

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA (UNESP)
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS
CAMPUS DE DRACENA**

Pietra Marina do Rosario Wassef

**Efeito da quantidade de galinhas por gaiola na
variabilidade experimental de dados de desempenho**

Dracena
2023

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA (UNESP)
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS
CAMPUS DE DRACENA

Pietra Marina do Rosario Wassef

**Efeito da quantidade de galinhas por gaiola na
variabilidade experimental de dados de desempenho**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Faculdade de Ciências
Agrárias e Tecnológicas – Unesp,
Câmpus de Dracena como parte das
exigências para conclusão do curso.

Orientador: Prof. Dr. Gustavo do Valle Polycarpo

Dracena
2023

certificado de aprovação.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Câmpus de Dracena



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JULIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS
UNESP – CÂMPUS DE DRACENA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Título: "Efeito da quantidade de galinhas por gaiola na variabilidade experimental de dados de desempenho"

Modalidade: Trabalho de Conclusão de Curso Zootecnia (TCZ)

Autor: Pietra Marina do Rosario Wassef

Orientador (a): Prof. Dr. Gustavo do Valle Polycarpo

Co-orientador(es): -

Número de Créditos: 15

Data da aprovação e correção de acordo com as sugestões da Banca: 07/06/2023


Prof. Dr. Gustavo do Valle
Polycarpo


Profa. Dra. Valquíria
Cação Cruz-Polycarpo


Me. Danilo Pereira da
Silva

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Pietra Marina do Rosario Wassef, nascida em 07 de abril de 1999, na cidade de São Paulo/SP. Em 2019 ingressou no curso de Zootecnia pela Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, FCAT- UNESP/Dracena. Em 2020 iniciou sua participação no PET - Programa de Educação Tutorial, onde aprendeu a trabalhar em equipe e desenvolver suas habilidades intelectuais, finalizou sua trajetória no grupo no ano de 2022. Logo em seguida iniciou uma nova etapa, realizando uma Iniciação Científica com bolsa PIBIC, com duração de um ano com o projeto intitulado “Efeito da quantidade de galinhas por gaiola na variabilidade experimental de dados de desempenho”. Nos 5 anos de faculdade passou por três grupos de estudos para aprender um pouco de cada área, como por exemplo, os setores de avicultura, ovinocultura e piscicultura.

DEDICATÓRIA

À minha família dedico esse trabalho,
pois sem eles não estaria aqui, e aos
meus amigos que estiverem comigo e
que me acompanharam nessa jornada.

AGRADECIMENTOS

Para que esse momento chegasse, houve a colaboração e o incentivo de diversas pessoas.

Primeiramente, a minha família, principalmente para minha mãe, Lucia R. Wassef e meu padrasto, Mauricio Inhan, que me apoiaram desde o início a seguir meus sonhos e objetivos. Ao meu irmão Raphael R. Wassef e para o filho do meu padrasto Vitor B. Inhan, que me incentivaram a passar na universidade pública, pois sabiam do meu potencial. A minha avó Neide M. do Rosario e a minha madrinha Lilian do Rosario, que também confiaram na minha capacidade de seguir meus sonhos e passar pelos obstáculos da vida. Por fim, ao meu pai Jorge Issa Wassef, grande homem, que não está mais aqui comigo, mas com certeza com orgulho da pessoa que a filha se tornou, ele sempre soube onde eu chegaria e esse é só o começo.

Agradeço ao meu namorado André S. de Godoi, que esteve ao meu lado em dias difíceis e em momentos de alegria, como este. À sua família, que foram essenciais na minha formação desde o início.

À UNESP – FCAT, agradeço a oportunidade que tive em estudar em uma das melhores universidades do país, e a todos os funcionários dedicados que o Campus de Dracena tem. Ao Professor Drº/orientador Gustavo V. Polycarpo, que aceitou me orientar e confiou no meu potencial para realizar uma iniciação científica. Gostaria de agradecer também a Professora Drª Valquíria C. C. Polycarpo, por ser uma pessoa gentil e generosa, e por ceder o aviário para a realização do meu projeto de pesquisa. Aos orientados de doutorado do professor, Isabela e Danilo, por sempre estarem dispostos a me ajudar.

Agradecer ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica da Unesp, que foi fundamental para a realização do meu projeto.

Ao grupo PETZOO Dracena - Programa de Educação Tutorial, que foi um dos passos mais importantes que tomei na universidade, me fazendo crescer intelectualmente e emocionalmente. Em especial a tutora, Professora Drª Caroline dos Santos Batista Bonini, por ser uma pessoa calma e dedicada a todos que a procuram.

Aos meus amigos de Dracena, tanto para dizer e pouco espaço para agradecer. À vocês, Laura de Paula, Yanca Frias, Andressa Melo, Raphael Farias, João Paulo Chítero, Isabele Lanza, Camila Franco, Lucas Spinhard, Arthur Lopes e Ana Beatriz Coffani, todo meu carinho e admiração, e principalmente, gratidão por terem passado os últimos cinco anos ao meu lado, me incentivando e apoiando nos momentos difíceis. Laura, Yanca e Andressa, vocês foram muito mais que uma república, foram minha família, eu jamais esquecerei tudo o que vivemos. Laura, nós somos opostos que, por coincidência ou destino, se encontram, obrigada por sua amizade e lealdade nos últimos anos, e que seja para o resto da vida.

Aos meus amigos de São Paulo, Leticia Ruiz, Isabella de Pauli, Yolanda Andrade, Luiza Spadin e Amaury Nakamura, obrigada por entenderem que a distância entre nós foi difícil, mas necessária. Obrigada por terem confiado em mim mesmo a 667,6 km de distância.

Claro, aos meus amigos de Jundiaí, Bruno Henriques, Bruno Monteiro e Felipe Magro, vocês são especiais e importantes para mim.

