

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E ENGENHARIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS**

RAUL MONTEIRO BERTONCELI

**ANÁLISE DA SUSTENTABILIDADE ECONÔMICA E AMBIENTAL EM TRÊS
SISTEMAS INTENSIVOS DE PRODUÇÃO DE FRANGOS DE CORTE**

ALEGRE – ES

2017

RAUL MONTEIRO BERTONCELI

**SUSTENTABILIDADE ECONÔMICA E AMBIENTAL EM TRÊS SISTEMAS
INTENSIVOS DE PRODUÇÃO DE FRANGOS DE CORTE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Ciências Veterinárias, linha de pesquisa em Reprodução e Nutrição Animal.
Orientadora: Prof^a. Dr^a: Surama Freitas Zanini.

ALEGRE

2017

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)
(Biblioteca Setorial de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil)

B547s Bertonceli, Raul Monteiro, 1987-
Sustentabilidade econômica e ambiental em três sistemas intensivos de produção de frangos de corte / Raul Monteiro Bertonceli. – 2017.
57 f.: il.

Orientador: Surama Freitas Zanini.

Coorientador: Elisabete Fantuzzi.

Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias e Engenharias.

1. Ambiência. 2. Avicultura de corte. 3. Desempenho. 4. Frango de corte – Manejo. 5. Sustentabilidade. I. Zanini, Surama Freitas. II. Fantuzzi, Elisabete. III. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de Ciências Agrárias e Engenharias. IV. Título.

CDU: 619

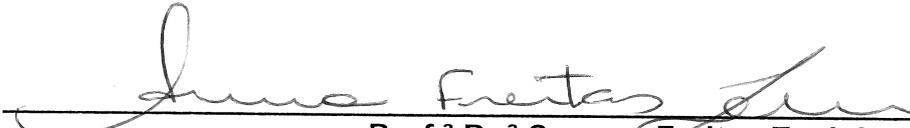
RAUL MONTEIRO BERTONCELI

**SUSTENTABILIDADE ECONÔMICA E AMBIENTAL EM TRÊS SISTEMAS
INTENSIVOS DE PRODUÇÃO DE FRANGOS DE CORTE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Ciências Veterinárias, linha de pesquisa em Reprodução e Nutrição Animal.

Aprovado em 24 de Fevereiro de 2017

COMISSÃO EXAMINADORA



Prof.^a Dr.^a Surama Freitas Zanini
Universidade Federal do Espírito Santo
Orientadora



Prof.^a Dr.^a Elisabete Fantuzzi
Universidade Federal do Espírito Santo
Co-orientadora



Prof. Dr. Fabricio Albani Oliveira
Instituto Federal do Espírito Santo – Campus Alegre



Prof.^a Dr.^a Renata Cogo Clipes
Instituto Federal do Espírito Santo – Campus Alegre

Dedico,

A meus pais, Miguel e Creia, e a minha namorada, Camila.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por ter me fortalecido neste momento de estudo e me dar motivação para seguir em frente.

A UNIAVES, pela parceria e colaboração com o meu trabalho.

À CAPES, pelo apoio financeiro que foi de extrema importância para a realização do curso.

À Juliana, Junior e Márcio, que sempre cooperaram com o meu trabalho na UNIAVES.

Aos Funcionários das Granjas, pelo apoio.

A minha namorada, parceira e amiga Camila, que sempre me apoiou nas horas que mais necessitava.

Aos funcionários da Universidade Federal do Espírito Santo, que sempre nos apoiaram.

À professora Surama, que sempre me deu apoio e incentivo, colaborando com seus conhecimentos, sendo uma pessoa amiga e sempre disposta a ajudar.

“Os que se encantam com a prática sem a ciência são como os timoneiros que entram no navio sem timão nem bússola, nunca tendo certeza do seu destino”.

Leonardo da Vinci.

RESUMO

BERTONCELI, Raul Monteiro. **ANÁLISE DA SUSTENTABILIDADE ECONÔMICA E AMBIENTAL EM TRÊS SISTEMAS INTENSIVOS DE PRODUÇÃO DE FRANGOS DE CORTE**. 2017. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) - Centro de Ciências Agrárias e Engenharias, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, ES, 2017.

A produção de alimentos em sistemas sustentáveis precisa atender a requisitos básicos como ser socialmente responsável, economicamente viável, garantir a saúde e o bem-estar humano e animal, assim como a proteção ao meio ambiente. Objetivou-se, com este trabalho, avaliar a sustentabilidade econômica e ambiental em três sistemas intensivos de produção de frangos de corte, visando à racionalização do uso de recursos naturais e insumos. O trabalho foi realizado em dois períodos do ano, no inverno e no verão. Para cada estação do ano, foram utilizados quinze (15) galpões com média de 35.000 aves por galpão, distribuídos em um delineamento inteiramente separados em grupos de três tratamentos, (sistemas de produção) e cinco repetições (galpão), sendo, A - galpão escuro; B - galpão semiclimatizado, e C - galpão convencional. Foram realizadas medições diárias de temperatura e umidade (máxima e mínima) e os dados foram correlacionados com o desempenho produtivo das aves. Foram avaliadas as variáveis conversões alimentares, peso ao abate, índice de eficiência produtiva (IEP), ganho de peso diário (GPD), mortalidade, viabilidade, consumos de água e de ração e custo por quilograma de ave. Os galpões escuros apresentaram os melhores indicadores de sustentabilidade econômica e ambiental, por meio da redução do consumo de água e do custo por quilograma de ave aliado a uma melhoria na taxa de conversão alimentar e no IEP. O galpão semiclimatizado comparou-se com os galpões escuros apenas na conversão alimentar. Os galpões convencionais mostraram maior consumo de água, a pior taxa de conversão alimentar, maior custo por quilograma de ave e o menor IEP em ambas as estações do ano, mas exacerbaram no verão. Quanto à taxa de mortalidade, observou-se que no inverno, não houve diferença significativa entre os sistemas de produção ($P>0,05$), mas no

verão, os galpões escuros e o galpão semiclimatizado tiveram maior taxa de mortalidade comparada com o galpão convencional ($P < 0,05$). No verão, as diferenças entre os sistemas de produção se mostraram mais proeminentes, em função das amplitudes térmicas, apresentando os melhores resultados o galpão escuro.

