



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

JOHN EDSON CHIODI

CARACTERÍSTICAS DO AMBIENTE DOS AVIÁRIOS, DESEMPENHO E QUALIDADE
DOS OVOS DE GALINHAS MANTIDAS EM DIFERENTES DENSIDADES

CAMPINA GRANDE - PB

FEVEREIRO – 2022

JOHN EDSON CHIODI

**CARACTERÍSTICAS DO AMBIENTE DOS AVIÁRIOS, DESEMPENHO E QUALIDADE
DOS OVOS DE GALINHAS MANTIDAS EM DIFERENTES DENSIDADES**

Dissertação de Mestrado apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em Engenharia
Agrícola do Centro de Tecnologia e Recursos
Naturais - CTRN da Universidade Federal de
Campina Grande - UFCG, para obtenção do
título de Mestre em Engenharia Agrícola.

Área de Concentração: Construções Rurais e Ambiente

Orientador: Prof. Dr. Dermeval Araújo Furtado - UFCG/CTRN/UAEA

CAMPINA GRANDE - PB

FEVEREIRO – 2022

C539c

Chiodi, John Edson.

Características do ambiente dos aviários, desempenho e qualidade dos ovos de galinhas mantidas em diferentes densidades / John Edson Chiodi. - Campina Grande, 2022.

66 f. il.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, 2022.

"Orientação: Prof. Dr. Dermeval Araújo Furtado."

Referências.

1. Aviário. 2. Aves de Postura. 3. Alojamento. 4. Níveis de CO₂. 5. Níveis de Ruído. 6. Conforto Térmico. I. Furtado, Dermeval Araújo. II. Título.

CIDU 631.227(043)



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
POS-GRADUACAO EM ENGENHARIA AGRICOLA
Rua Aprigio Veloso, 882, - Bairro Universitario, Campina Grande/PB, CEP 58429-900

FOLHA DE ASSINATURA PARA TESES E DISSERTAÇÕES

JOHN EDSON CHIODI

CARACTERÍSTICAS DO AMBIENTE DOS
AVIÁRIOS, DESEMPENHO E QUALIDADE DOS
OVOS DE GALINHAS MANTIDAS EM
DIFERENTES DENSIDADES

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Engenharia Agrícola
como pré-requisito para obtenção do título
de Mestre em Engenharia Agrícola.

Aprovada em: 25/02/2022

Dermeval Araújo Furtado - Orientador(a) - PPGEA/CTRN/UFMG

José Pinheiro Lopes Neto - Examinador(a) Interno(a) - PPGEA/CTRN/UFMG

Neila Lidianny Ribeiro - Examinador(a) Externo(a) - INSA



Documento assinado eletronicamente por **DERMEVAL ARAUJO FURTADO, PROFESSOR 3 GRAU**, em 10/03/2022, às 13:46, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 8º, caput, da [Portaria SEI nº 002, de 25 de outubro de 2018](#).



Documento assinado eletronicamente por **JOSE PINHEIRO LOPES NETO, COORDENADOR(A) ADMINISTRATIVO(A)**, em 10/03/2022, às 14:33, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 8º, caput, da [Portaria SEI nº 002, de 25 de outubro de 2018](#).



Documento assinado eletronicamente por **Neila Lidianny Ribeiro, Usuário Externo**, em 10/03/2022, às 21:33, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 8º, caput, da [Portaria SEI nº 002, de 25 de outubro de 2018](#).

A autenticidade deste documento pode ser conferida no site <https://sei.ufcg.edu.br/autenticidade>, informando o código verificador **2164305** e o código CRC **BD1659B2**.



Referência: Processo nº 23096.007039/2022-55

SEI nº 2164305

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por se fazer presente em todos os momentos difíceis da minha vida, passando-me confiança e dizendo que esse dia chegaria.

Muito obrigado, por tudo, meu bom Senhor.

Aos meus pais, Iracema Chiodi e Valdomiro Chiodi (in memoriam), por sua coragem, dedicação e ensinamentos que, em suas vidas humildes, nos deixaram como maior herança a educação e honestidade.

A minha querida esposa Clarice Maria Ferrazzo, pelo carinho e compreensão e por estar sempre ao meu lado.

A minha querida irmã, Maria Elena de Oliveira, que me proporcionou os melhores momentos da minha vida em família, um forte abraço e o meu muito obrigado.

À amiga Olinda de Souza, pelo carinho, paciência e lealdade comigo em momentos difíceis na minha jornada sobre a terra.

A amiga Dolores Longhi, pela dedicação e paciência em ensinar-me a compilar os dados em planilhas de excel.

Aos amigos Raulino Gabriel Herdt e sua esposa Cleides Teresinha Herdt pela oportunidade de aplicar meus conhecimentos em Engenharia Agrícola, pela paciência, orientação, consideração, amizade e confiança.

Aos amigos Saule Bordignon e sua esposa Loici Fontana Bordignon, pela orientação, consideração, amizade e confiança.

A Universidade Federal de Campina Grande, pela excelência no ensino e pela oportunidade do estudo e a realização do mestrado.

Ao Departamento de Engenharia Agrícola e seus funcionários. Agradeço imensamente ao meu orientador, Prof. Dr. Dermeval Araújo Furtado, por todo o apoio, orientação, consideração, paciência, amizade e confiança prestados durante estes 2 anos.

Todos os agradecimentos possíveis ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola do Centro de Ciências e Tecnologia de Engenharia Agrícola, por ter me dado oportunidade de crescimento e formação pessoal.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pela concessão de ajuda financeira para que eu pudesse pôr em prática esse projeto de pesquisa.

Aos professores, Amito Teixeira, Antônio Amaral, José Aparecido, José Neto, Josivanda Gomes, Luiza Cirne, Mozaniel Silva, Pedro Dantas, Rener Ferraz, Soahd Farias, Valéria Borges, Wallace Barbosa, que muito me auxiliaram com palavras amigas e ajuda técnica, durante toda fase do experimento.

À professora Neila Lidianny Ribeiro pela colaboração nas análises estatísticas.

Aos componentes da banca examinadora, pela disponibilidade em avaliar este trabalho.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola e Ambiente que, direta ou indiretamente, colaboraram para realização deste trabalho

Aos amigos, sobretudo, àqueles que nesse período mostraram serem os verdadeiros, que sempre estavam dispostos a ouvir meus anseios e suportaram meus estresses, esses eu vou sempre lembrar: Aírton, Bruno, Daniele, Fernando, Gypson, Karoline, Nágela, Tiago (técnico do laboratório), Yokiny. Obrigado pela ajuda de cada um de vocês.

Em especial, agradeço a Fabiana Leal pela valiosa ajuda em todas as etapas do experimento durante o mestrado e pelo carinho, desabafos, companheirismo e amizade.

A Dona Nazaré e Sr. Ednaldo, proprietários do Sítio Turuathá, pela disponibilização dos aviários, e por todo apoio concedido no desenvolvimento deste experimento e pela amizade conquistada, e ao funcionário Zé pelo apoio constante ao projeto.

E, por fim, a todos que, infelizmente, não me recordei até o momento da confecção deste trabalho, mas que também contribuíram direta e indiretamente para que eu pudesse realizar este sonho.

EPÍGRAFE

“A persistência é o menor caminho do êxito”. (Charles Chaplin)

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Iracema Chiodi e Valdomiro Chiodi (in memoriam), irmã Maria Elena de Oliveira, amigas Olinda de Souza e Dolores Longhi, minha esposa Clarice Maria Ferrazzo, que são exemplos de superação em todos os momentos desta caminhada.

Dedico e ofereço

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Planta baixa do aviário 1.....	31
Figura 2.	Planta baixa do aviário 2.....	33
Figura 3.	Médias da temperatura (°C) e umidade relativa do ar (%) das 06:00 as 15:00 horas nos dois aviários.....	38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Principais países produtores de ovos de galinha em mil toneladas no período de 2010 a 2017 de acordo com dados da FAO (2019).	19
Tabela 2.	Unidades federativas brasileiras que apresentaram as maiores taxas de crescimento na produção de ovos de galinha no período de 2010 a 2018.....	19
Tabela 3.	Dados climáticos de dois aviários com diferentes densidades de alojamento das aves.....	37
Tabela 4.	Dados de conforto para as aves alojadas em dois aviários com diferentes densidades.....	39
Tabela 5.	Desempenho das aves criadas em dois aviários com diferentes densidades de alojamento.....	40
Tabela 6.	Comportamento das aves nos ninhos e poleiros criadas em dois aviários com diferentes densidades de alojamento.....	41
Tabela 7.	Dados de qualidade de ovo, gema, casca e albúmen de aves poedeiras criadas em aviários com diferentes densidades de alojamento.....	42

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	15
2 OBJETIVOS	17
2.1 Objetivo geral.....	17
2.2 Objetivos específicos	17
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
3.1 Avicultura de postura no Brasil.....	18
3.2 Bem-estar das aves de postura	21
3.2.1 Comportamento das aves	22
3.2.2 Estresse por calor e perdas produtivas.....	23
3.3 Sistema de criação	26
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	29
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
6. CONCLUSÃO	43
7. REFERÊNCIAS.....	44

RESUMO

Objetivou-se com essa pesquisa avaliar as características ambientais, comportamentais, desempenho e qualidade dos ovos de galinhas poedeiras criadas em confinamento com diferentes densidades de alojamento. As aves foram criadas no sistema de confinamento, em aviários com diferentes densidades (aviário 1 com 6,80 aves m^{-2} e aviário 2 com 7,35 aves m^{-2}), com o delineamento experimental inteiramente casualizado. Com relação aos resultados, os valores médios da temperatura (27,4 °C) no aviário 1 foram mais elevados em relação ao aviário 2 (26,1 °C), com pico de temperatura às 13 horas, média de 31 °C para o aviário 1 e 29 °C no aviário 2. Os níveis de CO₂ e de ruídos maiores no aviário 1. O peso vivo das aves (P=0,008) foi menor nas aves do aviário com menor densidade, como também a produção total de ovos (P=0,003). No aviário 2, mesmo com maior densidade e menor temperatura os animais ganharam mais peso e consumiram menos ração. Aviário com densidade de 7,35 aves m^{-2} apresentou temperatura do ar na faixa da zona de conforto térmico para a espécie. As temperaturas da cama, água e do ninho são mais adequadas no aviário com menor densidade. Com o aumento da densidade a temperaturas da cama e do ninho aumentaram em torno de 1 °C e a da água 3 °C, diminuindo o consumo de água.

Palavras-chave: Alojamento diverso, CO₂, comportamento, postura, níveis de ruídos.

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the environmental and behavioral characteristics, performance and egg quality of laying hens raised in confinement with different housing densities. The birds were reared in the confinement system, in houses with different densities (house 1 with 6.80 birds m⁻² and house 2 with 7.35 birds m⁻²), with a completely randomized design. Regarding the results, the average temperature values (27.4 °C) in the aviary 1 were higher in relation to the aviary 2 (26.1 °C), with a peak temperature at 1 pm, an average of 31 °C for aviary 1 and 29 °C in aviary 2. Higher CO₂ and noise levels in aviary 1. The live weight of the birds (P=0.008) was lower in the birds of the aviary with lower density, as well as the total egg production (P=0.003). In aviary 2, even with higher density and lower temperature, the animals gained more weight and consumed less feed. Aviary with density of 7.35 birds m⁻² presented air temperature in the range of the thermal comfort zone for the species. Bed, water and nest temperatures are more suitable in the aviary with lower density. With the increase in density, litter and nest temperatures increased by around 1 °C and that of water by 3 °C, decreasing water consumption.

Keywords: Different accommodation, CO₂, behavior, posture, noise levels.

1 INTRODUÇÃO

Entre as atividades agropecuárias brasileira destaca-se a avicultura de postura, que teve aumento na produção de 3,5% no primeiro trimestre de 2020, com o volume produzido no período acima de 960 milhões de dúzias de ovos (IBGE, 2020). A avicultura, a exemplo de outros segmentos da produção animal, apresenta extraordinário processo de evolução em tecnologias produtivas (Russo, 2019), elevando os índices de produção, fortalecendo a economia, gerando empregos diretos e indiretos. Além disso, os processos produtivos estão focando no bem-estar dos animais, como das aves caipiras confinadas e semiconfinadas para produção de carne e ovos.

Em parte dos EUA e na União Europeia foram confirmadas regulamentações que extinguem a geração de ovos de galinhas de postura em gaiolas, as empresas do setor de alimentação comprometeram-se em excluir gradativamente a venda de ovos produzidos nestas condições. No Brasil, essa tendência está influenciando consumidores preocupados com o bem-estar das galinhas, que sugerem que elas devem ser criadas soltas, onde possam tomar banho de areia, bater asas, botar ovos nos ninhos ou no chão e ciscar, expressando seus comportamentos naturais. A criação de galinhas em confinamento e semiconfinamento sem gaiolas tem o propósito de resgatar a tradição, reduzir os danos ao meio ambiente, melhorar o conforto animal e a peculiaridade dos ovos (Russo, 2019).