Por fim, agradecer a todas as pessoas que passaram pela minha vida nos últimos anos. Todos, independentemente de qualquer coisa, têm algo a agregar na vida do próximo.

“Just watch my wildest dreams come true.”
(PARAMORE, 2007).

Certificado da Comissão de Ética no Uso de Animais.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Câmpus de Dracena



Comissão de Ética no Uso de Animais

Certificado

Certificamos que a proposta intitulada **"EFEITO DO NÚMERO DE GALINHAS POEDEIRAS NA UNIDADE EXPERIMENTAL SOBRE A DISPERSÃO DE DADOS DE DESEMPENHO PRODUTIVO"** (Effect of the number of laying hens in the experimental unit on the productive performance data dispersion), registrada com o nº **04/2022 – CEUA**, sob a responsabilidade do(a) Prof(a). Dr(a). **Gustavo do Valle Polycarpo** – que envolve a produção, manutenção ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto humanos), para fins de **pesquisa científica** – encontra-se de acordo com os preceitos da Lei nº 11.794, de 8 de outubro de 2008, do Decreto nº 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovada pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS – CEUA da Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas da UNESP - Câmpus de Dracena, em **15/03/2022**.

Dracena, 17 de março de 2022.

Prof.ª Dra Jaqueline Dalbello Biller

Presidente da Comissão de Ética no Uso de Animais

Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas - DTA

Rod. Cmte. João Ribeiro de Barros, km 651- Bairro das Antas – CEP: 17900-000 – Dracena/SP - Brasil

Tel. (18) 3821-8200 – www.dracena.unesp.br - academico@dracena.unesp.br

RESUMO

O número de repetições é comumente levado em consideração durante o planejamento de experimentos para diminuir a dispersão de dados e, consequentemente, diminuir o erro experimental. No entanto, pouco se discute sobre o tamanho da repetição, e na Zootecnia essa questão está relacionada à quantidade de animais que compõem a unidade experimental. Nossa hipótese prevê que mais galinhas dentro da repetição diminuem a variabilidade dos dados de desempenho. Portanto, nosso objetivo foi verificar se o número de galinhas poedeiras por unidade experimental influenciou a dispersão de dados de desempenho produtivo. Foram utilizadas 90 galinhas poedeiras da linhagem Hisex-White, distribuídas em três tratamentos. Cada tratamento foi constituído por cinco gaiolas, sendo que: o primeiro, o segundo e o terceiro tratamento tiveram, respectivamente, quatro, seis e oito galinhas por gaiola. A variabilidade entre as cinco gaiolas foi a informação que nos permitiu calcular a dispersão de dados para cada tratamento. As repetições foram obtidas no tempo por meio de cinco ensaios de 7 dias cada, com sete dias de intervalos entre cada ensaio, obtendo-se, portanto, cinco repetições por tratamento. O efeito de cada ensaio foi considerado no modelo estatístico, assemelhando-se a um delineamento em blocos casualizados, com os blocos realizados em tempos diferentes. Cada gaiola, originalmente, teve as seguintes dimensões de 1,00 × 0,50 × 0,50 m (comprimento x profundidade x altura, respectivamente) e teve seu espaço redimensionado proporcionalmente em cada um dos tratamentos de modo que a densidade de 625 cm²/ave fosse mantida para todos os tratamentos. Os dados foram analisados por meio de modelos estatísticos, considerando os ensaios de 7 dias como uma variável categórica de efeito aleatório, e os tratamentos como uma variável quantitativa de efeito fixo. Para os resultados de desempenho notou-se que número de galinhas alterou o peso dos ovos, o consumo de ração e a conversão alimentar por massa e dúzia de ovos. Os resultados aqui encontrados demonstram que a quantidade de aves dentro da repetição altera a dispersão dos dados entre as repetições.

Palavras-chave: Gaiola. Galinhas poedeiras. Unidade experimental. Variabilidade.

ABSTRACT

The number of repetitions is commonly taken into consideration during experiment planning to reduce data dispersion and, consequently, decrease experimental error. However, little is discussed about the size of the repetition, and in Animal Science, this issue is related to the number of animals that compose the experimental unit. Our hypothesis predicts that having more hens within the repetition reduces the variability of performance data. Therefore, our objective was to verify if the number of laying hens per experimental unit influenced the dispersion of productive performance data. We used 90 Hisex-White laying hens distributed into three treatments. Each treatment consisted of five cages, with the first, second, and third treatments having four, six, and eight hens per cage, respectively. The variability among the five cages provided the information to calculate data dispersion for each treatment. The repetitions were obtained over time through five 7-day trials, with seven days of intervals between each trial, resulting in five repetitions per treatment. The effect of each trial was considered in the statistical model, resembling a randomized complete block design, with the blocks performed at different times. Each cage originally had dimensions of 1.00 × 0.50 × 0.50 m (length x width x height, respectively) and was proportionally resized in each treatment so that the density of 625 cm²/hen was maintained for all treatments. The data were analyzed using statistical models, considering the 7-day trials as a categorical variable of random effect, and the treatments as a quantitative variable of fixed effect. For performance results it was noted that hen number changed egg weight, feed consumption and feed conversion per egg mass and dozen. The results obtained here demonstrate that the quantity of birds within the repetition alters the dispersion of data among the repetitions.