Palavras-chave: Ambiência. Desempenho. Eficiência.

ABSTRACT

BERTONCELLI, Raul Monteiro. **ANALYSIS OF ECONOMIC AND ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY IN THREE INTENSIVE SYSTEMS OF BROILERS CHICKENS PRODUCTION**. 2017. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) - Centro de Ciências Agrárias e Engenharias, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, ES, 2017.

Food production in sustainable systems has to meet basic requirements such as being socially responsible, economically viable, ensuring human and animal health and welfare, and protecting the environment. The aim of this work was to evaluate the economic and environmental sustainability in three intensive systems of production of broilers in order to rationalize the use of natural resources and inputs. The work was carried out in two periods of the year, which represented winter and summer conditions. For each season of the year, it was used fifteen (15) houses, each containing 35,000 broilers, distributed in a randomized design in groups of three treatments (production systems) and five replicates (houses), including: A -Dark House system; B - system of negative pressure (blue house) and C - system of positive positive pressure (conventional). Daily measurements of temperature and humidity (maximum and minimum) were performed and these data were correlated with the productive performance of the birds. The following variables were evaluated as feed conversion, slaughter weight, Productive Efficiency Index (IEP), daily weight gain (GPD), mortality, viability, water and feed intake and cost per kilogram of broiler. The Dark House System presented the best indicators of economic and environmental sustainability through the reduction of water consumption and the cost per kilogram of bird combined with an improvement in the feed conversion rate and the Productive Efficiency Index ($P < 0,05$). The semi-climatized system was compared with the Dark House System only in feed conversion ($P > 0,05$). The conventional system showed higher water consumption, lower feed conversion rate, higher cost per kilogram of poultry and the lowest Productive Efficiency Index ($P < 0,05$) in both seasons but i summer, the differences between production systems are exacerbated by thermal amplitudes. Regarding the mortality rate, it was observed that in winter, there was no significant difference between the production systems ($P > 0.05$). But in

the summer, the Dark House and those housed with the Semi-climatized System had a higher mortality rate compared to the conventional house ($P < 0.05$).

Key-Words: Ambience. Performance. Efficiency.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Imagem coletada do local dos experimentos, Venda Nova do Imigrante, ES.....	33
Figura 2 –	Imagens coletadas durante a realização dos experimentos: (a) – vista do exterior de um galpão Dark House, mostrando a disposição das placas evaporativas: (b) – vista do interior de um galpão Dark House, com aves com 42 dias de idade.....	35
Figura 3 –	Imagens coletadas durante a realização dos experimentos: (a) – vista do interior de um galpão com Sistema de Ventilação Negativa (Blue House) com aves com 35 dias de idade; (b) – vista do exterior do galpão mostrando a disposição dos exaustores de ventilação forçada.....	36
Figura 4 –	Imagens coletadas durante a realização dos experimentos: (a) – vista do interior de um galpão com Sistema de Ventilação Positiva (Convencional) com aves com 35 dias; (b) – vista do exterior do galpão mostrando a disposição das cortinas e ventiladores.....	37
Figura 5 –	Amplitude térmica no interior de um galpão escuro, no período de verão. Linha azul -temperatura Ideal, linha verde - temperatura mínima, linha vermelha – temperatura máxima.....	40
Figura 6 –	Amplitude térmica no interior de um galpão semi-climatizado no período de verão. Linha azul - temperatura Ideal, linha verde - temperatura mínima, linha vermelha - temperatura máxima.....	41
Figura 7 –	Amplitude térmica no interior de um galpão convencional no período de verão. Linha azul - temperatura Ideal, linha verde - temperatura mínima, linha vermelha - temperatura máxima.....	41
Figura 8 –	Amplitude térmica no interior de um galpão escuro, no período de inverno. Linha azul - temperatura Ideal, linha verde - temperatura	
Figura 9 –		

	mínima, linha vermelha - temperatura máxima.....	41
Figura 10 –	Amplitude térmica no interior de um galpão semiclimatizado no período de inverno. Linha azul - temperatura Ideal, linha verde - temperatura mínima, linha vermelha - temperatura máxima.....	42
Figura 11 –	Amplitude térmica no interior de um galpão convencional no período de inverno. Linha azul - temperatura Ideal, linha verde - temperatura mínima, linha vermelha - temperatura máxima.....	42

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 –	Peso final das aves nas diferentes estações do ano.....	45
Gráfico 2 –	Custo de produção por quilograma de frango vivo em R\$ nas diferentes estações do ano.....	49

LISTA DE SIGLAS E/OU ABREVIATURAS

PF –	Peso Final
VI –	Viabilidade
ML –	Mortalidade
CA –	Conversão Alimentar
IEP –	Índice de Eficiência Produtiva
GPD –	Ganho de Peso Diário
CRA –	Consumo de Ração por ave
CFKg –	Custo Final Por Quilograma
CAG –	Consumo de água por ave
GE –	Galpão Escuro
GSC –	Galpão Semiclimatizado
GC –	Galpão Convencional
PP –	Peso Padrão
CAC –	Conversão Alimentar Corrigida
CV –	Coeficiente de Variação

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Descrição dos galpões experimentais.....	34
Tabela 2 -	Resultados dos indicadores de bem-estar de animais confinados no verão.....	46
Tabela 3 -	Resultados dos indicadores de bem-estar de animais confinados no inverno.....	46
Tabela 4 -	Resultados dos indicadores de ecoeficiência em sistemas intensivos no verão.....	47
Tabela 5 -	Resultados dos indicadores de ecoeficiência em sistemas intensivos no inverno.....	47