As aves requerem do meio em que vivem condições precisas de ambiente, tais como: temperatura e umidade relativa do ar, pressão, luminosidade, conteúdo de oxigênio, anidrido carbônico, nitrogênio, destacando que as aves possuem boa capacidade de adaptação que lhes permitem, até certo limite de adversidade, sobreviverem e produzirem quando algumas variantes são transformadas (Tinôco, 2001). A tipologia das instalações deve ser adequada ao clima do país, possibilitando a manutenção das variáveis ambientais, como a temperatura e umidade relativa do ar, velocidade do vento e outros que aferem o sistema, dentro das extremidades que propiciem conforto ao aviário das aves. O distanciamento dessas variáveis ambientais dos valores adjacentes à região termoneutra dos animais, perturbam o mecanismo termodinâmico que as aves possuem para se

defenderem de extremos climáticos e com isso, pode ocorrer o desperdício de energia (Santos et al., 2009).

Quanto ao bem-estar das aves, deve-se ter uma atenção especial, pois, a interação animal-ambiente tem importância significativa e ligada ao seu desempenho e sobrevivência, visto que, alterações podem influenciar na fisiologia das aves, causando estresse e as mesmas não conseguem manter a homeotermia, ocasionando a diminuição na produção, qualidade dos ovos e podem chegar a óbito (Rodrigues, 2016). As galinhas são sensíveis ao calor e isso pode afetar as propriedades dos ovos, como o semiárido brasileiro apresenta altas temperaturas durante o ano, pode afetar o desempenho produtivo das aves e as condições dos ovos.

As galinhas caipiras criadas livres de gaiolas no sistema de confinamento, possuem acesso a cama, poleiros, ninhos, sendo servido a alimentação e água à vontade. Dessa forma, se destaca como um ambiente propício para expressão de comportamento natural (Man et al., 2002).

O tamanho do aviário pode alterar o desempenho dos animais e a qualidade dos ovos, para se obter boa produtividade no sistema de produção das poedeiras, devem ser propostos espaços e condições de conforto às aves nas instalações, devido a sua capacidade em dispor de um maior espaço dentro do sistema.

Nas situações de estresse térmico, as galinhas demonstram comportamento para atenuar o ganho de calor, que podem reduzir a eficiência produtiva e a qualidade de sua carne (Lana et al., 2000; Furtado et al., 2006; Zaboli et al., 2019), podendo acontecer alterações metabólicas e fisiológicas nos seus comportamentos, como declínio das funções hormonais e imunológicas, redução da disponibilidade de energia, redução da digestibilidade e absorção de nutrientes da dieta, mudanças no equilíbrio da microbiota intestinal e aumento do cortisol circulante (Lara & Rostagno, 2013; Farghly et al., 2018).

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar as características ambientais, comportamentais, desempenho e qualidade dos ovos de galinhas poedeiras criadas em confinamento com diferentes densidades de alojamento.

2.2 Objetivos específicos

- ✓ Avaliar o ambiente térmico dos aviários, através temperatura, umidade relativa do ar, índices de CO₂, níveis de ruídos, velocidade do vento, temperatura do ninho, temperatura da cama, temperatura da água;
- ✓ Analisar o desempenho das aves e qualidade dos ovos em diferentes densidades, através das variáveis: espessura da casca, diâmetro e altura do albúmen e gema, peso da casca úmida e seca, peso do ovo, diâmetro do ovo no sentido paralelo e meridional;
- ✓ Examinar o comportamento das aves em diferentes densidades;
- ✓ Averiguar o consumo de ração e água pelas as aves nos dois aviários;
- ✓ Avaliar os parâmetros produtivos das aves em função das diferentes densidades.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Avicultura de postura no Brasil

Na avicultura de postura no Brasil destaca-se o crescimento na produção, consumo e exportação de ovos durante as décadas de 1970 e 1980 e redução nas décadas de 1990 e 2000, o que pode ser justificado por fatores como os tabus, que relacionavam o consumo de ovos com problemas de saúde, à baixa renda per capita do brasileiro no que se trata ao consumo de alimentos de maior valor agregado que possuem o ovo como ingrediente, como doces e bolos (Santos Filho et al., 2011).

Um dos principais desafios na avicultura de postura no Brasil é a garantia da biosseguridade (Amaral et al., 2016), onde existem riscos de contaminação dos plantéis das aves por diversas doenças por isso, é necessário ter o controle sanitário em todas as etapas produtivas. Apesar da implementação do Programa Nacional de Sanidade Avícola (PNSA), que estabelece os procedimentos a serem adotados na produção e comercialização de produtos avícolas, podem suceder deficiências nos serviços de fiscalização setorial.

O Brasil se destaca como um dos principais países produtores de ovos de galinha no mundo (Tabela 1), em que a maior parte da produção é destinada para o mercado interno, aproximadamente 99,74% do total produzido em 2017 (ABPA, 2018). Além disso, destaca-se um aumento do consumo per capita do brasileiro, que em 2010 foi de 148 unidades de ovos de galinha saltando para 192 unidades em 2017, aumento de 29,72% (ABPA, 2018). A produção brasileira de ovos em 2020 foi de 53,5 bilhões de unidades, com o consumo recorde de 251 ovos per capita ao ano (APA, 2021).

Tabela 1. Principais países produtores de ovos de galinha em mil toneladas no período de 2010 a 2017 de acordo com dados da FAO (2019).

Países	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
China	23.48	23.89	24.32	24.44	24.59	30.46	31.61	30.96
Estados Unidos	5.43	5.47	5.58	5.77	5.97	5.75	6.04	6.25
Índia	3.38	3.46	3.65	3.83	4.11	4.31	4.56	4.84
México	2.38	2.46	2.31	2.51	2.56	2.65	2.72	2.77
Brasil	1.94	2.03	2.08	2.17	2.24	2.26	2.28	2.54
Rússia	2.26	2.28	2.33	2.28	2.31	2.35	2.41	2.48
Mundo	62.24	65.49	67.09	68.69	70.11	76.67	78.96	80.08

Fonte: FAO (2019); adaptado de Procópio & Lima (2019)

No ano de 2018 a produção de ovos no Brasil concentrou-se, principalmente, na região Sudeste (43,81%), seguidos do Sul (23,20%) e Nordeste (16,88%). Em relação à taxa de crescimento, de 2010 a 2018, as maiores foram nas regiões Centro-Oeste (53,09%), Norte (50,91%) e Nordeste (50,64%) (Procópio & Lima, 2019). Na Tabela 2 observa-se a taxa de crescimento na produção de ovos de galinha no período de 2010 a 2018 em função dos estados brasileiros.

Tabela 2. Unidades federativas brasileiras que apresentaram as maiores taxas de crescimento na produção de ovos de galinha no período de 2010 a 2018.

Estados	Produção (mil dúzia)		Crescimento 2010-2018	Na produção nacional (%)	
	2010	2018		2010	2018
Tocantins	8.40	36.56	335.07	0.26	0.82
Acre	2.76	6.88	148.93	0.09	0.16
Rondônia	9.46	23.44	147.67	0.29	0.53
Espirito Santo	178.28	390.96	119.30	5.49	8.80
Pernambuco	147.88	270.03	82.61	4.55	6.08
Mato Grosso	122.67	222.43	81.31	3.78	5.01
Rio Grande do Norte	31.44	53.90	71.42	0.97	1.21

Fonte: IBGE (2019); adaptado de Procópio & Lima (2019)

O ovo é rico em vitaminas, minerais, ácidos graxos e proteínas, contendo vários aminoácidos essenciais de excelente valor biológico (Mota et al., 2017), sendo considerado um alimento completo para o ser humano. Além dessas características positivas, apresenta preço mais acessível quando comparado a outras proteínas de origem animal (Pires et al., 2019). No entanto, os benefícios nutricionais do ovo dependem da sua qualidade no momento da compra, que provém de fatores como idade, genética, ambiência, sanidade das aves e das condições de armazenamento pós postura (Lacerda, 2011).

As principais causas das mudanças na qualidade dos ovos durante o armazenamento são a temperatura, umidade relativa do ar do ambiente e tempo de armazenamento. Durante a estocagem a deterioração dos ovos acontece mais rapidamente em altas temperaturas (30 a 40 °C) em relação a temperaturas refrigeradas (0 a 4 °C), sendo que a refrigeração aumenta o custo de produção, o que faz com que a maioria dos ovos vendidos no mercado brasileiro estejam à temperatura ambiente (Mota et al., 2017).

A cadeia produtiva de ovos no Brasil mantém alta tecnologia, pois trabalha-se com o avanço da genética e utilização de linhagens altamente produtivas, nutrição, sanidade, ambiência e manejo, com a utilização de granjas automatizadas em sistemas de baterias de gaiolas, levando a criação das aves aos níveis industriais (Vieira et al., 2014).

A evolução tecnológica da avicultura resultou em diversos questionamentos acerca do bem-estar animal, os quais estão relacionados, dentre outros, o reduzido espaço oferecido e a ausência de caracteres de enriquecimento ambiental no sistema convencional, que impossibilitam ou limitam o repertório de atividades consideradas importantes para as aves, além das práticas de manejo empregadas como elevada densidade, muda forçada e debicagem, entre outras, estão sendo banidas em vários países (Teixeira & Cardoso, 2011; Cabrelon, 2016). Os investimentos em ambiência das instalações e o bem-estar das aves precisam ser ampliados, como também os mecanismos básicos associados aos efeitos de condições de estresse térmico sob o bem-estar (Lara & Rostagno, 2013).

Atualmente, as duas maiores preocupações do setor de produção de ovos mundial são o bem-estar das aves e o impacto das variações climáticas na produção.

3.2 Bem-estar das aves de postura

Altos índices de produção são possíveis mantendo-se a qualidade de vida das aves, incluindo o conforto térmico (Garcia et al., 2015). O bem-estar animal é um aspecto importante para a produção avícola, sendo exigência para a comercialização de ovos em vários mercados internacionais (Pereira et al., 2015).

Todas as normas de bem-estar estão baseadas nas cinco liberdades proposta pela “Farm Animal Welfare Council”, que são: 1) Livres de fome, sede e desnutrição, 2) Livres de sentir desconforto, 3) Livres de dor, ferimentos ou doenças; 4) Livres para expressarem seus padrões normais de comportamento e a 5) Livres de condições de medo e estresse, estas liberdades procuram oferecer uma abordagem para a compreensão de como o bem-estar é percebido pelo próprio animal (e não como definido por seu criador ou mesmo pelo consumidor) além de ser um ponto de partida para avaliar os aspectos bons e ruins de um sistema de criação (Broom, 1991).

As aves necessitam de controle preciso da temperatura, da umidade relativa do ar e velocidade do vento dentro das instalações (Renaudeau et al., 2012) pois, os animais homeotérmicos são sensíveis as alterações na temperatura do ambiente (Damasceno et al., 2010), quando submetidas a condições de estresse térmico, o seu bem-estar e o desempenho produtivo são bastante afetados (Baeta & Souza, 2010).

As atuais linhagens de galinhas poedeiras são cada vez mais produtivas, devido ao avanço do melhoramento genético, aliado aos planos nutricionais aplicados, entretanto, o metabolismo ficou mais acelerado e sua capacidade termorregulatória é ineficiente em condições de alta temperatura e umidade relativa do ar (Mota et al., 2017). De acordo com Kilic & Simsek (2013), com as altas temperaturas a produtividade das poedeiras fica limitada, por causa do aumento no gasto de energia para manter a temperatura corporal constante, reduzindo a produção, qualidade dos ovos e elevando

a taxa de mortalidade (Pereira et al., 2010), acarretando maior custo de produção e perdas econômicas.

A avaliação do bem-estar animal deve incluir uma variada gama de mensurações e as diferentes respostas fisiológicas e comportamentais, além das formas de associações entre as variáveis e suas consequências em relação à severidade do problema e os indicadores do bem-estar variam de acordo com a espécie estudada (Zanella, 1995).

3.2.1 Comportamento das aves

O comportamento das aves compreende em: espaço, proteção das penas (utilizando as glândulas do uropígio), ciscar, espojar, banhar, empoleirar (Campos, 2000). Grande parte do padrão de comportamento normal da ave é frustrado pelo engaiolamento. Além disso, o comportamento de acasalamento, incubação e cuidado com os pintinhos são impedidos, e a única compulsão reprodutiva permitida é pôr ovos (Pinheiro, 2020). Elas não podem voar, ciscar, empoleirar-se nem andar livremente, sendo difícil para ave limpar suas penas e é impossível “sujar-se” com terra (Singer, 1991).