Keywords: Cage. Experimental unit. Laying hens. Variability. Laying hens.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Aviário e aves da linhagem Hisex-White.....	21
Figura 2 - Aves divididas nos respectivos tratamentos com 4, 6 e 8 aves em cada um deles.....	21
Figura 3 - Gaiola, comedouro e bebedouro experimentais.....	22
Figura 4 - Materiais utilizados para repartição das gaiolas.....	23
Figura 5 - Gráficos de desempenho das galinhas.....	25
Figura 6 - Gráficos do desvio padrão das variáveis.....	29
Figura 7 - Gráficos do coeficiente de variação das variáveis.....	30

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 OBJETIVOS	16
2.1 Objetivo Geral	16
2.2 Objetivos Específicos	16
3 REVISÃO DE LITERATURA	17
3.1 Panorama	17
3.2 Planejamento do experimento	17
3.3 Tamanho da unidade experimental	18
4 MATERIAL E MÉTODOS	20
4.1 Análise Estatística	23
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
6 CONCLUSÃO	31
REFERÊNCIAS	32

1 INTRODUÇÃO

Fatores como o sexo, a genética, a dieta, a ambiência e a sanidade têm efeitos diretos sobre a produção animal. Da mesma maneira, um planejamento experimental adequado depende de vários fatores (ZANON e STORCK, 2000). O delineamento experimental deve ser pensado para controlar as heterogeneidades do ambiente, quando estas existirem, para que os resultados da pesquisa não sejam influenciados (BANZATTO e KRONKA, 2006). O número de repetições é outro fator comumente levado em consideração, para que se obtenha um tamanho de experimento (n) satisfatório. No entanto, pouco se discute sobre o tamanho da repetição, e na Zootecnia essa questão está relacionada à quantidade de animais que compõem a unidade experimental.

Na última década observamos uma mudança nas instalações avícolas experimentais. Antigamente, usava-se menos repetições com um maior número de aves. Hoje em dia, sacrificou-se o número de aves dentro da repetição em prol do aumento no número de repetições. Aumentar o número de repetições é interessante porque mais repetições contribuem para aumentar o n experimental; no entanto, diminuir a quantidade de aves dentro da unidade experimental pode acarretar prejuízos para o experimento. O aumento no número de repetições melhora a estimativa do efeito do tratamento, enquanto a menor quantidade de aves por unidade experimental pode aumentar a variabilidade entre as repetições (resíduo), prejudicando a análise estatística.

Definir o tamanho ótimo para a repetição é de suma importância para um bom planejamento experimental (PADRÓN *et al.*, 2018). A adoção de um tamanho adequado é uma das maneiras de reduzir o erro experimental decorrente da heterogeneidade entre repetições, e, conseqüentemente, maximizar as informações obtidas no experimento aumentando a precisão dos dados (GONZÁLEZ, 2013; LOPEZ *et al.*, 2020).

Na literatura, muito pouco é discutido sobre o número de galinhas a serem alojadas em cada gaiola (repetição). Há pouca informação sobre o tema. Portanto, espera-se com esse estudo gerar informações que auxiliem o pesquisador no momento da idealização de pesquisas com poedeiras.

A hipótese desse estudo prevê que mais galinhas dentro da repetição diminua a variabilidade dos dados de desempenho. Assim, avaliou-se se o número de galinhas poedeiras por unidade experimental pode interferir na

dispersão de dados do peso dos ovos, consumo de ração, conversão alimentar por dúzia de ovos, conversão alimentar por massa de ovos.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

O objetivo deste trabalho foi verificar se o número de galinhas poedeiras por unidade experimental influencia a dispersão de dados de desempenho produtivo.

2.2 Objetivos Específicos

Avaliar se o número de galinhas poedeiras por unidade experimental altera a dispersão dos dados das seguintes variáveis:

- a) peso dos ovos;
- b) consumo de ração;
- c) conversão alimentar por dúzia de ovos;
- d) conversão alimentar por massa de ovos.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Panorama

Dentre toda a produção animal, o setor de avicultura é o que apresentou maior crescimento nos últimos anos, alcançando altos níveis de produção, resultado das inovações tecnológicas, como por exemplo a automação do setor de produção (OLIVEIRA *et al.*, 2014).

Com a constante mudança na produção avícola, o aprimoramento dos alojamentos, equipamentos e mão de obra tornou-se imprescindível. Para que houvesse a intensificação da produção, a criação de aves passou a ser realizada em gaiolas individuais. Com essa evolução houve aumento na produção e na qualidade dos ovos (SILVA *et al.*, 2015).

O sistema de alojamento mais utilizado na produção brasileira de galinhas poedeiras baseia-se no emprego de gaiolas, pois com elas é possível aumentar a produtividade (BATISTA *et al.*, 2012).

3.2 Planejamento do experimento

O planejamento experimental envolve diversas etapas, que vão desde o entendimento do que será avaliado até todas as etapas metodológicas que devem ser empregadas para que o objetivo seja atingido. Uma parte importante da metodologia refere-se ao planejamento estatístico, o qual compreende uma série de questões que devem ser consideradas, como, por exemplo:

- 1- Como os tratamentos serão casualizados nas unidades experimentais?
- 2- Quem ou o quê será a unidade experimental?
- 3- Qual o número satisfatório de unidades experimentais (repetições)?

A questão um, mencionada acima, é de certa forma confiada ao pesquisador da área, pois a experiência prévia em linhas de pesquisa é uma premissa importante para a definição do delineamento, e espera-se que a experiência do pesquisador o guie na melhor decisão. A questão três é sem dúvida a mais discutida na avaliação de projetos, sendo ela alvo de maior preocupação por parte de comissões e pesquisadores. Já para a questão dois

é dada menor atenção. Essa questão quase nunca é levantada ou debatida em avaliações, fato que chama a atenção, pois deveria. A questão dois tem forte influência sobre a qualidade do experimento (variação residual).

Na avicultura, observa-se em discussões em congresso e em reuniões para se idealizar pesquisas discussões genuínas sobre a importância de se ter bastante repetições no experimento. No entanto, a preocupação com a qualidade da repetição (tamanho – número de aves) é praticamente esquecida, e até desdenhada. Prova disso são os novos modelos de galpões experimentais, os quais possuem um maior número de unidades experimentais em detrimento do tamanho das unidades experimentais (redução do número de animais por repetição). Ou seja, em exemplos teóricos, o número de aves total do experimento não se altera, e para se ganhar mais repetições, sacrifica-se o número de aves dentro da repetição.