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
2 REVISÃO DE LITERATURA	18
2.1 Fisiologia das aves	18
2.2 Sustentabilidade ambiental e econômica nas cadeias produtivas.....	21
2.3 Climatização, ambientalização e uso racional de energia elétrica	24
2.4 Sistemas produtivos	27
2.5 Características dos aviários	28
2.6 Dissipação do calor produzido	29
2.7 Parâmetros de ecoeficiência nos sistemas intensivos de produção.....	31
3 MATERIAL E MÉTODOS	33
3.1 Localização do experimento.....	33
3.2 Montagem do experimento	33
3.3 Caracterização e detalhamento dos galpões experimentais	35
3.3.1 Galpões escuros - “Dark House”	35
3.3.2 Galpões semiclimatizados (Blue House)	35
3.3.3 Galpões convencionais	36
3.4 Manejo dos animais	37
3.5 Parâmetros avaliados.....	38
3.6 Avaliação dos Resultados	39
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
4.1 Resultados referentes às variáveis climáticas	40
4.2 Resultados referentes aos indicadores de bem-estar de animais confinados.....	42
4.3 Resultados referentes aos indicadores da sustentabilidade econômica e ambiental na produção de frangos de corte	46
4. CONCLUSÕES	50
5. REFERÊNCIAS	51

1. INTRODUÇÃO

O setor avícola brasileiro é caracterizado pela elevada eficiência produtiva, ocupando posição de destaque no cenário mundial. Os progressos alcançados na genética, nas instalações, na nutrição, no manejo e na sanidade modificaram o cenário da avicultura de corte nacional que se tornou um complexo setor econômico em constante busca de maximizar a produção e diminuir os custos. Nesse cenário, diversos estudos têm sido realizados visando melhorar a compreensão dos fatores que influenciam na produtividade dos frangos de corte, como a ambiência (VIEITES et al., 2014).

Para a economia capixaba, a avicultura tem um importante papel sócio-econômico, viabilizando desenvolvimento da região e expansão do setor. Para aumentar a competitividade do setor, é necessário maximizar a produção, de forma sustentável. Para atingir essa meta, a cadeia avícola vem adotando, nos últimos anos, novas tecnologias a fim de elevar a produção de frangos, que atualmente é de quase 5 milhões de aves por mês. A produção capixaba de frangos de corte está concentrada principalmente nas regiões serranas, sendo os municípios de Marechal Floriano, Domingos Martins e Venda Nova do Imigrante, os responsáveis por 73% da produção do Estado. O faturamento bruto dessa cadeia produtiva mais que dobrou nos últimos sete anos, saindo de 200 milhões de reais em 2008, para atingir um faturamento de 600 milhões em 2015 (AVES, 2016).

Para manter os indicadores de produtividade no setor avícola, o ambiente de produção de frangos de corte precisa oferecer bem-estar aos animais confinados. De acordo com Wathes (2004), o ambiente de produção impacta na produção, na saúde e na produtividade animal, representando possíveis pontos de estrangulamento da cadeia avícola. Sendo assim, é fundamental que a temperatura ambiente das instalações seja mantida dentro da faixa de conforto térmico, para que dessa forma as aves possam atingir o máximo do potencial genético.

Sob condições de elevadas temperaturas, as aves podem sofrer estresse por calor, levando a uma redução na ingestão de alimentos e gasto de parte dessa

energia alimentar no processo de dissipação do calor que poderia estar disponível para a produção, na ausência do estresse térmico (FURTADO et al., 2006).

O sistema intensivo de produção de frangos de corte no Brasil é variado, pois se apresenta como convencional, semiclimatizado, climatizado e galpões escuros tipo Dark House (ABREU, 2011).

Objetivou-se avaliar a sustentabilidade econômica e ambiental em três sistemas intensivos de produção de frangos de corte visando à racionalização do uso de recursos naturais e insumos, pois há uma lacuna na comparação do impacto ambiental entre tais sistemas no Estado do Espírito Santo.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Fisiologia das aves

As aves são animais homeotérmicos, com temperatura corporal de aproximadamente 41°C, mas não possuem glândulas sudoríparas, o que dificulta as trocas de calor com o ambiente. Para manter sua temperatura corporal, as aves trocam calor com o ambiente pelos meios de convecção, condução, radiação e evaporação pulmonar (CORDEIRO et al., 2010).

A zona de conforto térmico pode ser indicada como sendo a faixa de temperatura ambiente em que a taxa metabólica é mínima e a homeotermia é mantida com baixo gasto energético (NASCIMENTO et al., 2014).

Desse modo, para as aves encontrarem suas condições perfeitas e expressar suas melhores características produtivas, é fundamental um ambiente térmico ideal, ou seja, as aves devem se encontrar em zona de termoneutralidade (FURTADO et al., 2006).

Para pintos de 1 a 7 dias, a zona de conforto está entre 31°C e 33°C, caindo para 21°C a 23°C na idade de 35 a 42 dias. Quando esses animais são mantidos fora dessas condições, podem ocorrer muitas perdas. Sob o aspecto fisiológico, as altas temperaturas e baixas umidades relativas têm efeito direto sobre os mecanismos de defesa do aparelho respiratório e gastrointestinal, predispondo o aparecimento de doenças (OBA et al., 2012). Portanto, as condições climáticas em que as aves são submetidas interferem diretamente no sucesso ou fracasso de uma produção. Temperaturas altas em ambientes provocam queda de produção e mortalidade das aves (BUENO & ROSSI, 2006).

À medida que a temperatura do ambiente se eleva isso pode repercutir no aumento da temperatura corporal. Assim, os processos fisiológicos são ativados com a finalidade de aumentar a dissipação de calor e reduzir a produção metabólica de calor. No entanto, quando o estresse é causado pelo frio, observa-se efeito oposto, com a redução na dissipação de calor e aumento na produção de calor (LIN et al., 2006).

A capacidade das aves de dissipar calor diminui à medida que a temperatura ambiente e a umidade relativa se elevam acima da zona termoneutra. Como resultado, a temperatura corporal da ave sobe e logo aparecem os sintomas do estresse por calor (NASCIMENTO et al., 2014). Nessa situação, os mecanismos fisiológicos para manutenção da homeotermia são acionados como a vasodilatação periférica que ocorre nas regiões de crista e a barbeta ou os pés, possibilitando que essas superfícies realizem troca de calor com o meio externo (CARVALHO, 2011). Processos como a radiação, condução e convecção são responsáveis pela eliminação de calor sensível desses animais, que chegam a perder até 70% de calor extra, produzido por meio desses processos. Entretanto, a velocidade de perda é influenciada pela temperatura ambiental (CARVALHO, 2011).