De acordo com CEC (Comission of the European Communities, 1999) na União Europeia, atualmente, as gaiolas usadas devem obedecer a densidade de $550 \text{ cm}^2 \text{ ave}^{-2}$. O Protocolo de Bem-Estar na Avicultura no Brasil (2008), recomenda o espaço nas gaiolas de $375 \text{ cm}^2 \text{ aves}^{-2}$ (brancas); $450 \text{ cm}^2 \text{ aves}^{-2}$ (vermelhas), baseado em uma gaiola com medidas de $45 \times 50 = 2250 \text{ cm}^2$ com inclinação no máximo de 8° ou 13%. Para piso (cama) é recomendado 10 aves aves^{-2} (brancas) e 8 aves aves^{-2} (vermelhas), deve ser atendida uma série de requisitos ambientais e de manejo, que incluem a oferta de espaço suficiente para que os animais exerçam seus comportamentos naturais de maneira normal e confortável, respeitando seus limites fisiológicos de adaptação (Giersberg et al., 2016).

Essa indicação é feita como forma de evitar o desconforto aos animais, com a piora na qualidade do ar do aviário, com o excesso de umidade e compactação da cama, pode ocasionar o

surgimento de pododermatites, que é considerada indicadora de bem-estar na Diretiva Europeia de Frangos de Corte (2007/43/CE). A adoção de densidades de alojamento mais baixas tem por objetivo permitir que os animais tenham espaço suficiente para expressar seus comportamentos naturais, como bicar, ciscar, andar e abrir as asas (Giersberg et al., 2016).

A uniformidade do lote pode ser usada como indicador de bem-estar animal (Diretiva Europeia de Frangos de Corte- 2007/43/CE) (Giersberg et al., 2016), o aumento da densidade de aves reduz o espaço disponível para movimentação e afeta, diretamente, seu comportamento, pelo difícil deslocamento aos bebedouros e comedouros, pois as aves têm que saltar por cima das outras e a probabilidade de se arranharem é maior (EFSA, 2012).

3.2.2 Estresse por calor e perdas produtivas

As amplitudes térmicas em regiões com temperaturas elevadas pode ser uma adversidade na produção e produtividade das aves, o que pode estar associado a dificuldade que elas enfrentam para dissiparem calor, já que não possuem glândulas sudoríparas e ostentam o corpo recoberto de penas (Albino et al., 2017).

Os elevados valores de temperatura são os principais causadores de estresse na produção avícola, resultante das interações entre temperatura e umidade relativa do ar, radiação e velocidade do vento (Lin et al., 2006). As aves são organismos extremamente sensíveis, necessitando controle preciso das variáveis climáticas dentro das instalações (Renaudeau et al., 2012). As aves adultas apresentam maior capacidade de manter o calor corporal, o que é uma desvantagem quando em temperaturas elevadas (Zuidhof et al., 2014).

Os mecanismos termorregulatórios das aves são acionados em temperaturas acima de 24 °C (Etches et al., 2008), que pode ser menor dependendo da umidade relativa do ar (St-Pierre et al., 2003). O estresse por calor nas aves decorre quando a temperatura ambiente excede os 26,7 °C e se intensifica acima de 29,4 °C, por isso, a faixa ambiental ideal é quando oscila entre 18 e 24 °C e a neutra entre 13 e 24 °C, quando as temperaturas ficam acima ou abaixo, as aves acionam os

mecanismos de termorregulação para suprir as referidas variações. É necessária atenção a esse ponto, pois elas são muito sensíveis aos surtos de calor e não podem sustentar as temperaturas extremas por muito tempo (Renaudeaus et al., 2012).

As respostas termorreguladoras de longo prazo, ou aclimatização ao calor, aumentam as tensões fisiológicas, que na maioria dos casos são acompanhadas por queda do desempenho (Nardone et al., 2006), incluindo redução da taxa metabólica, alterações no sistema cardiovascular e mudanças de comportamento (Renaudeau et al., 2012). As perdas de calor sensível diminuem com o aumento da temperatura e com a idade da ave, sendo que a troca de calor latente através da evaporação da água corporal durante a respiração passa a ser mais eficiente em ambientes onde a temperatura do ar tende a ser igual ou inferior à temperatura da ave (Santos, 2015). Em temperaturas muito elevadas, o principal meio de dissipação de calor das aves é a evaporação, que é dependente da umidade relativa do ar (Santos et al., 2009). A eficiência do animal perder calor latente diminui com o aumento da umidade relativa do ar, independente da temperatura do ambiente, podendo inclusive ser nulas, quando temos temperaturas entre 30 a 35 °C com umidade relativa de 90% (Genç & Portier, 2005).

As variáveis ambientais podem ser expressas por meio de índices, facilitando a comparação de diferentes ambientes (Abreu & Abreu, 2011). A temperatura ambiente é considerada o elemento climático de maior influência sobre o ambiente físico dos animais (Amaral, 2012), estando correlacionada com a umidade relativa do ar. A faixa de temperatura na qual as aves apresentam máximo desempenho é denominada zona de conforto térmico (Ferreira, 2016), onde a taxa metabólica é mínima e os animais apresentam menor gasto de energia para manutenção da homeotermia, restando, conseqüentemente, mais energia para produção de ovos ou ganho de peso.

Em estresse térmico as galinhas podem ter o consumo de ração reduzido, que pode afetar a taxa de crescimento, qualidade dos ovos, peso corporal, produção de ovos, qualidade e fertilidade do sêmen, todas essas intervenções negativas resultam em perdas econômicas (Nawab et al., 2018). Os efeitos adversos das altas temperaturas e umidade relativa do ar sobre o desempenho de

poedeiras são a redução do peso corporal e consumo de ração, levando a menor produção de ovos, menor peso do ovo e piora da qualidade da casca dos ovos (Mashaly et al., 2004). Os pesquisadores Yahav et al. (2000), ao analisarem o efeito da alta temperatura (35 °C) e diferentes índices de umidade relativa do ar (40 a 70%), sobre o desempenho de poedeiras, concluíram que, o principal fator ambiental que afeta aves poedeiras jovens e velhas é a temperatura ambiente, sendo menor o efeito da umidade relativa do ar.

Em períodos mais longos de estresse térmico, como 12 dias de temperaturas altas, uma redução na ingestão de ração de 28,58 g ave⁻², resulta em 28,8% de queda na produção de ovos (Droge, 2002). Outros estudos perceberam redução de 31,6% na conversão alimentar, 36,4% na produção de ovos e 3,4% no peso de ovo (Star et al., 2009), 1,2% na espessura da casca e 9,9% no peso da casca (Ebeid et al., 2012). Avaliando poedeiras submetidas a diferentes períodos de estresse por calor (8–14, 30–42 e 43–56 dias) houve redução na produção de 13,2, 26,4 e 57%, respectivamente (Farnell et al., 2001). Muitas variações são avaliadas nos estudos, e a constatação de impactos significativos do estresse térmico na produção e qualidade dos ovos é notável (Lara & Rostagno, 2013).

A interação animal-clima deve ser considerada quando se busca maior eficiência na exploração pecuária, pois, as diferentes respostas fisiológicas do animal às peculiaridades de cada região são determinantes no sucesso da atividade (Navarini et al., 2009).

As aves têm capacidade de suportar calor inversamente proporcional ao teor de umidade relativa do ar, logo, quanto maior o teor de umidade relativa do ar maior será a dificuldade encontrada em realizar troca térmica e, assim, conseguir dissipar calor, em virtude da saturação do ar pelo vapor de água. Situação na qual as aves aumentam a frequência respiratória, promove modificações fisiológicas podendo comprometer seu desempenho (Oliveira et al., 2006).

As poedeiras mantidas em condições de elevadas temperatura e umidade relativa do ar possuem dificuldade de dissipar o excedente de calor corporal, o que acarreta aumento na temperatura interna, decréscimo no consumo de ração e aumento da ingestão de água, diminuindo a

disponibilidade de nutrientes essenciais para a produção, uma vez que, nesses casos, grande parte da energia ingerida será utilizada nos mecanismos de perda de calor corporal, com consequentes perdas no potencial produtivo e na qualidade dos ovos (Guimarães et al., 2014).

3.3 Sistema de criação

Além dos aspectos bioclimáticos no bem-estar das poedeiras, questiona-se também o sistema de criação intensivo com o uso de gaiolas. O sistema de criação de poedeiras em gaiolas teve início na década de 1970, permitindo maior automatização do manejo, melhoria na conversão alimentar e na qualidade sanitária dos ovos. Nos anos 90 começaram a surgir na Europa os primeiros questionamentos sobre o bem-estar das galinhas poedeiras, onde as críticas se embasavam na impossibilidade de as galinhas criadas em gaiolas manifestarem formas de comportamentos, como empoleirar, realizar a postura dos ovos em ninhos, tomar banho de areia, ciscar o chão e bater as asas (Appleby, 1998).

As aves de produção, embora tenham necessidades comportamentais específicas, são capazes de alterar seu comportamento para se adaptarem ao ambiente em que vivem (Silva & Miranda, 2009). Uma das frequentes considerações sobre o bem-estar animal em sistemas intensivos é a restrição do comportamento. Este é o grande alvo das críticas às baterias de gaiolas convencionais, pois elas se contrapõem a uma das cinco liberdades defendidas pela FAWC (Farm Animal Welfare Council, 2019), chamada de “liberdade para exercer seus padrões normais de comportamentos” (Chevillon, 2000).

As produções de ovos em sistemas alternativos tentam proporcionar melhores condições de bem-estar às aves, de forma a induzi-las para um comportamento próximo ao natural dentro das instalações, sem comprometer o aspecto econômico (Teixeira & Cardoso, 2011; Jones et al., 2014 e Lagerung, 2016). A busca pela implantação de novos sistemas de criação que visam o bem-estar das aves ganha destaque mundial e mais recentemente no setor avícola nacional, procura induzi-las a

condições satisfatórias de qualidade de vida, proporciona comportamento próximo ao natural dentro das instalações e com alta produtividade (Oliveira et al., 2014).

A sustentabilidade é uma preocupação nos sistemas alternativos, sobretudo, quanto as questões econômicas, onde as pesquisas vêm sendo realizadas visando estudar a produção de ovos nestes sistemas (Jones et al., 2014; Lagerung, 2016). Porém, diversas variáveis podem interferir na produção ou qualidade de ovos, como fatores genéticos, ambientais, nível de automatização de aviários, manejo e nutrição, que devem ser estudadas sob a realidade de cada país (Oliveira et al., 2017; Bir et al., 2018).

Os sistemas alternativos, como os livres de gaiola ou cagefree, que permite as aves serem criadas soltas dentro de aviários, contendo ninhos e poleiros, mas sem acesso a áreas externas. Já no sistema semiextensivo conhecido como free-range, são fornecidas as mesmas condições do cage-free, mas com o diferencial do acesso a áreas externas ao aviário para pastejo durante toda a fase de produção, caso as condições climáticas permitam e sejam compatíveis com as normas da ABNT (2016). Todas estas alternativas implicam em uma mudança na concentração de calor e as susceptibilidades de aves e instalações ao clima. A densidade de alojamento tem sido tópico de debates no setor de produção de ovos, sendo adotadas densidades menores (Chepete et al., 2004).

O aumento do espaço pode oferecer um benefício para as galinhas durante períodos de calor, quando as temperaturas sobem dentro dos aviários (Green & Xin, 2009). A densidade tem grande influência na quantidade total de calor produzida pelo metabolismo das aves, interferindo na temperatura no interior dos aviários (Chepete et al., 2004). No Brasil, Burger King, McDonald's, Subway, Spoleto, Bob's, GRSA, Sodexo e outros líderes de mercado anunciaram compromissos de fazerem a transição para só trabalharem com ovos 100% free-range em suas cadeias de suprimentos (Barbosa, 2007).

Muller & Von Borell (2004) ressaltam que, este sistema possui um potencial benéfico sobre o bem-estar das aves, pois, não reprimem seus instintos, como movimentar-se, ciscar, voar, abrir as asas, limpar as penas, pastejar, etc. Barbosa (2007) afirma que, para as aves expressarem seu bem-

estar, os produtores devem proporcionar um ambiente ideal, respeitando as liberdades dos animais. Neste contexto, a atividade de produção de ovos se torna cada vez mais competitiva, devido às exigências do mercado internacional, principalmente, da União Europeia. Por este motivo as aves de postura estão voltando para os sistemas de criação a ninho, permitindo um ambiente confortável para melhor desempenho na postura.

A densidade de alojamento e os sistemas de criação são um dos temas mais discutidos atualmente e, por isso, países como Estados Unidos, Coreia do Sul e Japão começaram a adotar modificações no sistema produtivo para atender o bem-estar animal (Kang et al., 2016). Os estudos de Dawkins & Hardie (1989) demonstraram que, as galinhas requerem, em média, 1272 cm² para se virarem, 893 cm² e 1876 cm² para abrirem e baterem as asas, respectivamente. De forma evidente, no sistema atual de produção de ovos em gaiolas o espaço disponível não possibilita para estes comportamentos. Um menor número de aves m⁻² indica mais espaço por ave, facilitando a manutenção do conforto térmico durante períodos de calor (Green & Xin, 2009). Quanto mais alta a densidade maior será a competição por água, alimento e espaço nos aviários (Ferket et al., 2002).