3.3 Tamanho da unidade experimental

Um ponto crucial para se considerar ao realizar experimentos com animais é o número de animais por repetição, pois esse fator exerce impacto significativo na variação experimental (SAKOMURA e ROSTAGNO, 2007). O tamanho da unidade experimental pode ser definido a partir de pesquisas anteriores que estudaram assuntos semelhantes ao da pesquisa que se deseja planejar. No entanto, estudar e determinar o tamanho ideal da unidade experimental pode contribuir para diminuir o erro experimental (FACCO *et al.*, 2017).

Uma medida para avaliar a precisão dos dados de um experimento é por meio do desvio padrão e do coeficiente de variação. O desvio padrão é basicamente a raiz quadrada da variância residual. Já o coeficiente de variação, é o desvio padrão expresso como uma porcentagem da média, como se segue:

$$CV = (S \div \bar{x}) \times 100$$

Sendo que:

S, representa a raiz quadrada da variância residual;

$\bar{x}$, representa a média da geral variável.

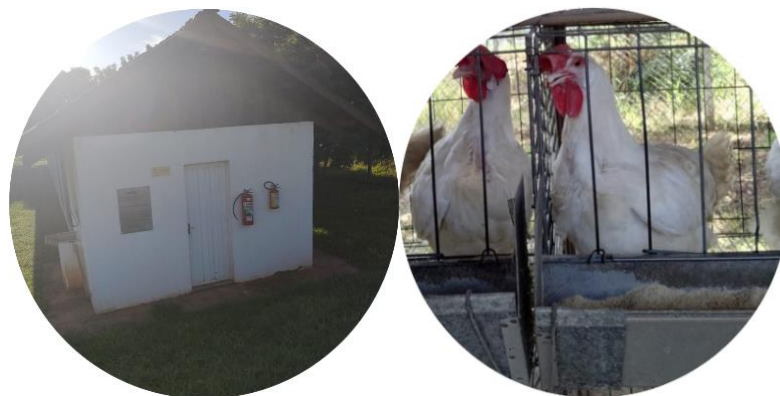
4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no galpão para galinhas poedeiras, localizado na Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de Dracena, FCAT - UNESP, e aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais – CEUA, com registro nº 04/2022.

Foram utilizadas 90 galinhas poedeiras da linhagem Hisex-White, distribuídas em um aviário experimental (Figura 1). O experimento contou com três tratamentos (grupos), que foram compostos por diferentes números de galinhas poedeiras por gaiola. Cada grupo foi constituído por cinco gaiolas, sendo que: o primeiro, o segundo e o terceiro grupo tiveram, respectivamente, quatro, seis e oito galinhas por gaiola (Figura 2). As gaiolas tiveram o espaço redimensionado proporcionalmente entre cada grupo, alterando-se o tamanho da repetição (número de aves por gaiola), mas com o cuidado de manter a densidade de criação constante para que a única fonte de variação entre os grupos fosse de fato o tamanho da unidade experimental.

A variabilidade dos dados foi obtida entre as cinco gaiolas de cada grupo, permitindo calcular a dispersão dos resultados de cada grupo. As repetições do experimento foram obtidas no tempo por meio da realização de cinco ensaios com duração de sete dias cada, e com sete dias de intervalo entre ensaios, obtendo-se, portanto, cinco repetições por tratamento. A cada novo ensaio as aves foram aleatorizadas nas unidades experimentais, com o intuito de minimizar o efeito do ensaio anterior sobre o seguinte. O efeito de cada ensaio foi considerado no modelo utilizado para realizar a análise estatística, assemelhando-se a um delineamento em blocos casualizados, sendo os ensaios realizados no tempo, dentro dessa analogia, os blocos.

Figura 1 – Aviário e aves da linhagem Hisex-White.



Fonte: Elaborado pela autora

Figura 2 – Aves divididas nos respectivos tratamentos com 4, 6 e 8 aves em cada um deles



Fonte: Elaborado pela autora

As aves foram alojadas em gaiolas de arame galvanizado com comedouros do tipo frontal e bebedouros do tipo *nipple* (Figura 3).

Figura 3 – Gaiola, comedouro e bebedouro experimentais.



Fonte: Elaborado pela autora

Cada gaiola, originalmente (com oito galinhas), teve as seguintes dimensões: 1,00 × 0,50 × 0,50 m (comprimento x profundidade x altura, respectivamente) e teve seu espaço redimensionado proporcionalmente em cada um dos grupos para que a densidade de alojamento não interferisse no desempenho das galinhas poedeiras, a qual foi de 625 cm². Para as gaiolas que tiveram espaço reduzido (com menos galinhas), foram usadas divisões de papelão para a redução do espaço (Figura 4).

- Para as gaiolas com oito aves: 0 cm de redução na profundidade da gaiola (total de 50 cm de profundidade);
- Para gaiolas com seis aves: 12,5 cm de redução na profundidade da gaiola (total de 37,5 cm profundidade);
- Para gaiolas com quatro aves: 25 cm de redução na profundidade da gaiola (total de 25 cm de profundidade).

Figura 4 – Materiais utilizados para repartição das gaiolas.



Fonte: Elaborado pela autora

O programa de luz usado foi realizado de acordo com o recomendado pelo manual da linhagem. A dieta foi a base de milho e farelo de soja, atendendo as exigências nutricionais das aves.

Foi avaliada a dispersão dos dados das variáveis de desempenho de galinhas poedeiras, as quais foram: peso dos ovos, consumo de ração, conversão alimentar por dúzia de ovos e conversão alimentar por massa de ovos. A priori, foi calculada a variância, e, depois, para cada variável resposta, foram calculadas as seguintes medidas de dispersão: desvio padrão e coeficiente de variação.