Quando as aves nascem, o sistema termorregulador encontra-se pouco eficiente na execução de suas tarefas, que dificulta a manutenção da temperatura corporal. Dessa forma, qualquer perda de calor evaporativa e sensível, nos primeiros dias de vida das aves, pode afetar o equilíbrio ácido-básico, o equilíbrio hídrico corporal e, por conseguinte, a habilidade da ave em manter a temperatura do corpo, podendo haver perda de desempenho pelo resto da vida do animal. Nos primeiros dias de vida, a perda de calor pode levar à morte por hipotermia (CORDEIRO et al., 2010). Por outro lado, quando esses animais atingem a fase adulta, tendem adaptar-se melhor a ambientes frios, pois seu sistema termorregulador é mais adequado para reter calor que para dissipá-lo (BUENO & ROSSI, 2006).

A interação de fatores ambientais como temperatura do ar, umidade relativa, calor radiante e velocidade do vento podem levar a um quadro de estresse térmico aos animais (LIN et al., 2006).

Segundo Lana et al. (2000), a temperatura ambiente é considerada o fator físico com maior efeito na produção de frangos de corte, pois exerce grande influência no consumo de ração e água, com isso, influencia diretamente o ganho de peso e a conversão alimentar desses animais. Entre os fatores que promovem o bem estar animal, destaca-se estar livre de sede e fome (liberdade fisiológica); livre de desconforto (liberdade ambiental); livre de dor, ferimentos/injúria ou doença (liberdade sanitária); livre para expressar comportamento natural (liberdade comportamental) e livre de sentir medo e estresse (liberdade psicológica) (UBA, 2008).

Em ambientes com temperaturas variando entre 23,9 a 35°C, foi verificada uma pior conversão alimentar comparada com aves mantidas em um microclima de 21,1°C. Essas mudanças são resultado de várias alterações físicas e metabólicas do frango ao tentar se adaptar e sobreviver (CARVALHO, 2011).

Para monitorar o estado de bem-estar nos aviários, o setor avícola, geralmente utiliza os indicadores como a taxa de mortalidade, morbidade, calos de peito, problemas locomotores. Visando melhorar esse monitoramento, poderiam ser agregadas informações como os de consumos de água e de alimentos além do ganho de peso (MANNING et al., 2007). Nesse cenário, o consumo de água deveria ser utilizado como um indicador térmico e sanitário de desempenho animal, pois possibilita o monitoramento do desenvolvimento do lote quanto à saúde e bem-estar animal (MANNING et al., 2007).

2. 2 Sustentabilidade ambiental e econômica nas cadeias produtivas

A avicultura brasileira é uma relevante atividade econômica e social, em que os produtos chegam ao mercado consumidor dotados de qualidade, com preços competitivos e acessíveis à população (BARBOSA et al., 2014).

A noção de sustentabilidade tem origem na ecologia e na economia. A primeira refere-se à capacidade de recuperação e reprodução dos ecossistemas em face de agressões antrópicas, principalmente do uso abusivo dos recursos naturais. A segunda origem está baseada no fato de que os padrões de produção e consumo, que estão em expansão no mundo, não tem possibilidade de permanecer. Realça-se, assim, a noção de sustentabilidade sobre a percepção da finitude e redução dos recursos naturais (NASCIMENTO, 2012).

A sustentabilidade pode ser vista a partir de três pilares, a ambiental, a econômica e a social. A econômica propõe que o modelo de produção e consumo seja compatível com a autorreparação dos ecossistemas. A ambiental propõe ecoeficiência, ou seja, um aumento da eficiência da produção e do consumo aliado à economia de recursos naturais, como a água e os insumos. Para atingir a ecoeficiência, é necessário usar a inovação tecnológica. O terceiro pilar da sustentabilidade é a social que supõe equidade social e qualidade de vida para que

não ocorram as agressões ambientais. Além de permitir que todos tenham o mínimo necessário para uma vida digna e que ninguém absorva bens, recursos naturais e energéticos que sejam prejudiciais a outros (NASCIMENTO, 2012).

Segundo Mazzuco (2008), a produção de alimentos em sistemas sustentáveis precisa atender a requisitos básicos como ser socialmente responsáveis, economicamente viáveis, garantir a saúde e o bem-estar humano e animal, assim como a proteção ao meio ambiente.

Segundo definição proposta pela FAO (*Food and Agriculture Organization of the United Nations*), há dez categorias ou programas a serem trabalhados dentro das cadeias produtivas:

1. Conservação do solo
2. Uso da água
3. Produção vegetal
4. Produção animal
5. Proteção ambiental
6. Proteção animal (Bem-Estar animal)
7. Manejo e processamento
8. Higiene e saúde humana
9. Eliminação de resíduos e conservação de energia
10. Proteção à fauna selvagem

Segundo a FAO (2006), a produção animal causa impacto significativo ao ambiente pelo aumento do número de animais utilizados. Sendo que as ações do setor de avicultura de corte comercial, que utilizam animais confinados, tiveram consequências negativas ao bem-estar animal.

Por outro lado, Williams e Sandars (2006) verificaram que na avicultura de corte no sistema orgânico há um acréscimo de 30% para o uso de energia primária e 45% para o aquecimento global, quando comparado com sistema intensivo de produção de frangos de corte. Portanto, embora ofereçam um maior grau de bem-estar para as aves, apresentam um maior consumo de recursos naturais. Esse resultado parece ser reflexo da seleção genética das aves em sistema intensivo, a qual promoveu melhor conversão alimentar e mais rápido crescimento, proporcionando algumas vantagens ambientais a esse sistema.

Leinonen et al. (2012) compararam os sistemas intensivos, orgânicos e ao ar livre usados no Reino Unido, considerando as etapas de produção de ração e criação do frango de corte. Os resultados obtidos demonstraram que o consumo de ração e produção de dejetos por ave foram maiores nos sistemas com acesso ao ar livre e orgânicos que no intensivo, devido ao maior tempo de ciclo produtivo, e que essas diferenças apresentaram um importante efeito na carga ambiental entre os sistemas analisados. Também observaram que a produção, o processamento e o transporte da ração constituíram os itens de maior impacto ambiental de toda a cadeia, num total de 65% a 81% do uso de energia primária e 72% do potencial de aquecimento global. Pelletier (2008) identificou que a produção de ração é responsável por 80% do uso de energia primária e 82% da emissão de gases de efeito estufa em sistemas intensivos de frango de corte.