A União Europeia (EU) aprovou dentro da diretiva CEC (European Commission, 1999), o banimento de gaiolas convencionais dos sistemas de produção desde 2012, não permitindo qualquer investimento nesse tipo de gaiola desde o ano de 2003 (Appleby, 2003); recomendando que aves alojadas em sistemas de gaiolas enriquecidas, pelo menos 750 cm² de área por ave, sendo 600 cm² a área mínima utilizável, disponível nesse mesmo tipo de gaiola (Mazzuco, 2008). Na Ásia e nos Estados Unidos, são utilizadas densidades em torno de 400 cm² por ave e no Brasil encontra-se na faixa de 350 a 450 cm² por ave, sendo possível, em algumas unidades produtoras de ovos densidades inferiores a esta (Vieira et al., 2014).

A redução do espaço por ave em gaiolas, abaixo de 350 cm² tem impacto negativo significativo sobre a postura além de aumentar a mortalidade no lote (Garcia et al., 2015), mas os produtores comerciais de ovos, com o objetivo de aumentar o lucro líquido, exploram a capacidade máxima dos sistemas de criação. Dessa forma, tendem a aumentar o número de aves por gaiola,

baseados na crença de que o aumento na produção de ovos por gaiola maximiza o lucro e compensa os efeitos negativos da alta densidade (Rocha et al., 2008).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Local do experimento

O experimento foi realizado na região do Agreste paraibano com altitude de 641 metros, latitude 07° 06' 54" S e longitude 35° 51' 56" W. De acordo com a classificação de Köppen, o clima é o tropical úmido, com temperatura média anual em torno de 22 °C, mínima de 14 °C e a máxima de 33 °C, com pluviosidade média anual é 765 mm.

4.2 Aviários do experimento

O experimento sucedeu nos meses de abril e maio de 2021, para tanto foram utilizados dois aviários com diferentes dimensões, sendo o aviário 1 com dimensões de 10 x 28,5m (largura e comprimento) total de 285m² e o aviário 2 com dimensões de 10,0 x 24,0 m de largura e comprimento, respectivamente, total de 240 m², ambos no sentido Leste-Oeste, com altura do pé direito de 2,80 m, cercado com tela metálica, cortina de lona plástica e coberto com telhas cerâmicas, mureta de 0,40 m, com 1 portinhola de 0,40 x 0,40 m, e porta de entrada. A cama consistiu de palha de arroz com média de 10 cm de espessura; o abastecimento de água por meio de uma caixa d'água com capacidade de 500 litros, fornecida pela companhia de água e esgotos da região e mais uma caixa reserva de 250 litros para mistura de medicamentos. Possuíam comedouros tipo calha confeccionados com tubo de PVC 100 mm de cor branca, com 6,0 m de comprimento, e os bebedouros eram do tipo pendular.

O aviário 1 com 1933 galinhas poedeiras da linhagem Novogen Brown com 74 semanas, peso de 1,753±0,144 kg, com uma densidade de 6,80 aves m⁻², com fornecimento de alimentação e água. A iluminação do aviário se deu das 18:00 às 07:00 horas. O aviário possuía 40 bebedouros pendulares e 21 comedouros tubulares de 6 metros cada ao longo do aviário, sendo fabricado com

cano pvc de 100mm de Ø e sustentado por fios fixados na estrutura do telhado, e mais 1 pendular com calcário para nutrição suplementar das aves.

Os boxes dos ninhos do aviário 1 possuem 1 (box) de ninhos com 2,10 m de comprimento x 1.50 m de altura por 0,60 m de largura (1,89 m² área total), sendo 3 andares com 7 ninhos por andar com 21 ninhos em cada lado de 0,30 m de largura x 0,30 m de comprimento x 0,40 m altura totalizando 42 ninhos.

2 (box) de ninhos com 2,10m de comprimento x 1.20 m de altura por 0,60 m de largura (1,89 m² área total), sendo 2 andares com 7 ninhos por andar com 14 ninhos em cada lado, totalizando 28 ninhos por box de 0,30 m de largura x 0,30 m de comprimento x 0,40 m altura, no total nos dois boxes de 56 ninhos.

2 (box) de ninhos com 2,10m de comprimento x 1.50 m de altura por 0,60 m de largura (1,89 m² área total), sendo 2 andares com 6 ninhos por andar com 12 ninhos em cada lado, totalizando 24 ninhos por box de 0,30 m de largura x 0,33 m de comprimento x 0,40 m altura, no total nos dois boxes de 48 ninhos.

1 box de ninhos com 2,10 m de comprimento x 1,50 m de altura por 0,60 m de largura (1,89 m² área total), sendo 3 andares com 6 ninhos por andar com 18 ninhos em cada lado de 0,30 m de largura x 0,33 m de comprimento x 0,40 m altura, totalizando 36 ninhos por box.

1 box de ninhos com 2,0 m de comprimento x 1,50 de altura x 0,60 de largura (1,80 m² área total), sendo 2 andares com 6 ninhos por andar sendo 12 ninhos em cada lado de 0,30 m de largura x 0,33 m de comprimento x 0,40 m altura, totalizando 24 ninhos por box.

Os boxes foram confeccionados em madeira, cobertos com chapas de alumínio e fixadas com pregos nas laterais junto às madeiras das coberturas. A chapa serve para evitar que as aves fiquem nos tetos dos boxes, possui poleiros móveis fixados com dobradiças que funciona como porta para o fechamento dos ninhos após a última coleta dos ovos, no período da tarde e ao abrir na manhã seguinte as aves efetuam pequenos voos do solo para chegar nos poleiros e ter acesso aos ninhos,

onde totalizam 206 ninhos propiciando uma média de 9,38 aves por ninho. Os 7 boxes foram distribuídos em fileiras, com espaçamento de 1,5 m de comprimento entre os mesmos (Figura 1).

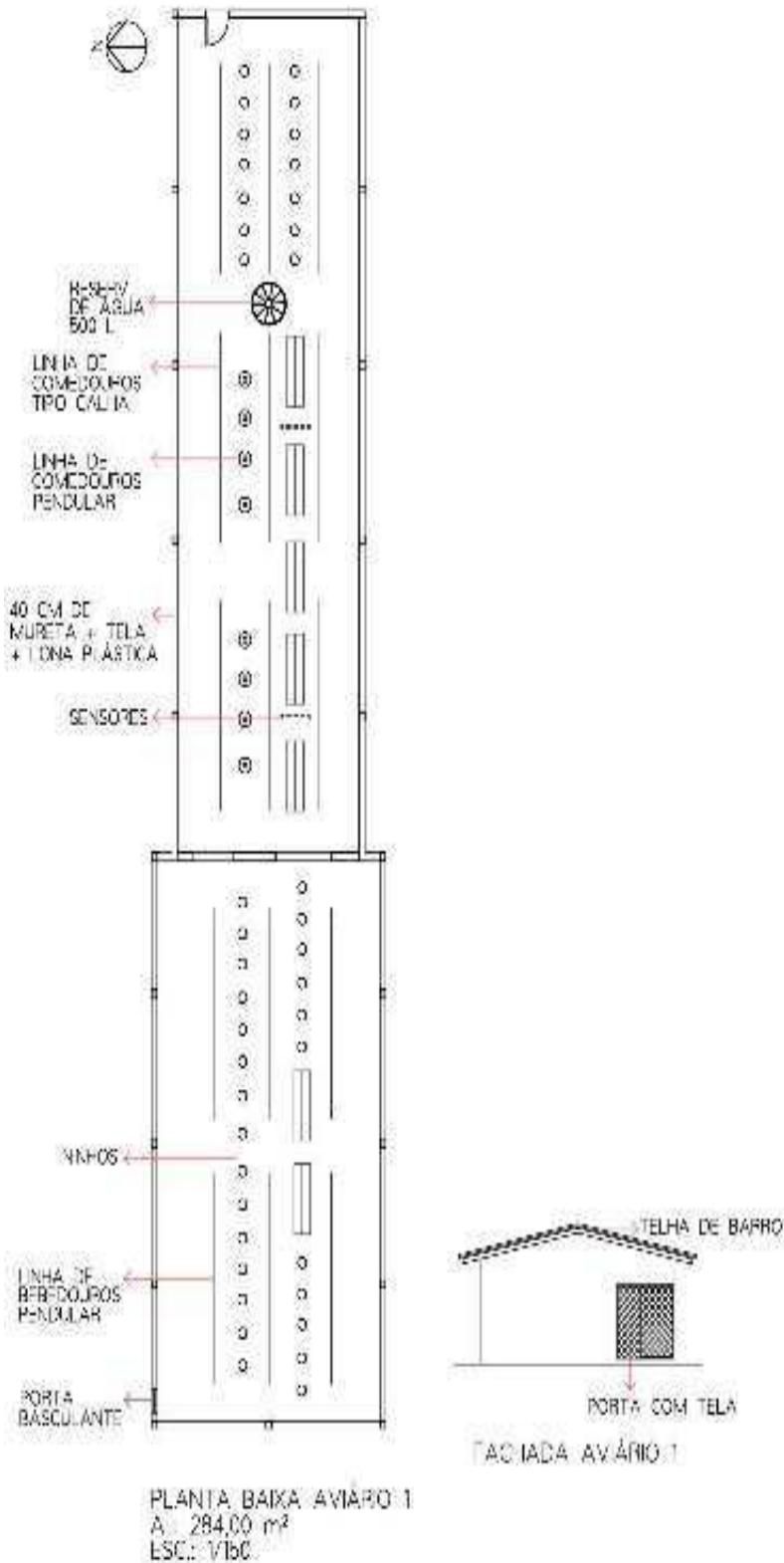


Figura 1. Planta baixa do aviário 1.

No aviário 2 foram alojadas 1764 galinhas poedeiras da linhagem Novogen Brown com 61 semanas, peso médio de $1,924 \pm 0,236$ kg, com densidade de 7,35 aves por m^2 , tendo disponível alimentação e água. O aviário possuía 41 bebedouros pendulares e 18 comedouros tubulares de 6 metros cada um ao longo do aviário, fabricados com cano pvc de 100mm de \varnothing e sustentado por fios presos na estrutura do telhado, e mais 1 pendular com calcário para suplementação as aves. A iluminação do aviário fornecida das 17:40 às 22:00 horas.

Os boxes dos ninhos do aviário 2 possuem 5 (box) de ninhos com 2,20 m de comprimento x 1.40 m de altura por 0,60 m de largura ($1,84 m^2$ área total), sendo 3 andares com 7 ninhos por andar com 21 ninhos em cada lado sendo 42 ninhos por boxes de 0,30 m de largura x 0,30 m de comprimento x 0,40 m altura, totalizando 210 ninhos, confeccionados em madeira cobertos com chapas de alumínio e eram distribuídos em fileiras com espaçamento de 1,5 m de comprimento entre os mesmos, propiciando uma média de 7,28 aves por ninho.

No final do aviário, fixado junto a parede, encontrava-se um box de ninhos com dimensões de 6,00 m de comprimento x 1,20 de altura ($7,2 m^2$ área total), com 32 ninhos nas dimensões 0,34 m de comprimento x 0,40 m de altura x 0,35 m de profundidade (Figura 2).

