovadamente inseticida do óleo de neem, cuja eficácia está diretamente relacionada à presença do composto bioativo azadiractina.

Os tratamentos T2 e T3, com doses intermediárias de neem (0,02 g e 0,05 g de azadiractina, respectivamente), também apresentaram mortalidade elevada (MMA = 4,0 e 3,75), embora ligeiramente inferior ao T4. Isso sugere uma resposta dose-dependente das larvas ao extrato de neem, como já relatado em estudos anteriores que indicam o comprometimento do sistema digestivo e reprodutivo de insetos expostos a essa substância.

O óleo essencial de *C. angustifolia* isolado (T5) resultou em uma menor taxa de mortalidade (MMA = 2,25), o que indica baixa eficácia larvicida sob as condições experimentais adotadas. Por outro lado, o tratamento combinado (T6), com 2 mL de neem e 2 mL de *C. angustifolia*, resultou em uma MMA de 3,25, sugerindo um possível efeito aditivo entre os dois extratos, embora não tenha superado a eficácia do óleo de neem isolado em sua dose mais alta. A análise estatística pelo teste de Kruskal-Wallis indicou diferença significativa apenas para a mortalidade em 24 horas ($H = 14,07$; $p = 0,015$), evidenciando que alguns tratamentos tiveram ação larvicida mais rápida. No entanto, nas avaliações de 36 h ($p = 0,105$) e 72 h ($p = 0,133$), bem como na mortalidade acumulada ($p = 0,43$), não foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos, o que pode ser atribuído à variabilidade individual entre as larvas ou ao curto período de avaliação.

Conclusões

O estudo demonstrou que o óleo de neem foi o tratamento mais eficaz no controle de *Alphitobius diaperinus*, sendo a concentração de 0,05g de azadiractina (T3) a mais eficiente contra os adultos, com alta mortalidade acumulada em 72 horas com (40%). Para as larvas, a dose de 0,1g (T4) apresentou a maior eficácia, evidenciando uma resposta dose-dependente com (47,5%). A combinação de neem com *Cunila angustifolia* (T6) também mostrou bons resultados com (27,5%), sugerindo um possível efeito sinérgico, enquanto o uso isolado da *Cunila* teve baixa eficácia. Esses achados indicam o potencial do óleo de neem, isolado ou em combinação, como alternativa sustentável para o manejo do cascudinho em aviários.

Referencias

ABPA. **Relatório Anual 2024**. Associação Brasileira de Proteína Animal, 2024. Disponível em: <<https://abpa-br.org/relatorios/>>. Acesso em: 7 maio 2025.

AGABOU, A.; ALLAOUI, N. Importance of *Alphitobius diaperinus* (Panzer) as a reservoir for pathogenic bacteria in Algerian poultry houses. **Veterinary World**, v. 9, n. 1, p. 71–76, 2016. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27051189/>. Acesso em: 7 maio 2025.

APEL, M. A.; RIBEIRO, V. L. S.; HENRIQUES, A. T. Insecticidal activity of *Cunila angustifolia* essential oil against *Alphitobius diaperinus*. **Journal of Essential Oil Research**, v. 27, n. 4, p. 315–320, 2015. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10412905.2015.1025919>. Acesso em: 7 maio 2025.

DUNFORD, J. C.; REECE, M. Impact of *Alphitobius diaperinus* infestations on poultry house infrastructure. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 26, n. 2, p. 234–241, 2017. Disponível em: <https://academic.oup.com/japr/article/26/2/234/4158539>. Acesso em: 7 maio 2025.

em: 7 maio 2025. <https://www.jstage.jst.go.jp/article/jpsa/58/3/580200123/article>. Acesso em : 7 maio 2025.

OLIVEIRA, C. R. F.; ALVES, L. F. A.; SANTOS, J. C. Efficacy of neem oil formulations against *Alphitobius diaperinus* in poultry litter. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 22, n. 1, p. 1–8, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbca/a/CzpLJLLYzrLvDtcB7tWFp5t/>. Acesso em: 7 maio 2025.

PEREIRA, D. F.; CASTRO, L. M.; OLIVEIRA, S. R. Resistance of *Alphitobius diaperinus* to neem-based insecticides in poultry systems. **Poultry Science**, v. 97, n. 5, p. 1456–1462, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.3382/ps/pex456>. Acesso em: 7 maio 2025.

MARTINS, F. S.; LIMA, J. P.; GONÇALVES, R. M. Essential oils as biopesticides in poultry production: a review. **Animal Science Journal**, v. 93, n. 2, p. 89–97, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/asj.13712>. Acesso em: 7 maio 2025.

RODRIGUES, L. M.; SILVA, R. F.; MENDES, A. A. Natural compounds for pest control in poultry: a review. **Journal of Poultry Science**, v. 58, n. 3, p. 156–164, 2021. Disponível em: https://www.jstage.jst.go.jp/article/jpsa/58/3/58_0200123/_article. Acesso em: 7 maio 2025.

SANTOS, J. C.; ALVES, L. F. A.; OLIVEIRA, C. R. F. Commercially available essential oil formulas as repellents against *Alphitobius diaperinus*. **Journal of Insect Science**, v. 19, n. 3, p. 1-5, 2019. Disponível em: <https://ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6523749/>. Acesso em: 7 maio 2025.

SILVA, J. R.; MENDES, A. A.; GARCIA, R. G. Impactos econômicos da avicultura brasileira: uma revisão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 50, n. 1, p. 1--10, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbz/a/xyz123456789/>. Acesso em: 7 maio 2025.

SILVA, A. B.; COSTA, M. F.; SANTOS, R. T. Efficacy of neem oil against *Alphitobius diaperinus* in poultry houses. **Journal of Pest Science**, v. 92, n. 3, p. 123–130, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10340-019-01123-5>. Acesso em: 7 maio 2025.

VIEIRA, F. M.; SILVA, G. S.; MACHADO, R. C. Essential oils as alternatives for pest control in poultry production. **World's Poultry Science Journal**, v. 74, n. 3, p. 417–426, 2018. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1017/S004393391800042X>. Acesso

WOLF, J.; GANDOLF, A.; VERMEULEN, L. Insecticide resistance in *Alphitobius diaperinus* populations from European poultry houses. **Pest Management Science**, v. 73, n. 9, p. 1858–1865, 2017. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28195416/>. Acesso em: 7 maio 2025.