Ao focar o termo sustentabilidade ambiental, a água também ganha destaque, devido a sua importância para a manutenção da vida. Embora sua importância seja conhecida, a água já foi designada como o "nutriente esquecido" (CARDOZO et al., 2015). Em qualquer etapa de produção de frangos de corte, o fornecimento de água deve ser de modo abundante, além de limpa e numa temperatura em torno de 20°C (NAZARENO, 2009).

Segundo Cardozo et al. (2015), o consumo de água é um indicador de bem-estar e sanidade das aves. Pode afetar o desempenho animal se for disponibilizado em quantidade e qualidade insuficiente. Portanto, a água consumida deve ser suficiente para compensar as perdas, evitando que ocorram desidratação e decréscimo na produção.

O impacto da temperatura ambiental é grande sobre o consumo de água, sendo que quanto maior a temperatura do ambiente, maior será o consumo de água (BARBOSA et al., 2014) e menor o consumo de alimentos (PENZ, 2003). Mas há outros fatores que também influenciam no consumo de água como a idade e o tipo de ração (KRABBE & ROMANI, 2013). De acordo com Ávila (2007), considera-se como um valor de referência, o consumo de três litros de água por quilo de ração pelos frangos de corte. Mas o consumo de água em frangos de corte pode aumentar em 7% para cada grau centígrado acima de 21°C (PENZ, 2003).

Quando o ambiente onde os animais estão sendo criados se torna desconfortável, ou seja, fora da zona de conforto térmico, estes intensificam os

mecanismos de conservação ou de dissipação de calor, para manter a sua homeotermia. A zona de termoneutralidade está relacionada a um ambiente térmico ideal, no qual as aves encontram condições perfeitas para expressar suas melhores características produtivas. O ambiente confortável para aves adultas encontra-se numa faixa de temperatura entre 22 e 27 °C e umidade relativa entre 50% e 70% (NAZARENO, 2009). Portanto, as temperaturas no interior dos aviários precisam estar próximas às das condições de conforto (OLIVEIRA et al., 2006).

Portanto, no sistema de produção intensivo, as condições ambientais possuem influência direta na condição de conforto e bem-estar animal. Dependendo do sistema de produção, pode haver dificuldade na manutenção do balanço térmico no interior das instalações, afetando o desempenho produtivo das aves (NAZARENO, 2009).

2.3 Climatização, ambientalização e uso racional de energia elétrica

Para garantir o bem-estar das aves, é necessário oferecer conforto térmico aos animais confinados. Sabe-se que os fatores ambientais, principalmente os térmicos, influenciam diretamente as aves, pois comprometem sua função vital mais importante, que é a manutenção de sua homeotermia (VIGODERIS, 2010).

Em tempos de mudanças climáticas, o grande desafio da produção animal é propor medidas e/ou adaptações (CORDEIRO, et al., 2010) que possibilitem atingir o conforto térmico no interior das instalações avícolas, uma vez que situações extremas de calor ou frio influenciam a produção animal (BUENO & ROSSI, 2006).

Para realizar uma climatização do ambiente, é necessário adaptar o ambiente da construção às condições ideais de alojamento das aves. Os sistemas de climatização são aqueles que utilizam equipamentos como ventiladores, exaustores, nebulização e painéis de resfriamento adiabático (VIGODERIS, 2010).

O pintinho recém-nascido possui dificuldades na retenção do calor corporal, pelo fato de sua capacidade de termorregulação não estar bem desenvolvida. Assim, as aves jovens (1 a 14 dias) necessitam estar inseridas em ambientes com temperatura de aproximadamente 35°C para manter sua temperatura corporal constante. Dessa forma, torna-se necessário, para a maioria do território brasileiro,

promover o aquecimento das aves nas duas primeiras semanas de vida e, em condições mais rigorosas, necessita-se estender o aquecimento artificial até os 21 dias de vida (MENEGALI et al., 2013).

Na construção das instalações, a posição do sol deve ser verificada para que sejam construídas de uma maneira que evite que a radiação solar penetre. O galpão deve ter um posicionamento leste-oeste, com projeção de telhado (beirais) suficiente para impedir que a luz solar direta penetre nas instalações, causando aumento da temperatura. O uso de material isolante sob as telhas pode contribuir na redução da transferência de calor para o interior da instalação, formando uma camada de ar junto à cobertura e atuando como uma barreira física, causando uma considerável diminuição da temperatura das aves durante as horas mais quentes, além de promover uma menor variação da temperatura no decorrer do dia, proporcionando às aves um melhor ambiente, induzindo assim um melhor desempenho (MENEGALI et al., 2010).

A climatização pode ser uma estratégia para proporcionar conforto térmico aos animais por meio do controle do ambiente aviário (CORDEIRO, et al., 2010). Para reduzir a temperatura do ar no interior dos galpões, vem sendo utilizada a técnica de ventilação forçada (ventiladores) que propicia um aumento da velocidade do ar com e conseqüente redução da temperatura. A nebulização associada à ventilação pode ser utilizada. Esse sistema tem como base a formação de pequenas gotículas de água que assegura uma evaporação rápida, eliminando o calor do ambiente (MENEGALI et al., 2010).

Há dois sistemas de ventilação utilizados na avicultura brasileira. O sistema de ventilação por pressão negativa onde o ar é succionado por exaustores de dentro para fora, criando um vácuo parcial no interior da construção; desse modo, succionando o ar externo. E o sistema de ventilação com pressão positiva, em que o ar externo é forçado, por meio de ventiladores, a entrar na construção, criando um gradiente de pressão de fora para dentro da instalação. Esse sistema é o mais comum nos aviários de construção aberta, podendo ser de dois tipos: em modos túnel e lateral (ROVARIS et al., 2014). O sistema de ventilação tipo túnel utiliza exaustores numa extremidade e aberturas que permitem a entrada de ar na outra, com fechamento nas laterais. Esse sistema visa promover a ventilação uniforme nos diferentes pontos do galpão (MAHMUD et al., 2011) e a renovação uniforme de ar,

passando por toda a extensão do aviário e a altas velocidades (médias recomendadas de 1,77 a 3,0 m/s) de maneira a proporcionar refrigeração da instalação, principalmente em períodos de calor. Quando o sistema de ventilação em túnel é associado ao resfriamento evaporativo (nebulizadores), o efeito de resfriamento do ambiente é otimizado, pois além da rápida renovação do ar, ocorre redução efetiva da temperatura ambiente pela evaporação das gotículas de água geradas pelo sistema de nebulização (CORDEIRO et al., 2010).