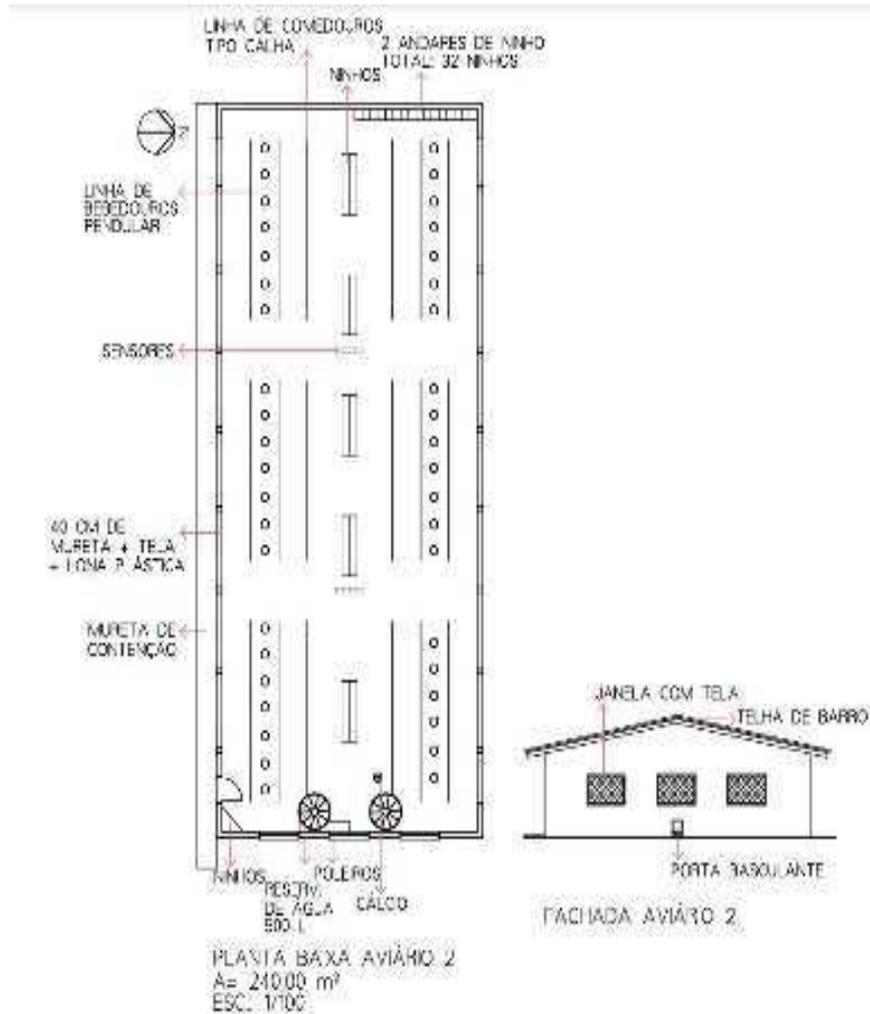


Figura 2. Planta baixa do aviário 2.

4.3 Variáveis climatológicas dos aviários

As variáveis ambientais, temperatura do ar (TA) e umidade relativa do ar (UR) e temperatura de globo negro (TGN) foram coletadas via software, com os sensores de temperatura Ds18b20 sonda, Arduino Uno R3 Atmega 328 Smd, Controlador Shield Para Arduino, Modulo Leitor E Gravador Cartão Sd Arduino Shield e Modulo Real Time Clock Rtc Ds1307 At24c32 Arduino Raspberry.

A velocidade do vento através de um termo higrô anemômetro modelo thal-300 instrutherm, aferido duas vezes por semana nos horários das 06:00 às 15:00 horas, esta variável coletada a cada hora, calculando-se suas médias.

4.4 Temperatura da água, cama e ninho

A temperatura superficial da água nos bebedouros pendulares, cama e ninhos nos aviários foram coletadas com auxílio de termômetros infravermelho marca Minipa 320 Mult Temp, 2 vezes por semana de hora em hora, das 06:00 às 15:00, para ter suas médias. A temperatura da água foi retirada nos bebedouros localizados no centro e laterais dos aviários, a uma distância de 0,60 m da água. A temperatura superficial da cama coletada a uma distância de 0,70 m, em diferentes pontos dos aviários e a temperatura do ninho a uma distância de 0,40 m.

4.5 Desempenho e comportamento

O peso vivo das aves foi feito por amostragem no final do experimento com 20 aves de cada aviário e em seguida o cálculo da média dos valores obtidos.

A ração fornecida era pesada e processada no local no final do dia, dentro das normas de manual de linhagem, estocadas em sacos de 50 kg e distribuídas pela manhã em comedouros tipos calhas, instalados no interior dos aviários. Era fornecido 300 kg de ração dia às aves no aviário 1 (um), a mesma era processada seguindo as normas do manual da linhagem. Foi dividido 300 kg de ração pelo número de 1933 aves para chegar ao denominador de 155 g/ave/dia, no entanto, muitas vezes tinha sobra de ração do dia anterior ainda nos comedouros.

No aviário 2 o mesmo procedimento ocorreu com 225 kg de ração dia, sendo dividido 225kg pelo número de 1764 aves para chegar ao denominador de 127 g/ave/dia às vezes sobrava ração do dia anterior nos comedouros.

A quantidade de água consumida diariamente nos aviários era feita via leitura dos hidrômetros instalados na saída das caixas, este consumo era anotado diariamente com os dados dos hidrômetros.

4.6 Produção e comportamento

Foram coletados em cada aviário a quantidade de ovos produzidos nos ninhos e feita a média diária, calculando-se a produção total de ovos (PT), em relação à quantidade de aves mantidas em cada aviário. O peso dos ovos de cada aviário (PO), por meio de balança digital com precisão de 0,01 g e analisadas suas médias. A produção média de ovos foi verificada diariamente pelo número de ovos coletados sobre o número médio das aves no período (% ave⁻¹ dia⁻¹).

A conversão alimentar por dúzia de ovos foi determinada pelo consumo total de ração em kg e dividido pelas dúzias de ovos produzidos (kg dúzia⁻²).

Para calcular o percentual (%) de ocupação dos ninhos e o percentual (%) de densidade por horário/poleiro/ninhos sendo observado e anotado os dados 2 (duas) vezes por semana, com a taxa de ocupação das aves nos ninhos e nos poleiros nos horários das 06:00 às 09:00h das 09h:01min às 12:00 e das 12h:01min às 15:00h.

O nível de CO₂ e de ruído foram avaliados 2 vezes por semana de hora em hora das 06:00 às 15:00 em cada aviário.

4.7 Qualidade dos ovos

Para determinação do peso e percentagem de gema, albúmen e casca, foram realizadas as separações manuais dos componentes, da seguinte forma: as gemas e albúmens foram pesados em balança eletrônica digital de três dígitos (0,01g), individualmente, e os valores obtidos utilizados no cálculo da percentagem. A percentagem foi determinada pela relação entre a média do peso da gema e albúmen sobre a média do peso do ovo, para então o resultado ser multiplicado por 100.

Os parâmetros geométricos foram determinados através do volume (V) e a área do ovo (S), seguindo a metodologia de Narushim (2005), conforme as Eq. 1 e 2.

$$V = (0,6057 - 0,0018 d) D d^2 \quad (1)$$

$$S = (3,155 - 0,0136 D + 0,00155 d) D d \quad (2)$$

Em que: d – diâmetro menor do ovo, cm

D – Diâmetro maior do ovo, cm

Após a pesagem, os ovos foram quebrados e seu conteúdo (albúmen e gema) colocado em uma superfície de vidro, plana e nivelada e medido a altura do albúmen (mm), por meio da leitura do valor indicado pelo micrômetro marca Wonder com precisão de 0,01 mm.

Os ovos foram obtidos em amostras aleatórias e produzidos no mesmo dia em dois aviários de aves poedeiras da linhagem Novogen Brown, as aves com idades entre 61 e 74 semanas, com o total de 150 ovos de cada aviário.

Para as avaliações das proporções de casca seca, úmida, peso e espessura, elas passaram por pesagem de forma individual em balança com precisão de 0,01g. A cascas secas em estufa a 105 °C, durante um mínimo de 4 horas, utilizando-se todos os ovos coletados de cada período. Para as medições de espessura da casca úmida e seca foi usado um micrômetro com leitura digital da marca Wonder com precisão de 0,01 mm.

Depois de secas, foram então medidas em três pontos para a obtenção da média da espessura.

Onde:

PC: porcentagem de casca

Pcs: peso da casca seca

Po: peso do ovo

A medida da espessura da casca dos ovos foi realizada sem a remoção das membranas internas da casca. Ovos utilizados para as avaliações do peso específico foram pesados individualmente em balança com precisão de 0,01g e, posteriormente quebrados, seus componentes separados em copos plásticos e identificados. Iniciou-se então, a pesagem dos ovos, sempre com a balança zerada antes da próxima pesagem e foram anotados para o cálculo posterior do peso específico.

4.8 Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste Student a 5% de probabilidade por meio do PROC GLM SAS® (2001).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios da temperatura do ar ($P=0,0117$), umidade relativa do ar ($P<.0001$) e velocidade do vento ($P=0,0002$) apresentam diferença significativa entre os aviários (Tabela 3). Os valores da temperatura do ar no aviário 1 foram mais elevadas ($P=0,0117$) e a zona de conforto térmico (ZCT) para a produção de aves entre 18 a 24 °C (Abreu & Abreu, 2011), portanto, as médias da temperatura do ar dos aviários encontravam-se acima da ZCT como nos horários mais quentes do dia (12:00 às 15:00 h), ultrapassaram os 28 °C, ou seja acima da ZCT (Figura 3), caracterizando desconforto as aves, mas não ultrapassando a temperatura crítica superior, que é de 34 °C (Baeta & Souza, 2010). Esses altos valores de temperatura nos horários mais quentes são comuns em aviários de postura localizados na região do Nordeste do Brasil (Araújo et al., 2011) e em outras regiões brasileiras (Vitorasso & Pereira, 2009), mas podem afetar a produção, produtividade, qualidade dos ovos e o comportamento das aves.

Tabela 3. Dados climáticos de dois aviários com diferentes densidades de alojamento das aves

Variáveis	Aviário		EPM	Valor de P
	1= 6,80 aves m ⁻²	2=7,35 aves m ⁻²		
Temperatura do ar (°C)	27,30a	26,23b	2,93	0,0117
Umidade relativa (%)	66,33b	72,68a	11,78	<.0001
Velocidade do vento (m s ⁻¹)	0,25a	0,13b	0,31	0,0002

Letras diferentes na linha diferem entre si pelo teste Student, EPM= erro padrão da média.

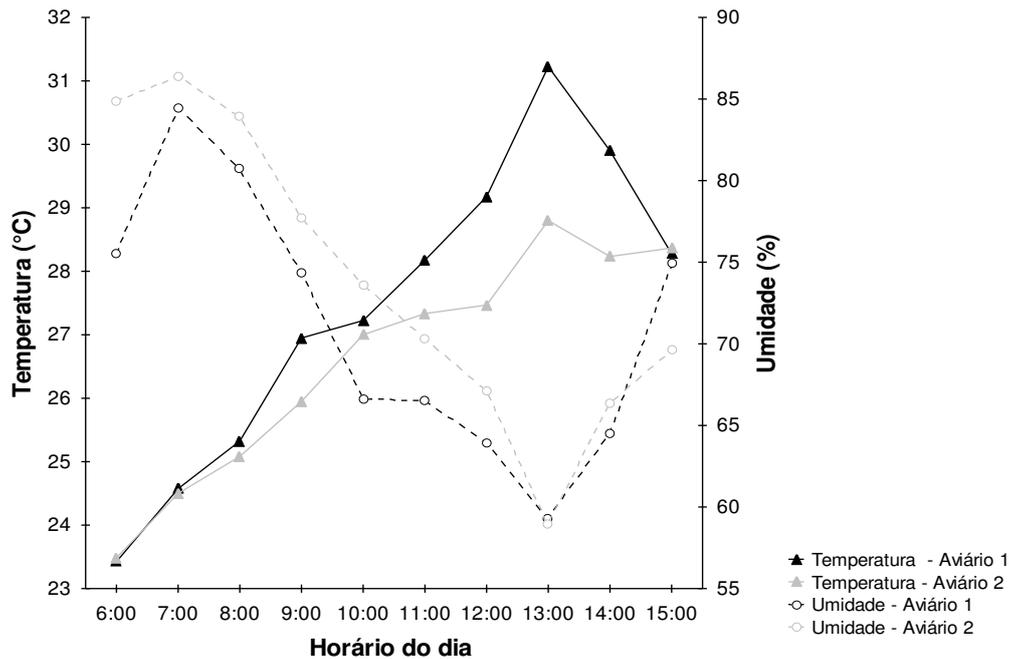


Figura 3. Médias da temperatura (°C) e umidade relativa do ar (%) das 06:00 às 15:00 horas nos dois aviários.

No aviário 1 as cortinas no final do aviário eram manuseadas abertas pela manhã e fechadas no final da tarde, já no aviário 2 ficaram sempre levantadas, tendo passagem livre de vento. Os valores médios da umidade relativa do ar foram mais baixos ($P < 0.0001$) no aviário 1, apresentando pico no início da manhã (máximo 85 %), mas, decrescendo ao longo do dia, com menor valor (60 %) às 13:00 horas (Figura 3). Nos dois aviários os valores da UR estiveram dentro ou próximos do recomendado, lembrando que a ideal para produção em sistemas avícolas é de 50 a 70% (Medeiros et al., 2005).

5.2 Medidas de conforto

O nível de CO_2 ($P < 0.0001$), temperatura da água (< 0.0001), cama ($P < 0.0001$) e ninhos ($P = 0.0002$) apresentaram diferença expressiva nos aviários em função da densidade de alojamento (Tabela 4). Os níveis de CO_2 foram maiores no aviário com menor densidade de alojamento, sendo que para instalações avícolas Wathes (1999), recomenda o limite de 3.000 ppm para CO_2 como o

máximo para exposição contínua dos animais nas instalações, assim, os dois aviários apresentaram condições de salubridade para esta variável.