4.1 Análise Estatística

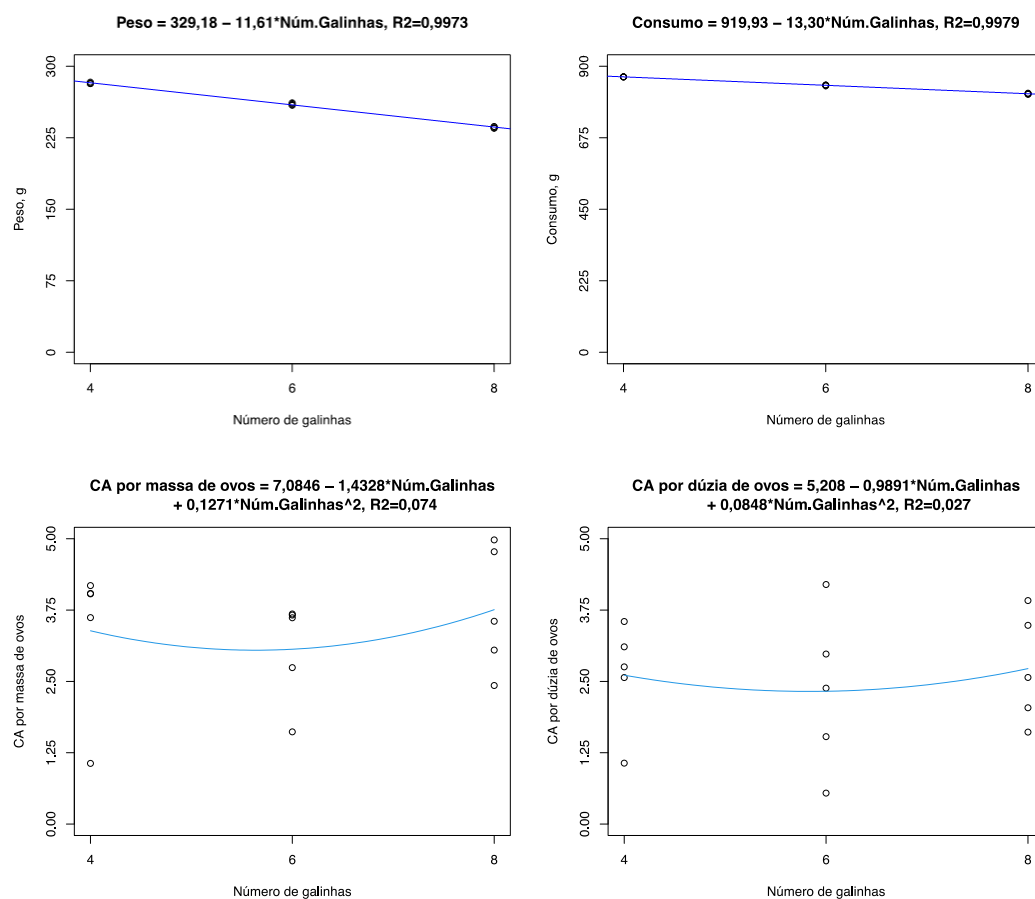
Os dados foram analisados com critério de 5% de probabilidade no software R, utilizando a interface do RStudio. Foi utilizada a metodologia de modelos mistos com o auxílio do pacote lme4 com a função lmer() para ajustar os modelos lineares utilizados nas análises. Os ensaios replicados no tempo foram considerados como uma variável categórica de efeito aleatório. Os

grupos entraram no modelo como uma variável quantitativa de efeito fixo, sendo avaliados por meio de regressões polinomiais.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de desempenho das galinhas são apresentados na figura 5. O número de galinhas alterou o peso dos ovos, o consumo de ração e a conversão alimentar por massa e dúzia de ovos. O peso dos ovos e o consumo de ração decresceram linearmente com o aumento no número de galinhas por repetição (peso = $329,18 - 11,61 \cdot \text{galinhas}$, $r^2 = 0,99$; consumo = $919,93 - 13,30 \cdot \text{galinhas}$, $r^2 = 0,99$). Tanto a conversão alimentar por massa, quanto por dúzia de ovos, apresentou comportamento quadrático em função do número de galinhas por repetição (conversão alimentar por massa de ovos = $7,08 - 1,433 \cdot \text{galinhas} + 0,1271 \cdot \text{galinhas}^2$, $r^2 = 0,07$; conversão alimentar por dúzia de ovos = $5,21 - 0,9891 \cdot \text{galinhas} + 0,0848 \cdot \text{galinhas}^2$, $r^2 = 0,03$), sendo que o número ideal de galinhas por repetição, foi de 5,64 e 5,83 para se obter os melhores valores de conversão alimentar, respectivamente. A variável número de ovos não foi influenciada pelo número de galinhas por repetição.

Figura 5 – Gráficos de desempenho das galinhas.



Os resultados mostram que o aumento da unidade experimental, com mais galinhas dentro da repetição, prejudicou os dados de desempenho. O decréscimo nos resultados pode ter sido causado pelo surgimento de disputa hierárquica entre as aves, aumentando os gastos com a manutenção corporal, e, conseqüentemente, afetando a produção. A energia que poderia estar sendo usada para a produção de ovos, pode ter sido gasta em atividades para a galinha manter a hierarquia dentro da unidade experimental. Há décadas, Braastad e Katle (1989) demonstraram que galinhas selecionadas para maior eficiência de utilização da energia apresentam hábitos destinados à produção (e.g. descanso), ao contrário de galinhas de baixo aproveitamento energético, as quais apresentam comportamento agitado e mais agressivo. Apesar de no nosso estudo as galinhas serem provenientes de uma única linhagem, e selecionada para produção, o maior número de galinhas dentro da repetição pode ter provocado maior disputa e interação entre as mesmas, influenciando negativamente o desempenho. Apesar da dificuldade de se mensurar quantitativamente a relação das atividades corporais com as necessidades nutricionais, é possível que as atividades inerentes a postura, em comparação a aves de corte menos ativas, tornem a produção das galinhas poedeiras mais sensíveis a qualquer gasto energético desnecessário. Por isso, em 1994 já foi sugerido o uso de um parâmetro adicional para aumentar a relevância da atividade corporal de galinhas na modelagem das exigências energéticas de manutenção (ZHANG e COON, 1994).