Outra maneira de climatizar o ambiente é por meio do sistema de túnel associado à refrigeração adiabática. Esse sistema associa o sistema de ventilação em túnel com um sistema de resfriamento, geralmente envolvendo o uso de áreas molhadas ou painel evaporativo. Ao atravessar a área molhada, o ar se resfria e é movimentado ao longo da instalação pelos ventiladores no sentido da exaustão (BUENO & ROSSI, 2006).

Entretanto, para os aviários climatizados, o consumo de energia elétrica é um dos grandes gargalos, pois influencia no custo de produção (OLIVEIRA, et al., 2006). A energia elétrica é utilizada para manutenção do conforto térmico animal, alimentação e iluminação. Em função das estações do ano, há diferenças significativas no consumo de energia elétrica (TURCO et al., 2002). Apesar do custo maior comparado aos aviários convencionais, o sistema pode compensar pela produtividade. A elevação nos índices de produtividade pode ser possível desde que as condições ambientais do aviário estejam dentro das condições de conforto térmico animal.

Os galpões fechados vêm ganhando espaço na avicultura nacional em função das mudanças climáticas e também porque oferecem ganhos em produtividade e lucratividade. Mas os aviários fechados têm um maior custo de implantação e necessitam utilizar sistemas de climatização como a ventilação forçada e em alguns casos o resfriamento evaporativo (BUENO & ROSSI, 2006).

2. 4 Sistemas produtivos

O sistema intensivo de produção de frangos de corte no Brasil é variado, pois se apresenta como convencional, semiclimatizado, climatizado e galpões escuros tipo Dark House (ABREU, 2011).

Embora o aumento da produção animal tenha um impacto negativo sobre a sustentabilidade ambiental, pois acarreta maior uso de energia, mais alta emissão de poluentes, maior densidade de alojamento e necessidade de maior quantidade de ração, há de se buscar alternativas que tragam ecoeficiência produtiva, visando a conservação dos recursos naturais. Entretanto, uma maior eficiência produtiva não pode ocorrer sem levar em consideração o bem-estar animal (OLIVEIRA et al., 2014).

Segundo Oliveira et al. (2014), em termos de instalação avícola, não há um modelo padrão de referência que possa ser implantado em diferentes regiões do mundo, pois cada lugar tem seu clima. Portanto, faz-se necessário entender os aspectos termodinâmicos que envolvem o bem-estar animal assim como avaliar as tecnologias que visam melhorar o ambiente de produção de frangos, possibilitando elevação da densidade populacional, aumento da produtividade e redução de custos. Um projeto de aviário deverá sempre amenizar as sensações de desconforto térmico nas aves (GALLO, 2009).

Nos últimos anos, a avicultura de corte vem realizando investimentos em novas tecnológicas, trazendo novos conceitos e sistemas para produção de frangos de corte que possibilitem maior eficiência na produção. Tal eficiência precisa estar ancorada à viabilidade técnico-econômica e concomitantemente aliada aos aspectos produtivos, sanitários e de bem-estar das aves (ABREU, 2011).

Em face, a velocidade com que essas tecnologias têm sido implementadas, faz-se necessário avaliar a viabilidade de implantação, pois se trata de pacotes tecnológicos vindos de países que têm condições climáticas, econômicas e culturais diferentes das condições brasileiras (EMBRAPA, 2011). Além disso, a avicultura brasileira sempre se diferenciou da avicultura mundial, pelo uso de aviários abertos, que são de baixo custo, e que colocaram o Brasil em uma situação vantajosa comparada com outros países.

Com luminosidade e temperatura controladas 24 horas por dia, os modelos de aviários conhecidos como “Dark House”, permite uma maior densidade de aves por metro quadrado de galpão, melhoria no conforto animal e redução de lesões na carcaça pela menor agitação animal. Desse modo, possibilita uma melhor conversão alimentar, maior ganho de peso diário, maior produção de peso vivo/m² de galpão e maior lucratividade à empresa e aos produtores (TINOCO, 2001; NOWICKI et al., 2011).

Entretanto, essa questão não é unânime, pois há estudos que demonstram que uma densidade populacional superior a 25 quilogramas por metro quadrado, pode restringir o movimento das aves e provocar pododermatites, lesões nas patas, bolhas de ar no peito, restrições comportamentais e elevar as taxas de mortalidade (OLIVEIRA, 2006). De acordo com o Parlamento Europeu (2006), as instalações avícolas que trabalham com elevada densidade, ainda que dotadas de eficientes controles ambientais, apresentam um aumento abrupto na frequência de lesões e aumento da mortalidade.

2.5 Características dos aviários

As instalações avícolas podem ser abertas ou fechadas. Os aviários abertos são mais simples e ganharam popularidade, pelo baixo custo de implantação (EMBRAPA, 2000).

O sistema de ventilação pode ser positiva ou negativa, sendo a ventilação negativa a mais empregada, e com fluxo de ar tipo túnel. Os ventiladores em sua totalidade são maiores e posicionados em uma das extremidades dos aviários. Na outra extremidade, encontram-se as aberturas com entrada de ar, que podem ter ou não a presença de painéis evaporativos que melhoram a eficiência do sistema. Em sua maioria, os ventiladores são controlados por temporizadores, que definem o período de acionamento, podendo também ser acionados por aumento e redução de temperatura. A principal função dos ventiladores é a remoção dos gases tóxicos e umidade durante o período frio e nas primeiras semanas de vida das aves, quando os frangos são ainda pequenos. Nesse sistema produção, os aviários devem ser

bem vedados para não haver fugas de ar, caso isso ocorra, o sistema perderá eficiência e não funcionará (EMBRAPA, 2000).