Tabela 4. Dados de conforto para as aves alojadas em dois aviários com diferentes densidades.

Variável	Aviário		EPM	Valor de P
	1= 6,80 aves m ⁻²	2= 7,35 aves m ⁻²		
CO ₂	586,17a	522,37b	116,61	<.0001
Ruído (dB)	67,08a	65,93a	9,70	0,2528
Temperatura da água (°C)	25,23b	28,12a	2,39	<.0001
Temperatura da cama (°C)	26,79b	27,61a	2,03	<.0001
Temperatura do ninho (°C)	26,74b	27,90a	2,14	0,0002

Letras diferentes na linha diferem entre si pelo Student, EPM=erro padrão da média.

Os níveis de ruído não tiveram diferença significativa (P=0,2528) entre os aviários, que mostraram valores abaixo de 67 dB, segundo o Manual de Legislação de Segurança e Medicina do Trabalho (1992) com a NBR-15, o limite da salubridade para pessoas trabalhando 8 horas semanais nível é de 85 dB. Nããs et al. (2001) ao estudarem aves da linha Dark House observaram que, em 50% do tempo o nível de ruídos ficou acima dos 85 db, durante 4 horas do período de coleta o ruído ficou de 90 db o que, de acordo com a NBR-15 (1978), é considerado insalubre.

A temperatura da água, cama e ninho foram mais elevadas no aviário de maior densidade, ou seja, no aviário 2, fatos que podem estar relacionados ao maior calor liberado pelas aves, em função da maior aglomeração nos espaços do aviário e pelos menores valores da velocidade do vento registrados (Tabela 3).

5.3 Dados de desempenho

O peso vivo das aves (P=0,008) e a produção total de ovos (P=0,003) apresentaram diferença significativa em função da densidade de alojamento (Tabela 5). O peso vivo foi menor nas aves do

aviário 1, houve menor densidade de aves, mas foram registradas as temperaturas mais elevadas e a umidade relativa do ar mais baixa. Teve aumento de 9% no peso dos animais do aviário 2, porém ocorreu decréscimo de 28% na produção total de ovos. Aves expostas a temperaturas elevadas apresentam diminuição no ganho de peso, redução no consumo de ração e queda na produção (Feize et al., 2012; Allahverdi et al., 2013).

Tabela 5. Desempenho das aves criadas em dois aviários com diferentes densidades de alojamento.

Variáveis	Aviários		EPM	Valor de P
	1=6,80 aves m ⁻²	2=7,35 aves m ⁻²		
Peso vivo (kg)	1,753b	1,924a	196,94	0,008
Total de ovos un.	1,630a	1,297b	220,37	0,003
Ovos dia ⁻² (%)	84a	74a	0,12	0,064

Letras diferentes na linha diferem entre si pelo teste Student; EPM=erro padrão da média

O consumo de ração foi maior no aviário 1, média de 155 g ave⁻¹ dia⁻¹, em relação ao aviário 2, com média 127 g ave⁻¹ dia⁻¹, redução de 15,3%. A produção de ovos foi maior no aviário 1, o que pode ser pela sua menor densidade de alojamento (680 cm² ave⁻²), propiciando menor competição e mais espaço nos comedouros, bebedouros e nos ninhos.

O baixo investimento em ambiência para o conforto térmico dos animais acarreta em estresse térmico, reduzindo o bem-estar, mesmo o aviário 2 não tendo altas temperaturas ocorreu a alta densidade e a baixa ventilação, o que pode provocar o aumento do custo de produção e perdas econômicas (Kilic & Simsek, 2013). O aumento do espaço pode oferecer um benefício para as galinhas durante períodos de calor, quando as temperaturas sobem dentro dos aviários (Green & Xin, 2009). A densidade tem grande influência na quantidade total de calor produzida pelo metabolismo das aves, interferindo na temperatura no interior dos aviários (Chepete et al., 2004).

O comportamento das aves por ninho ($P=0,0161$) e poleiro ($P=0,0105$) alcançou diferença expressiva entre os aviários (Tabela 6), sendo que as aves ficaram mais no ninho e no poleiro no aviário 1. Ao considerar os horários, observa-se que, as aves ficaram mais no ninho no período da manhã, momento de maior produção de ovos, já nos outros dois horários não houve diferença significativa.

Tabela 6. Comportamento das aves nos ninhos e poleiros criadas em dois aviários com diferentes densidades de alojamento.

Efeitos	Aves por ninho (%)	Aves por poleiro (%)
<i>Densidade</i>		
1 (6,80 aves/m ²)	53,40a	18,40a
2 (7,35 aves/m ²)	33,87b	7,53b
<i>Horário</i>		
06-09	66,50a	17,10a
09-12	47,60b	13,80a
12-15	16,80b	8,00a
EPM	20,66	10,71
<i>Valor de p</i>		
Aviário	0,0161	0,0105
Horário	<.0001	0,1792
A*H	0,9645	0,4971

Letras diferentes na linha diferem entre si pelo teste Student; EPM=erro padrão da média.

As variáveis peso seco ($P=0,3825$) e largura dos ovos ($P=0,1928$) não apresentaram diferença significativa entre os aviários, ao contrário ($P=0,0369$) do comprimento dos ovos (Tabela 7).

As variáveis peso ($P=0,2842$) e diâmetro ($P=0,1558$) da gema não demonstraram uma grande diferença em função dos aviários, sendo a altura da gema dos ovos maior ($P=0,0031$) nas galinhas

do aviário 2. O peso úmido da casca do ovo ($P= 0,5285$), o peso seco do ovo ($P=0,5589$) e a espessura seca da casca do ovo ($P=0,3494$) não apresentaram diferença significativa em função dos aviários, sendo que a espessura da casca úmida ($P=0,0036$) foi mais elevada nas aves criadas no aviário 2.

O peso ($P=0,8062$) e diâmetro ($P=0,1037$) do albúmen não tiveram resultados expressivos em função dos aviários, sendo que, a espessura do albúmen foi maior ($P=0,0106$) nos ovos das galinhas criadas no aviário 1.

Tabela 7. Dados de qualidade de ovo, gema, casca e albúmen de aves poedeiras criadas em aviários com diferentes densidades de alojamento.

Variáveis	Aviário		EPM	Valor de P
	1=6,80 aves/m ²	2 =7,35 aves/m ²		
Ovo				
Peso seco (g)	61,78a	61,29a	4,93	0,382
Largura (mm)	43,54a	43,33a	1,44	0,192
Comprimento (cm)	56,78b	57,26a	1,99	0,036
Gema				
Altura (g)	16,56a	16,02b	1,58	0,003
Peso (g)	15,70a	15,53a	1,42	0,284
Diâmetro (mm)	37,04a	37,50a	2,84	0,155
Casca				
Peso úmido (g)	7,83a	7,90a	0,93	0,528
Espessura úmida (mm)	0,42b	0,45a	0,07	0,003
Peso seco (g)	6,13a	6,07a	0,79	0,558
Espessura seca (mm)	0,47a	0,46a	0,08	0,349

Albúmen				
Peso (g)	36,39a	36,27a	4,04	0,806
Espessura (mm)	6,63a	6,20b	1,47	0,010
Diâmetro (mm)	71,93a	73,78a	9,79	0,103

Letras diferentes na linha diferem entre si pelo teste Student; EPM=erro padrão da média

De acordo com Oliveira et al. (2017), no Brasil não existe um padrão de qualidade para ovos de consumo, apenas o peso e as características das cascas são considerados, no entanto, os ovos sofrem várias reações enzimáticas durante seu armazenamento, entre as quais, a oxidação lipídica é um dos principais fatores que contribuem para a perda de sua qualidade, que acontece em alta velocidade quando é estocado em altas temperaturas (Giampietro-Ganeco et al., 2015).

6 CONCLUSÃO

Aviário com densidade de 7,35 aves/m² apresentou temperatura do ar na faixa da Zona de Conforto térmico para a espécie.

A temperatura da cama, da água e do ninho se mostrou mais adequada no aviário com densidade de 6,80 aves/m². Com o aumento da densidade a temperatura da cama e do ninho aumenta em torno de 1° C e a da água 3 °C diminuindo o consumo da água.

Aviário com densidade 7,35 aves/m² não provoca estresse aos manejadores considerando o ruído, pois estiveram dentro do limite estabelecido pela legislação.

A alta densidade modifica o comportamento natural das aves, pois poucas aves mantiveram-se no ninho, o que acarretou em baixa produção.

A qualidade dos ovos manteve-se adequada nas altas densidades.

7 REFERÊNCIAS

ABNT-Associação Brasileira de Normas Técnicas (2016) NBR 16437: Avicultura - Produção, classificação e identificação do ovo caipira, colonial ou capoeira. Rio de Janeiro: ABNT.

Disponível: <https://www.normas.com.br/autorizar/visualizacao-nbr/11855/identificar/visitante>. Acessado em 01 de dezembro de 2022.

ABPA-Associação Brasileira de Proteína Animal (2018) Relatório anual 2018. Website da Associação Brasileira de Proteína Animal. Disponível: <http://abpa-br.com.br/storage/files/relatorio-anual-2018.pdf>. Acessado em 02 de dezembro de 2021.

ABPA-Brazilian Animal Protein Association (2018) Relatório anual. Disponível: <http://abpa-br.com.br/storage/files/relatorio-anual-2018.pdf>. Acessado em: 20 de novembro de 2021.

Abreu VMN, Abreu PG (2011). Os desafios da ambiência sobre os sistemas de aves no Brasil. Revista Brasileira de Zootecnia 40: 1-14.

Albino LFT, Carvalho BR, Maia RC, Barros VRSM (2017) Galinhas poedeiras: criação e alimentação. Viçosa, Minas Gerais: Aprenda Fácil, 376.

Allahverdi A, Feizi A, Takhtfooladi HÁ, Nikpiran H (2013) Effects of heat stress on acid-base imbalance, plasma calcium concentration, egg production and egg quality in commercial layers. Global Veterinaria 10:203-207. DOI: <http://dx.doi.org/10.5829/idosi.gv.2013.10.2.7286>

Amaral GF, Guimarães, DD, Nascimento JCOF, Stephane C (2016) Avicultura de postura: estrutura da cadeia produtiva, panorama do setor no Brasil e no mundo e o apoio do BNDES. Rio de Janeiro: BNDES Setorial. Disponível: <http://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/9579>. Acessado em 20 de janeiro de 2022

Appleby MC (1998) Modification of Laying Hen Cages to Improve Behavior. Poultry Science 77(12):1828–1832. DOI: <http://dx.doi.org/10.1093/ps/77.12.1828>

Appleby MC (2003) The European Union ban on conventional cages for laying hens: history and prospects. Journal of Applied Animal Welfare Science 6(2):103-121. DOI: http://dx.doi.org/10.1207/S15327604JAWS0602_03

- Araújo WAG, Albino LFT, Tavernari FC, Godoy MJS (2011) Programa de luz na avicultura de postura. Embrapa Suínos e Aves-Artigo em periódico indexado (ALICE).
- Baêta FC, Souza CF (2010) Ambiência em edificações rurais: Conforto animal. Viçosa: UFV, 2.
- Barbosa Filho JA (2004) Avaliação do bem-estar de aves poedeiras em diferentes sistemas de produção e condições ambientais, utilizando análise de imagens. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- Brasil-Ministério do Trabalho NR-15 (1996) Portaria nº 3.214 de 8 de Junho de 1978: Normas regulamentadoras relativas a segurança e medicina do trabalho. In: Manual de Legislação de Atlas de Segurança e Medicina do Trabalho, São Paulo: Atlas...
- Broom DM (1991) Animal Welfare: concepts and measurements. *Journal of Animal Science* 69(10):4167-4175. <http://dx.doi.org/10.2527/1991.69104167x>
- Buffington DE, Colazzo-Arocho A, Canton GH, Pitt D, Thatcher WW, Collier RJ (1981) Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. *Transactions of the ASAE* 24(3):711-0714.
- Cabrelon MAF (2016) Diferentes densidades de gaiola e suas implicações no comportamento de galinhas poedeiras e na qualidade dos ovos produzidos. Dissertação de Mestrado, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.
- Campos EJO (2000) Comportamento das Aves. *Revista Brasileira de Ciência Avícola* 2:93-113.
- Chepete HJ (2004) Heat and moisture production of poultry and their housing systems: Pullets and layers. *ASHRAE Transactions*, v110:p 286.
- Chevillon P (2000). Stress et/ou efforts pré-abattage et qualité technologique de la viande de porc. In *Colloque ISPAIA*, v25:5.
- Coelho DJR (2018) Ambiente térmico e aéreo de aviários sólidos de frangos de corte acondicionados artificialmente para condições climáticas do Brasil e Portugal. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais.

Commission of the European Communities (1999) Council Directive 1999/74/EC of 19 July/1999 laying down minimum standards for the protection of laying hens. [S.l.]: Office for Official Publications of the European Communities.