Na figura 6, observa-se o desvio padrão do peso ($DP \text{ do peso} = 300,65 - 82,31 \cdot \text{galinhas} + 6,329 \cdot \text{galinhas}^2$, $r^2 = 0,99$), do número de ovos ($DP \text{ do número de ovos} = 4,9030 - 1,373 \cdot \text{galinhas} + 0,1091 \cdot \text{galinhas}^2$, $r^2 = 0,050$), da conversão alimentar por massa de ovos ($DP \text{ da conversão alimentar por massa de ovos} = 4,835 - 1,475 \cdot \text{galinhas} + 0,1209 \cdot \text{galinhas}^2$, $r^2 = 0,051$) e da conversão alimentar por dúzia de ovos ($DP \text{ da conversão alimentar por dúzia de ovos} = 3,926 - 1,216 \cdot \text{galinhas} + 0,1011 \cdot \text{galinhas}^2$, $r^2 = 0,035$). Analisando o ponto crítico dos gráficos, o número ideal de galinhas por repetição foi de 6,50, 6,29, 6,10 e 6,01, respectivamente. Ou seja, todas as respostas indicam que, para se obter a menor dispersão de dados de desempenho, o trabalho de pesquisa deve conter um número próximo de seis galinhas dentro da unidade

experimental. Não houve influência do número de galinhas por repetição no consumo de ração.

Os resultados de coeficiente de variação apresentados na figura 7 corroboram com os dados de desvio padrão. O coeficiente de variação do peso (CV do peso = $121,69 - 34,86 \cdot \text{galinhas} + 2,779 \cdot \text{galinhas}^2$, $r^2 = 0,971$), do número de ovos (CV do número de ovos = $124,69 - 36,19 \cdot \text{galinhas} + 2,95 \cdot \text{galinhas}^2$, $r^2 = 0,970$), da conversão alimentar por massa de ovos (CV da conversão alimentar por massa de ovos = $128,68 - 38,08 \cdot \text{galinhas} + 3,070 \cdot \text{galinhas}^2$, $r^2 = 0,974$), e da conversão alimentar por dúzia de ovos (CV da conversão alimentar por dúzia de ovos = $141,42 - 42,97 \cdot \text{galinhas} + 3,543 \cdot \text{galinhas}^2$, $r^2 = 0,978$) apresentaram resultados quadráticos. A partir dessas equações foi possível encontrar o número ideal de galinhas por unidade experimental, que foram: 6,27, 6,13, 6,20 e 6,06, respectivamente. Nesse caso, a variável consumo de ração também não foi significativa.

Os resultados aqui encontrados demonstram que a quantidade de aves dentro da gaiola altera a dispersão dos dados entre as repetições. Ou seja, durante a fase inicial da pesquisa, a qual compreende o planejamento da metodologia que será usada, é fundamental levar em consideração não somente a quantidade de repetições (preocupação comumente observada), mas também a consistência (qualidade) entre as repetições, que está atrelada ao tamanho (quantidade de galinhas) da repetição. Neste trabalho, observamos que o número ideal de galinhas dentro da unidade experimental é muito próximo de seis.

A literatura avícola é pobre acerca desse assunto. Acreditamos que apesar de óbvio, o efeito do tamanho da unidade experimental sobre a dispersão de dados deve ser estudado com mais intensidade. É do nosso próprio conhecimento que poucos pesquisadores da área avícola consideram o tamanho da unidade experimental tanto quanto consideram a importância do número de unidades experimentais. Talvez, mais discussão sobre o assunto poderia suprir essa carência técnica dos profissionais. No entanto, o fator primordial para se desenvolver mais estudos está relacionado com a importância (enorme) de se determinar quantitativamente qual é o número ideal de aves por unidade experimental em diferentes condições, *i.e.*: espécies, linhagens, temperaturas, entre outras. O tamanho da unidade experimental

também é pouco investigado na produção vegetal, apesar de haver algumas evidências na literatura que demonstram a relevância da questão no planejamento experimental (OLIVEIRA *et al.*, 2005; FACCO *et al.*, 2017).

Figura 6 – Gráficos do desvio padrão das variáveis.