Quando se usa exaustores, realiza-se a ventilação negativa conhecida como túnel de ventilação, onde em uma das extremidades do galpão se localiza a entrada de ar e na outra extremidade os exaustores, esse sistema tem como objetivo promover uma ventilação uniforme nos diferentes pontos do galpão (NOWICKI et al., 2011; SILVA et al., 2013).

De acordo com Campos et al. (2002), sistemas de resfriamento do ar por via evaporativa se tornaram imprescindíveis em regiões extremamente quentes, onde a ventilação simples, natural ou artificial, mesmo quando bem projetada, é insuficiente para reduzir a temperatura do ar no interior de galpões de aves. O sistema adiabático evaporativo possibilita uma redução da temperatura do ar em até 11° C, em algumas regiões, sendo que, no Brasil, a média dessa redução é de 6° C. O resfriamento adiabático evaporativo pode ser obtido por meio de sistemas de nebulização (associado à ventilação) ou passando o ar por meio de um material poroso umedecido (“pad systems”). O ar não saturado, em contato com a superfície líquida livremente exposta, promove troca simultânea de calor e da massa. Como a pressão de vapor da água da superfície é maior que a do ar insaturado, ocorre vaporização de água. Como a temperatura da vizinhança imediata da superfície de contato diminui, leva a produção de um diferencial de temperatura da mistura vapor-ar e ocorre a transferência de calor. Uma mudança no meio ambiente resulta, portanto, na mudança de estado da água e na mudança de temperatura do sistema ar-vapor. Ao passar do estado líquido para o gasoso, a água retira do ambiente cerca de 584 cal para cada grama de água evaporada (CAMPOS, et al., 2002).

2.6 Dissipação do calor produzido

As aves possuem o centro termorregulador, localizado no hipotálamo, que regula a temperatura corporal por meio de respostas comportamentais e mecanismos fisiológicos.

Por estar em constante troca de energia na forma de calor com o ambiente, os animais são consideradas um sistema termodinâmico aberto, que significa dizer

que os elementos climáticos influenciam os animais. Entre eles estão os térmicos, representados pela umidade relativa, velocidade do ar e radiação. A ave possui um sistema termorregulador mais adequado para reter calor do que para dissipá-lo (TAVARES & SCHIASSI, 2016).

A quantidade de energia térmica estocada por unidade da massa corporal determina a temperatura corporal da ave. Essa energia pode ser aumentada ou diminuída pelos processos de termogênese e termólise, sendo estas trocas térmicas realizadas com o meio por quatro componentes principais, sendo eles, radiação, condução e convecção, denominadas não evaporativas, e por meio da evaporação, que constitui um dos mais importantes mecanismos latente de transferência térmica utilizada pelos animais (SILVA, 2008).

Quando a temperatura ambiental permanece dentro da zona de conforto das aves, ocorre o balanço térmico. Sua temperatura corporal aumenta quando o calor produzido pela ave é maior que o dissipado. Quando a ave atinge uma temperatura corporal superior a 41°C, acaba morrendo por prostração. Portanto, o ambiente é considerado confortável quando a produção de calor decorrente do metabolismo pode ser perdida para o meio (ABREU & ABREU, 2011).

A perda de calor latente (ou insensível) ocorre devido a um diferencial de pressão de vapor. A troca por evaporação pulmonar ocorre na forma de ofegância, uma vez que a ausência de glândulas sudoríparas impossibilita a sudação. Permite a eliminação de 530 calorias para cada grama de água evaporada. A dissipação de calor por evaporação varia de acordo com o teor de umidade do ar. As aves podem ofegar em resposta a elevadas temperaturas, isto é, elas podem incrementar a taxa de respiração e a área interna por onde o ar passa, a fim de aumentar a dissipação de calor por evaporação. Por isso que a umidade relativa do ar assume grande importância (FURLAN, 2006).

Em resumo, as perdas de calor nas aves são controladas por meio da alteração do fluxo sanguíneo na superfície corporal ou alteração da taxa de evaporação no trato respiratório (CASTILHO et al., 2016).

Com o avanço genético do frango de corte, as alterações de temperatura ambiente parecem estar relacionadas ao aparecimento de enfermidades metabólicas, como ascite e síndrome da morte súbita que podem incrementar as

taxas de mortalidade e morbidade. Diante dessas situações, o controle da ambiência nos aviários se torna muito importante (CORDEIRO et al., 2010).

2.7 Parâmetros de ecoeficiência nos sistemas intensivos de produção

O principal indicador a ser utilizado quando o objetivo é mensurar o desempenho produtivo de um lote de frangos de corte é o Índice de Eficiência Produtiva (IEP), também chamado de Fator de Produção ou Índice de Produtividade Europeu. Esse índice mede a eficiência produtiva atingida durante a produção de um lote de aves. Os parâmetros que o compõem são: ganho de peso diário (kg), viabilidade (%) e conversão alimentar. O cálculo é feito a partir da seguinte fórmula 1.0.

$$\text{IEP} = \frac{\text{Ganho de peso diário (kg)} \times \text{Viabilidade (\%)}}{\text{Conversão Alimentar}} \times 100$$

A maioria das empresas utiliza esta medida de eficiência para remunerar seus produtores (EMBRAPA, 2017). A seguir cada um dos componentes desse índice será brevemente discutido de maneira individual.

Conversão alimentar: é o parâmetro produtivo de maior influência sobre o IEP, por tratar-se da medida de eficiência mais importante na avicultura moderna onde o frango é um transformador de grãos em carne. Esse parâmetro sofre grande influência do ambiente de produção. É o produto da divisão do consumo de ração pelo peso total do lote na retirada das aves. A ração consumida pelas aves que morrem é contabilizada, sendo assim, quanto maior a mortalidade, pior a conversão alimentar (MENDES & PATRÍCIO, 2004).