Committee Plenary Meeting (2019) Cardiff, 19 June 2019. Disponível:

<https://www.gov.uk/government/groups/farm-animal-welfare-committee-fawc#fawcrenamed-1-october-2019>. Acessado em 09 de novembro de 2021.

Cotta JTB (2002) Galinha: produção de ovos. Viçosa: Aprenda Fácil, Viçosa, Brasil.

Damasceno FA (2010) Avaliação do bem-estar de frangos de corte em dois galpões comerciais climatizados. *Ciência Agrotecnologia*, 34(4):1031-1038. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542010000400033>

Dawkins MS, Hardie S (1989) Space needs of laying hens. *British Poultry Science* 30(2):413-416. DOI: <https://doi.org/10.1080/00071668908417163>

Droge W (2002) Free radicals in the physiological control of cell function. *Physiological Reviews* 82:47– 95. DOI: <https://doi.org/10.1152/physrev.00018.2001>

Ebeid TA, Suzuki T, Sugiyama T (2012) High temperature influences eggshell quality and calbindin-D28k localization of eggshell gland and all intestinal segments of laying hens. *Poultry Science* 91(9):2282–2287. DOI: <https://doi.org/10.3382/ps.2011-01898>

EFSA (2012) Scientific report updating the EFSA opinions on the welfare of broilers and broiler breeders. Disponível em:

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2903/sp.efsa.2012.EN295/pdf;jsessionid=12F1>. Acessado em 20 de dezembro de 2021.

Etches RJ, John TM, Gibbins V (2008) Behavioural, physiological, neuroendocrine and molecular responses to heat stress. *Poultry Production in Hot Climates*. CAB International, Wallingford, UK, págs 48–79.

FAO-Organizações das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura. (2019) Avicultura de postura: estrutura da cadeia produtiva, panorama do setor no Brasil e no mundo e o apoio do BNDES.

Farghly MFA, Alagawany M, Abd El-Hack ME (2018) Feeding time can alleviate negative effects of heat stress on performance, meat quality and health status of turkey. *British poultry science*, 59(2):205-210. DOI: <https://doi.org/10.1080/00071668.2017.1413233>.

Farm Animal Welfare Committee FAWC (2021) Summary Report of Farm Animal Welfare. Disponível em: <http://www.fao.org/brasil/pt/>. Acessado em 30 janeiro de 2021.

Farnell MB, Moore RW, McElroy AP, Hargis BM, Caldwell DJ (2001) Effect of prolonged heat stress in single-comb white leghorn hens on progeny resistance to *Salmonella enteritidis* organ invasion. *Avian Diseases* 45:479–485. DOI: <https://doi.org/10.2307/1592992>

Feize A, Shahbazi M, Taifebagerlu J, Haghigat A (2012) Effect of heat stress (HS) on production of hy-line layers. *Research Journal of Biological Sciences* 7(5):206-208. DOI: <https://doi.org/10.3923/rjbsci.2012.206.208>

Ferket PR, Van Heugten E, Van Kempen TATG, Angel R (2002) Nutritional strategies to reduce environmental emissions from nonruminants. *Journal of Animal Science* 80:168-182. DOI: https://doi.org/10.2527/animalsci2002.80E-Suppl_2E168x

Ferreira RA (2005) *Maior produção com melhor ambiente para aves, suínos e bovinos*. Viçosa: Aprenda Fácil.

Ferreira RA (2016) *Maior Produção com Melhor Ambiente - para aves, suínos e bovinos*. Viçosa: Aprenda Fácil.

Furtado DA, Dantas RT, Nascimento JWB, Santos JT, Costa FGP (2006) Efeitos de diferentes sistemas de acondicionamento ambiente sobre o desempenho produtivo de frangos de corte. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 10(2):484-489. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662006000200033>.

- Garcia EA (2015) Efeito da taxa de lotação da gaiola nas fases de cria e de recria sobre o desempenho de frangas semipesadas na fase de recria. In: Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas, Campinas, SP. Anais... Campinas: FACTA.
- Genç L, Porter KM (2005) Sensible and latent heat productions from broilers in laboratory conditions. *Turkish of Veterinary e Animal Scienses* 29(3): 635-643.
- Giersberg MF, Hartung J, Kemper N, Spindler B (2016) Floor space covered by broiler chickens kept at stocking densities according to Council Ective 2007/43/EC. *The Veterinary Record* 179(5):124-124. DOI: <https://doi.org/10.1136/vr.103563>
- Green AR, Xin H (2009) Effects of stocking density and group size on thermoregulatory responses of laying hens under heat challenging conditions. *Transactions of the ASABE* 52(6):2033-2038. DOI: <https://doi.org/10.13031/2013.29205>
- Guimarães MCC, Furtado DA, Nascimento JWB, Tota LCA, Silva CM, Lopes KBP (2014) Efeito da estação do ano sobre o desempenho produtivo de codornas no semiárido paraibano. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 18(2):231–237. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662014000200015>
- Honda BT, Calefi AS, Costola-de-Souza C, Quinteiro Filho WM, Fonseca JGS, Paula VF, Palermo Neto J (2015) Effects of heat stress on peripheral T and B lymphocyte profiles and IgG and IgM serum levels in broiler chickens vaccinated for Newcastle disease virus. *Poultry Science* 94(10):2375–2381. DOI: <https://doi.org/10.3382/ps/pev192>
- Jones DR, Karcher DM, Abdo Z (2014) Effect of a commercial housing system on egg quality during extended storage. *Poultry Science* 93(5):1282–1288. DOI: <https://doi.org/10.3382/ps.2013-03631>
- Kilic I, Simsek E (2013) The effect of stress on egg production and quality of laying hens. *Journal of Animal and Veterinary Advances* 12:42-47. DOI: <https://doi.org/10.3382/ps.2013-03631>

Lacerda MJR (2011) Sanitização e refrigeração de ovos de codornas comerciais contaminados experimentalmente por *Salmonella Typhimurium*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

Lana GRQ, Rostagno HS, Albino LFT, Lana AMQ (2000). Efeito da temperatura ambiente e da restrição alimentar sobre o desempenho e a composição da carcaça de frangos de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia* 29(4):1117-1123. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982000000400024>.

Lara LJ, Rostagno MH (2013) Impact of heat stress on poultry production. *Animals* 3(2):356-369. DOI: <https://doi.org/10.1590/10.3390/ani3020356>

Lin H, Jiao HC, Buyse J, Decuyper E (2006) Strategies for prevent heat stress in poultry. *World Science Journal* 62:71-85.

Manual de Manejo Ross pdf. (2018). Disponível:

http://pt.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Portuguese/Ross-BroilerHandbook2018-PT.pdf. Acessado em 12 de novembro de 2021.

Mashaly MM, Hendricks GL, Kalama MA, Gehad AE, Abbas AO, Patterson PH (2004) Effect of heat stress on production parameters and immune responses of commercial laying hens. *Poultry Science* 83(6):889-894. DOI: <https://doi.org/10.1093/ps/83.6.889>

Mazzuco H (2008) Ações sustentáveis na produção de ovos. *Revista Brasileira de Zootecnia* 37:230-238. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982008001300027>

Medeiros, C. M.; Baêta, F. C.; Oliveira, R. F. M.; Tinôco, I. de F. F.; Albino, L. T.; Cecon, P. R. Efeitos da temperatura, umidade relativa e velocidade do ar em frangos de corte. *Revista Engenharia na Agricultura* a, v.13. p.277-286, 2005

Mendes FR (2010) Qualidade física, química e microbiológica de ovos lavados armazenados sob duas temperaturas e experimentalmente contaminados com *Pseudomonas aeruginosa*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

- Mota ASB, Lima PMS, Silva DS, Abreu VKG, Freitas ER, Pereira ALF (2017) Internal quality of eggs coated with cassava and yam starches. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias* 12:47-50. DOI: <https://doi.org/10.5039/agraria.v12i1a5420>
- Nããs IA, Miragliotta MY, Baracho MS, Moura DJ (2007) Ambiência área em alojamento de frangos de corte: poeira e gases. *Engenharia Agrícola* 27:326-335. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-69162007000300001>
- Nardone A, Ronchi B, Lacetera N, Bernabucci U (2006) Climatic effects on productive traits in livestock. *Veterinary Research Communications* 30:75-81. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11259-006-0016-x>
- Oliveira DL, Nascimento JW, Camerini NL, Silva RC, Furtado DA, Araújo TGP (2014) Desempenho e qualidade de ovos de galinhas poedeiras criadas em gaiolas enriquecidas e ambiente controlado. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 18(11):1186-1191. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v18n11p1186-1191>
- Oliveira Neto GA, Oliveira RFM, Donzele JL, Rostagno HS, Ferreira RA, Maximiano HC, Gasparino E (2006) Efeito da temperatura ambiente sobre o desempenho e as características de carcaça de frangos de corte dos 22 aos 42 dias. *Revista Brasileira de Zootecnia* 35(4):183-190. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982000000100025>
- Owada NA, Nããs IA, Moura DJ, Baracho MS (2007) Estimativa de bem-estar de frango de corte em função da concentração de amônia e grau de luminosidade no aviário de produção. *Engenharia Agrícola* 27(3):611-618. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-69162007000400003>
- Pereira DF, Batista ES, Sanches FT, Gabriel Filho LRA, Bueno LGF (2015) Diferenças comportamentais de poedeiras em diferentes ambientes térmicos. *Energia na Agricultura* 30(1):33-40. DOI: <https://doi.org/10.17224/EnergAgric.2015v30n1p33-40>
- Pereira DF, Vale MM, Zevolli BR, Salgado DD (2010) Estimating mortality in layinghens as theen viromental tempareture in creases. *Brazilian Journal of Poultry Science* 12(4):265-271. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-635X2010000400008>

- Pires MFA, Ferreira AM, Saturnino HM, Teodoro RL (2002) Taxa de gestação em fêmeas da raça Holandesa confinadas em free stall, no verão e inverno. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia* 54:57-63. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-09352002000100009>
- Pires PGS, Bavaresco C, Leuven A FR, Gomes BCK, Souza AK, Prato BS, Kindlein L, Andretta I (2019) Plasticizer types affect quality and shelf life of eggs coated with rice protein. *Journal of Food Science and Technology* 57(3):971-979. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13197-019-04130-9>
- Renaudeau D, Collin A, Yahav S, Basilio V, Gourdine JL, Collier RJ (2012) Adaptation to hot climate and strategies to alleviate heat stress in livestock production. *Animal* 6(5):707-728. DOI: <https://doi.org/10.1017/S1751731111002448>
- Rocha JSR, Lara LJC, Baião NC (2008) Produção e bem-estar animal aspectos éticos e técnicos da produção intensiva de aves. *Ciência Veterinária Trópicos* 11:49-55
- Rodrigues SJ (2016) Bem-Estar nos Sistemas de Produção de Aves Poedeiras. Dissertação de Graduação, Universidade Federal de Goiás, Jataí, Goiás.
- Russo JC (2019) Tudo que você precisa saber sobre os sistemas de produção de ovos. Disponível: <https://www.aviculturaindustrial.com.br/imprensa/tudo-que-voce-g-saber-sobre-os-20sistemas-de-producao-de-ovos/20190326-113131-t740>. Acessado em 10 de janeiro de 2021.
- Santos Filho JI, Miele M, Martins FM, Talamini DJD (2011) Os 35 anos que mudaram a avicultura brasileira. In: Souza, J. C. P. V. B., Talamini, D. J. D., Scheuermann, G. N. & Schmidt, G. S. (Orgs.). *Sonho, desafio e tecnologia: 35 anos de contribuições da Embrapa Suínos e Aves*. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves 2:59-84.
- Santos PA, Baeta FC, Tinoco IFF, Albino LFT, Cecon PR (2009) Ventilação em modos túnel e lateral em galpões avícolas e seus efeitos no conforto térmico, na qualidade do ar e no desempenho das aves. *Revista CERES* 56(2):172-180.
- SAS-Statistical Analysis System (2001) *Statistical Analysis System SAS*. Cary: SAS
- Singer P (1991) *Animal liberation*. New York: Harper Perennial - Avon Books.