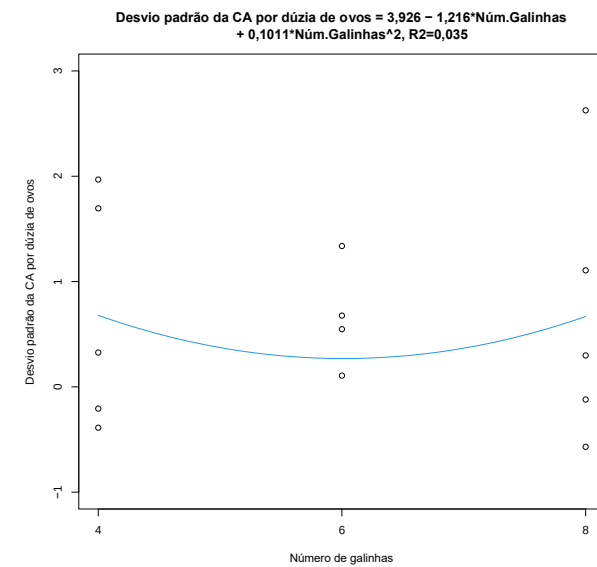
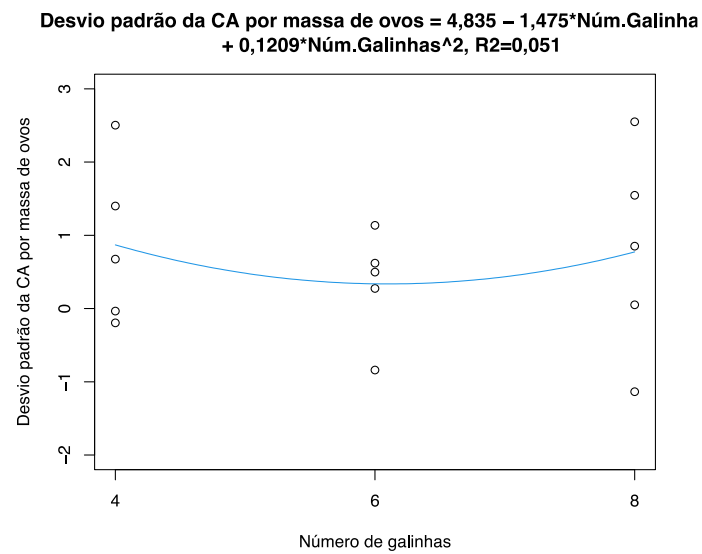
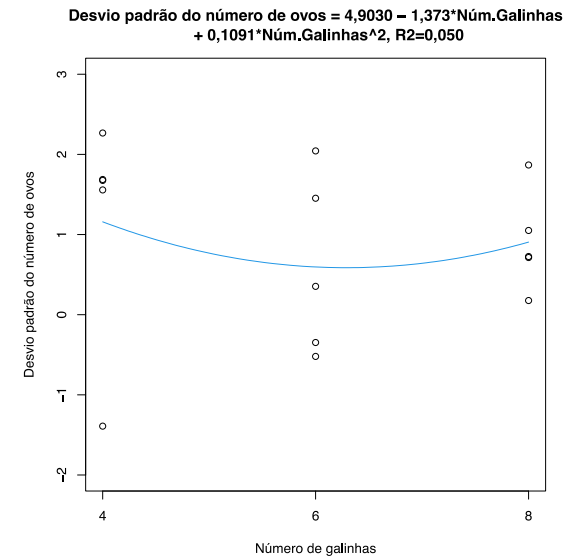
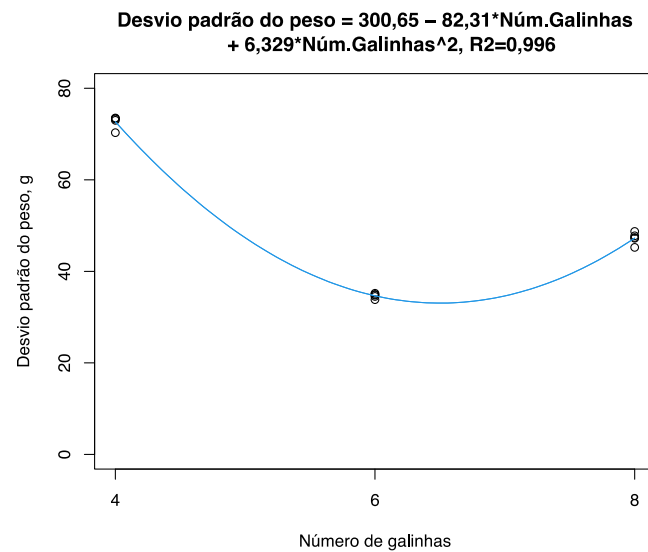
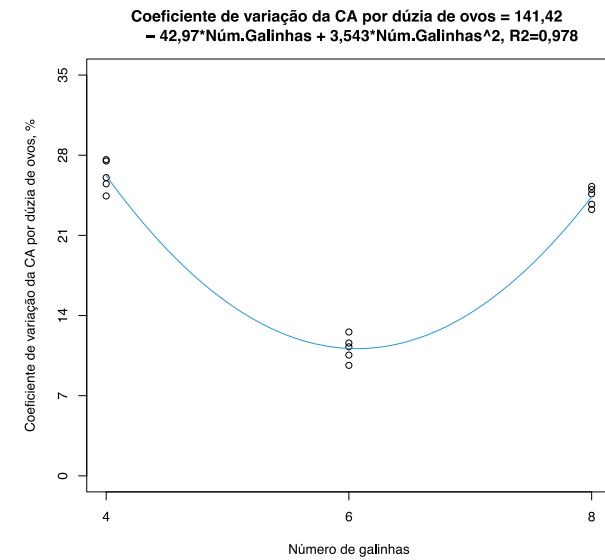
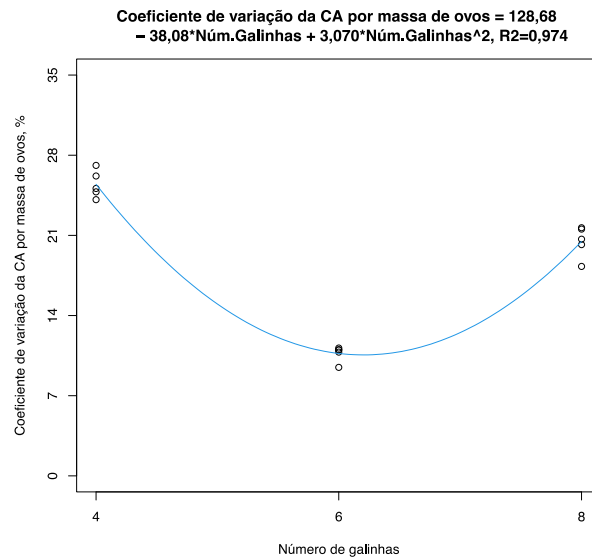
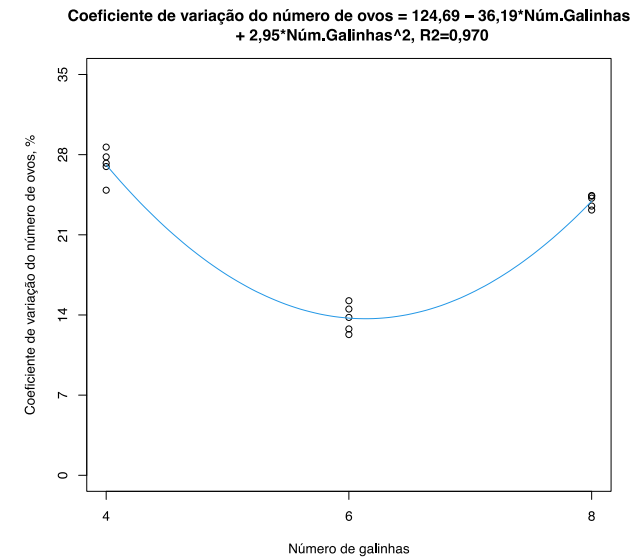
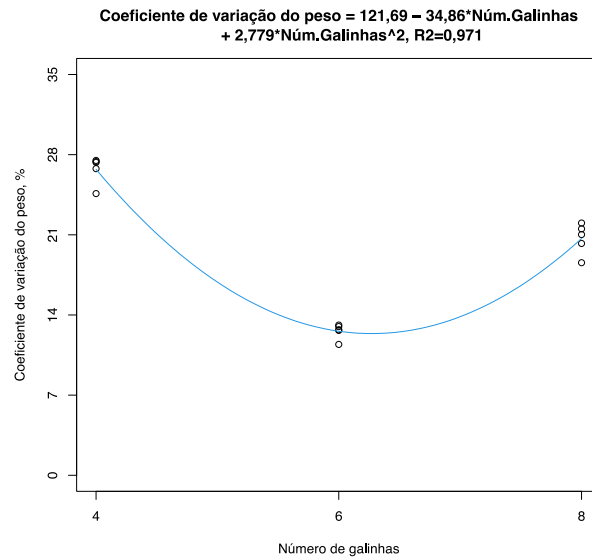