- Star L, Juul Madsen HR, Decuypere E, Nieuwland MGB, Vries Reilingh G, Van den Brand H, Kemp B, Parmentier HK (2009) Effect of early life thermal conditioning and immune challenge on thermotolerance and humoral immune competence in adult laying hens. *Poultry Science* 88(11):2253-2261. DOI: <https://doi.org/10.3382/ps.2008-00373>.
- St-Pierre NR, Cobanov B, Schnitkey G (2003) Economic losses from heat stress by livestock industries. *Journal of Dairy Science* 86:52-77. DOI: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)74040-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)74040-5)
- Teixeira RSC, Cardoso WM (2011) Muda forçada na avicultura moderna. *Revista Brasileira de Reprodução Animal* 35(4):444-455.
- Tinoco IFF (2001) Avicultura industrial: novos conceitos de materiais, concepções e técnicas construtivas disponíveis para galpões avícolas brasileiros. *Revista Brasileira de Ciência Agrícola* 3:1-25. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-635X2001000100001>
- Vieira MFA (2014), Efeitos da densidade de alojamento e sistemas de criação sobre o comportamento, desempenho produtivo e a qualidade de ovos de poedeiras comerciais. *Revista Eletrônica de Pesquisa Animal* 2:169-185.
- Vitorasso G, Pereira DF (2009) Análise comparativa do ambiente de aviários de postura com diferentes sistemas de acondicionamento. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 13(6):788-7945. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662009000600018>
- Wathes CM (1999) Strive for clean air in your poultry house. *World Poultry* 15(3):17-19.
- Yahav S, Shinder D, Razpakovski V, Rusal M, Bar A (2000) Lack of response of laying hens to relative humidity at high ambient temperature. *British Poultry Science* 41(5):660-663. DOI: <https://doi.org/10.1080/713654988>
- Zaboli G, Huang X, Feng X, Ahn DU (2019). How can heat stress affect chicken meat quality –a review. *Poultry science* 98: 1551-1556. DOI: <https://doi.org/10.3382/ps/pey399>.
- Zanella AJ (1995) Indicadores fisiológicos e comportamentais do bem-estar animal. *A Hora Veterinária* 14:47-52.



Universidade Federal de Campina Grande
Centro de Saúde e Tecnologia Rural
Comissão de Ética no Uso de Animais
Av. Santa Cecília, s/n, Bairro Jatobá, Rodovia Patos,
CEP: 58700-970, Cx postal 64, Tel. (83) 3511-3045



Ao Sr. John Edson Chiodi

Protocolo CEUA/CSTR N° 04/2021

CERTIDÃO

Certificamos para os devidos fins que o projeto intitulado "***Produção de ovos de galinhas caipiras semiconfinadas suplementadas com gramíneas***", coordenado pelo (a) pesquisado(a) acima citado (a), obteve parecer consubstanciado pelo regulamento interno deste comitê, sendo **APROVADO** em *reunião ordinária no dia 28 de abril de 2021*, estando a luz das normas e regulamento vigentes no país e atendidas as pesquisas para especificações científicas.

Patos, 29 de abril de 2021

Prof. Dr. Valdir Moraes de Almeida
UFCG / Campus Patos

APENDECÊ

Programação utilizado na presente dissertação

/*****

- * **Universidade Federal de Campina Grande - UFCG**
- * **Centro de Tecnologia e Recursos Naturais - CTRN**
- * **Departamento de Engenharia Agrícola**
- * **Laboratório de Construções Rurais e Ambiência - LaCRA**
- *
- * **Sistema de Aquisição de dados:**
- * **1 - Arduino UNO**
- * **1 - Cartão SD**
- * **1 - RTC (DS1307)**
- * **1 - DHT22 (umidade e temperatura ambiente)**
- * **2 - MQ135 (sensor de gás)**
- * **6 - DS18B20 (sensor digital de temperatura)**
- *
- * **Amostragem dos sensores = 1 minuto**
- * **Gravar no cartão SD a média dos valores a cada 1 hora**
- *
- * **Solicitado por: John Chiodi**
- *
- * **Projetista:**
- * **Thiago Lira Souza Santos**
- * **Técnico de Laboratório / Área: Eletrônica - UFCG**
- * **Início: 12/03/2021**

*** Término:**

*** *****/**

#include <Arduino.h>

#include <SPI.h>

#include <SD.h>

#include <dht.h>

#include <OneWire.h>

#include <DallasTemperature.h>

#include <RTClib.h>

//#include <MQ135.h>

#define LED 9

#define DHTTYPE DHT22

#define DHT22 A3 // Pino utilizado para o DHT22

#define SD_pin 10 // Pino utilizado para o CS do cartão SD

**#define MQ135_pin1 A1 // Pino utilizado para leitura analógica dos sensores
de gás**

#define MQ135_pin2 A2

#define ONE_WIRE_BUS__1 2 // Define os pinos pros sensores DS18B20

#define ONE_WIRE_BUS__2 3

#define ONE_WIRE_BUS__3 4

#define ONE_WIRE_BUS__4 5

#define ONE_WIRE_BUS__5 6

#define ONE_WIRE_BUS__6 7

#define TEMPERATURE_PRECISION 9

```
/******
```

```
* Protótipos de funções
```

```
* *****/
```

```
void gravaSD();
```

```
/******
```

```
* Constantes e variáveis globais
```

```
* *****/
```

```
float tempDHT = 0;
```

```
float umidDHT = 0;
```

```
float T1 = 0;
```

```
float T2 = 0;
```

```
float T3 = 0;
```

```
float T4 = 0;
```

```
float T5 = 0;
```

```
float T6 = 0;
```

```
int ppm1 = 0;
```

```
int ppm2 = 0;
```

```
File myFile;
```

```
int contador = 0;
```

```
int hora, minuto, segundo;
```

```
String Data;
```

```
/******
```

```
* Instanciações de Objetos
```

```

*****/

dht DHT;

RTC_DS1307 rtc;                // SDA = A4 / SCL = A5

//MQ135 gasSensor1 = MQ135(MQ135_pin1);
//MQ135 gasSensor2 = MQ135(MQ135_pin2);

OneWire oneWire_1(ONE_WIRE_BUS__1);                // Instanciação dos objetos para
os sensores DS18B20

OneWire oneWire_2(ONE_WIRE_BUS__2);
OneWire oneWire_3(ONE_WIRE_BUS__3);
OneWire oneWire_4(ONE_WIRE_BUS__4);
OneWire oneWire_5(ONE_WIRE_BUS__5);
OneWire oneWire_6(ONE_WIRE_BUS__6);

DallasTemperature sensors_1(&oneWire_1);
DallasTemperature sensors_2(&oneWire_2);
DallasTemperature sensors_3(&oneWire_3);
DallasTemperature sensors_4(&oneWire_4);
DallasTemperature sensors_5(&oneWire_5);
DallasTemperature sensors_6(&oneWire_6);

DeviceAddress sensor[7];                // Instanciação para 6 sensores (contando à
partir do 1)

/*****

* Função setup()

* executada uma única vez para inicialização

```

*** dos sensores e demais periféricos.**

*** *****/**

void setup()

{

// Inicialização da comunicação serial

Serial.begin(9600);

Serial.println("Serial Inicializada!");

// Inicialização de pinos de entrada e saída

pinMode(LED, OUTPUT);

digitalWrite(LED, LOW);

pinMode(MQ135_pin1, INPUT);

pinMode(MQ135_pin2, INPUT);

// Inicialização do RTC

rtc.begin();

rtc.isrunning();

//rtc.adjust(DateTime(F(__DATE__), F(__TIME__))); // Descomente para gravar a hora

no RTC

/*** MQ135 *****/**

//gasSensor1.setRZero(32.43); // Seta o valor de RZero medido previamente

//gasSensor2.setRZero(10.6); // Seta o valor de RZero medido previamente

// Inicialização dos sensores DS18B20

sensors_1.begin();

```
sensors_2.begin();  
sensors_3.begin();  
sensors_4.begin();  
sensors_5.begin();  
sensors_6.begin();  
  
// Inicialização do Cartão SD  
  
Serial.print("Iniciando cartao SD...");  
pinMode(SD_pin, OUTPUT);  
if (!SD.begin(SD_pin))  
{  
Serial.println("Falha na inicializacao do cartao!");  
while(!SD.begin(SD_pin))  
{  
Serial.println("Insira um cartão SD!");  
digitalWrite(LED, HIGH);  
delay(500);  
digitalWrite(LED, LOW);  
delay(200);  
}  
}  
digitalWrite(LED, LOW);  
Serial.println("Cartao SD inicializado com sucesso!");  
  
// Testa se o arquivo foi aberto corretamente e grava o cabeçalho  
myFile.close();
```

```

while(!(myFile = SD.open("DATA.TXT", FILE_WRITE)))
{
  Serial.println("setup(): erro ao abrir o arquivo data.txt");
  digitalWrite(LED, HIGH);
  delay(2000);
  digitalWrite(LED, LOW);
  delay(2000);
}
digitalWrite(LED, LOW);
myFile.println();
myFile.print("Data Hora ");
myFile.print("Umid_DHT Temp_DHT ");
myFile.print("PPM1 PPM2 ");
myFile.println("T1 T2 T3 T4 T5 T6");

Serial.println("Inicio");           // print to the serial port too:
myFile.close();
}

/*****
* Função loop()
* *****/

void loop()
{
  /***** RTC *****/

  DateTime now = rtc.now();

```

```

segundo = now.second();

minuto = now.minute();

/*****

* Coleta os dados a cada 5 minutos
* e registra a média de 6 leituras
* no cartão SD (a cada 30 minutos)
*
* Para teste a cada 10s:
* if(segundo == 0 || segundo == 10 || segundo == 20 || segundo == 30 || segundo == 40 ||
segundo == 50)
* *****/

if(segundo == 0 && (minuto%5 == 0))
//if(segundo == 0 || segundo == 10 || segundo == 20 || segundo == 30 || segundo == 40 ||
segundo == 50)
{
contador++;

Serial.print(contador);

Serial.print(" ");

Serial.println(minuto);

/***** Relógio *****/

hora = now.hour();

Data = String(now.day()) + "/" + String(now.month()) + "/" + String(now.year());

/***** DHT22 *****/

```

```

// Leitura do DHT22_A

int chk = DHT.read22(DHT22);

if(chk == 0) // Retorna 0 se não houve erro na leitura do
DHT_A

{
  umidDHT += DHT.humidity;
  tempDHT += DHT.temperature;
}

/***** MQ135 *****/

//ppm1 += gasSensor1.getPPM(); // Modifica o atributo R0 do sensor 1
//ppm2 += gasSensor2.getPPM(); // Modifica o atributo R0 do sensor 2

ppm1 += analogRead(MQ135_pin1);
ppm2 += analogRead(MQ135_pin2);

//Serial.println(ppm1);
//Serial.println(ppm2);

/***** DS18B20 *****/

sensors_1.requestTemperatures(); // Send the command to get temperatures
sensors_2.requestTemperatures(); // Send the command to get temperatures
sensors_3.requestTemperatures(); // Send the command to get temperatures
sensors_4.requestTemperatures();
sensors_5.requestTemperatures(); // Send the command to get temperatures
sensors_6.requestTemperatures();

T1 += sensors_1.getTempCByIndex(0);

```

```
T2 += sensors_2.getTempCByIndex(0);
```

```
T3 += sensors_3.getTempCByIndex(0);
```

```
T4 += sensors_4.getTempCByIndex(0);
```

```
T5 += sensors_5.getTempCByIndex(0);
```

```
T6 += sensors_6.getTempCByIndex(0);
```

```
//Calcula a média dos valores medidos, grava no cartão SD e zera todas as variáveis
```

```
if(contador == 6)
```

```
{
```

```
    umidDHT = umidDHT / 6;
```

```
    tempDHT = tempDHT / 6;
```

```
    ppm1 = ppm1 / 6;
```

```
    ppm2 = ppm2 / 6;
```

```
    T1 = T1 / 6;
```

```
    T2 = T2 / 6;
```

```
    T3 = T3 / 6;
```

```
    T4 = T4 / 6;
```

```
    T5 = T5 / 6;
```

```
    T6 = T6 / 6;
```

```
    gravaSD();
```

```
    contador = 0;
```

```
    umidDHT = 0;
```

```
    tempDHT = 0;
```

```
    ppm1 = ppm2 = 0;
```

```

    T1 = T2 = T3 = T4 = T5 = T6 = 0;

}

}

}

/*****

* Função: gravaSD()

*

* Função que grava os dados no cartão SD

* Parâmetros: void

* return: void

* *****/

void gravaSD()

{

    myFile = SD.open("DATA.TXT", FILE_WRITE);           // open the file. note that only one
file can be open at a time, so you have to close this one before opening another.

    // Testa se o arquivo foi aberto corretamente e grava os dados

if(myFile)

{

    myFile.print(Data + " ");

    myFile.print(String(hora) + ":" + String(minuto) + " ");

    myFile.print(String(umidDHT) + " " + String(tempDHT) + " ");

    myFile.print(String(ppm1) + " " + String(ppm2) + " ");

    myFile.print(String(T1) + " " + String(T2) + " " + String(T3) + " ");

    myFile.println(String(T4) + " " + String(T5) + " " + String(T6));

```

```
myFile.close();  
Serial.println("gravado");  
myFile.close();  
}  
else  
{  
Serial.println("gravaSD(): erro ao abrir o arquivo data.txt");  
digitalWrite(LED, HIGH);  
delay(2000);  
digitalWrite(LED, LOW);  
delay(2000);  
}  
}
```