Figura 7 - Gráficos do coeficiente de variação das variáveis.



6 CONCLUSÃO

O tamanho e a consistência da unidade experimental interferem na dispersão de dados.

Em estudos sobre o desempenho de galinhas poedeiras, o ideal é o emprego de seis aves por repetição.

REFERÊNCIAS

BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. **Experimentação agrícola**. 4. ed. Jaboticabal: Funep, 2006. 237 p.

BATISTA, E. S.; PEREIRA, D. F.; SANCHEZ, F. T.; GUIMARÃES, M. A.; NAGAI, D. K.; SOARES, N. M.; TOGASHI, C. K.; BUENO, L. G. F. Comportamento de uso do ninho e desempenho produtivo de poedeiras alojadas em diferentes densidades e tamanhos de grupo. **Revista Educação Agrícola Superior**, v. 27, n. 2, p.119-123, 2012.

BRAASTAD, B. O.; KATLE, J. Behavioural differences between laying hen populations selected for high and low efficiency of food utilisation. **British Poultry Science**, v. 30, n. 3, p. 533-544, 1989.

FACCO, G.; FILHO, A. C.; ALVES, B. M.; LAVEZO, A.; FOLLMANN, D. N.; BEM, C. M.; SCHABARUM, D. E.; KLEINPAU, J. A.; CHAVES, G. G.; SILVEIRA, D. L.; SIMÕES, F. M.; ULIANA, D. B.; WARTHA, C. A. Basic experimental unit and plot sizes with the method of maximum curvature of the coefficient of variation in sunn hemp. **Academic journals**, v. 12, n. 770FDF462683, p. 415 - 423, 2017.

GONZÁLEZ, G. G. H. **Estimação do tamanho ótimo de parcelas com aplicação na cultura da soja**. 84f. Dissertação (Mestrado em Estatística e Experimentação Agropecuária) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.

LOPEZ, B. G.; FARIA, G. A.; MALTONI, K. L.; ROCHA, P. S.; OLIVÉRIO, G. L.; PEIXOTO, A. P. B.; FERREIRA, A. F. A. Cálculo do tamanho ótimo de parcela para experimentos com eucalipto. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 8, e565985712, 2020.

OLIVEIRA, S. J. R.; STORCK, L.; LOPES, S. J.; LÚCIO, A. D.; FEIJÓ, S.; DAMO, H. P. Plot size and experimental unit relationship in exploratory experiments. **Scientia Agrícola**, v. 62, n. 6, p. 585-589, 2005.

OLIVEIRA, D. L.; NASCIMENTO, J. W. B.; CAMERINI, N. L.; SILVA, R. C. FURTADO, D. A.; ARAUJO, T. G. P. Desempenho e qualidade de ovos de

galinhas poedeiras criadas em gaiolas enriquecidas e ambiente controlado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n.11, p.1186–1191, 2014.

PADRÓN, R. A. R.; LOPES, S. J.; RENEDO, V. S. G. Estimation of the optimal plot size and number of replications in a field pepper crop experiment with varying irrigation depths and application frequencies. **Scientia Horticulturae**, v. 237, p. 96-104, 2018.

SAKOMURA, N. K. Modeling Energy Utilization in Broiler Breeders, Laying Hens and Broilers. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v.6, n.1, p. 1-11, 2004.

SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. 1. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2007. 283 p. v. 1. ISBN 9788587632975.

SILVA, L.; SOUZA, C.; MARCHESAN, R.; ZANOTTI, J.; BUENO, R. S. Avaliação do efeito da densidade populacional no desempenho produtivo de aves de postura comercial. III Seminário: **Sistemas de Produção Agropecuária** – Zootecnia, 2015.

ZANON, M. L. B.; STORCK, L. Tamanho ótimo de parcelas experimentais para *Eucalyptus saligna* Smith em dois estádios de desenvolvimento. **Cerne**, v. 6, n. 2, p.104-111, 2000.

ZHANG, B.; COON, C. N. Nutrient Modelling for Laying Hens. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 3, n. 21597, p. 416 - 431, 1994.