Conversão alimentar corrigida: como diferentes lotes podem apresentar diferentes pesos médios quando da retirada das aves, e como o peso das aves influencia a conversão alimentar, o ideal é utilizar a conversão alimentar corrigida

para um determinado peso padrão (PP). No caso, o peso padrão é determinado pela empresa, a conversão alimentar corrigida é obtida por meio do seguinte cálculo:

$$CAc = CA - (PM - PP) / 3,8$$

O número 3,8 é uma constante, pois lotes mistos apresentam uma variação de cerca de 2,6 pontos na conversão para cada 100 gramas de ganho de peso, ou seja, um ponto para cada 38 gramas. Porém, cada empresa deve ter a sua própria constante (EMBRAPA, 2017).

Viabilidade: É a diferença entre as aves alojadas e as retiradas para o abate, em percentagem. Entre as aves não abatidas, é importante fazer distinção entre as refugadas e as mortas (MENDES & PATRÍCIO, 2004).

Consumo de Ração por Ave (CRA) - foi calculado pelo consumo total de ração dividido pelo número final de aves.

Consumo de Água por Ave (CAg) - foi calculado pelo consumo total de água dividido pelo número final de aves. Todos os galpões foram equipados com hidrômetro onde foi realizada a medição semanal do consumo de água desde o alojamento até o abate.

Custo Final por Quilo Grama (CFKg), - incluíram os custos totais de produção (pintos de um dia, ração, medicamentos, mão de obra, energia elétrica, dentre outros) até o momento da apanha das aves nas granjas.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização do experimento

O experimento foi conduzido em um núcleo de produção de frangos de corte com galpões próximos entre si em empresa localizada no Município de Venda Nova do Imigrante, ES, caracterizando o mesmo microclima. As coordenadas de Latitude e longitude foram 20°24'17.94"S e 41°12'48.42"O, respectivamente, com altitude média de 800m (Figura 1).



Figura 1 – Imagem coletada do local dos experimentos, Venda Nova do Imigrante ES.

3.2 Montagem do experimento

O trabalho foi realizado em dois períodos do ano, inverno (28/06/16 a 15/08/16) e de verão (02/02/16 a 21/03/16). Para cada estação do ano, foram

utilizados quinze (15) galpões com média de 35.000 aves por galpão, com uma densidade média de 14,5 aves/m², de ambos os sexos, da linhagem Cobb®.

As aves foram distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado com grupos de três tratamentos (sistemas intensivos de produção) e cinco repetições (galpão), equipados com ventilação mecânica tipo túnel, sendo, A - galpão Dark House; B - galpão semiclimatizado (blue house), e C - galpão convencional.

Na Tabela 1, encontram-se a descrição dos galpões experimentais (galpão escuro, semiclimatizados e convencionais).

Tabela 1 – Descrição dos galpões experimentais

Período de Coleta	Tipos de Sistema	Dimensão dos Galpões	Densidade de Alojamento	Aves Alojadas	Tipo de Cama
Verão	Galpão Escuro	150 m x 16m	14,5	35000	Maravalha Pó de Serra
	Sistema Semi-climatizado	150 m x 16m	14,5	35000	Maravalha Pó de Serra
	Sistema Convencional	150 m x 16m	14,5	35000	Maravalha Pó de Serra
Inverno	Galpão Escuro	150 m x 16m	14,5	35000	Maravalha Pó de Serra
	Sistema Semi-climatizado	150 m x 16m	14,5	35000	Maravalha Pó de Serra
	Sistema Convencional	150 m x 16m	14,5	35000	Maravalha Pó de Serra

3.3 Caracterização e detalhamento dos galpões experimentais

3.3.1 Galpões convencionais

Suas cortinas são de ráfia, na cor amarela, levantadas verticalmente no sentido de baixo para cima. O piso é cimentado e com forro de rafia na cor amarelo. Os comedouros são automáticos e estão dispostos em 4 linhas sendo 45 pratos

para cada ave no comprimento do aviário. Seus bebedouros são automáticos, tipo nipple, e estão dispostos em 6 linhas sendo 10 bicos por aves no comprimento do aviário. Entre os equipamentos de climatização, destaca-se os micro-aspersores e os ventiladores, modelos de três pás 1,00m de diâmetro. A disposição dos ventiladores é no sentido longitudinal do galpão. O acionamento desses equipamentos era feito de forma manual. O telhado é de fibrocimento com estruturas de madeira para sustentação, apresentado na Figura 4.



Figura 2 - Imagens coletadas durante a realização dos experimentos: (a) – vista do interior de um galpão convencional com sistema de ventilação positiva com aves com 35 dias; (b) – vista do exterior do galpão mostrando a disposição das cortinas e ventiladores.

3.3.2 Galpões semiclimatizados

Suas cortinas são de ráfia, na cor azul, com forro de ráfia laminado na cor preta. São equipados com mecanismos de climatização, destaca-se os bicos de micro-aspersão, de acionamento automático e os exaustores, modelos de três pás 1,00m de diâmetro, são dotados de ventilação mecânica tipo túnel realizada com exaustores nas extremidades do galpão, foram equipados com um controlador de temperatura e umidade tipo SMAAI®. A disposição dos exaustores é no sentido longitudinal do galpão. O acionamento desses equipamentos, de acionamento automático pode ser observado na Figura 3.



Figura 3 - Imagens coletadas durante a realização dos experimentos: (a) – vista do interior de um galpão semiclimatizado, com aves com 35 dias de idade; (b) – vista do exterior do galpão mostrando a disposição dos exaustores de ventilação forçada.

3.3.3 Galpões escuros - “Dark House”

Suas paredes são de isopainel, seu telhado possui telhas isotérmicas, o forro é constituído de material laminado preto na face inferior e laminado na face superior (Foil®). Os galpões escuros do tipo “Dark House” são equipados com painéis evaporativos de celulose nas laterais de entrada de que são mantidos constantemente umedecidos, por meio do qual o ar passa e resfria-se antes de entrar no interior do aviário. Foram equipados com um controlador de temperatura e umidade tipo SMAAI®. Os equipamentos de climatização tinham acionamento automático. Por ser do tipo Dark House não se utiliza nebulizadores no interior do galpão. Contém 12 exaustores axial com 1,5 CV – trifásico, com veneziana e cone com grade de proteção, 60Hz rotação da hélice (três pás) de 580 rpm e vazão nominal de 34187 e 34807 m³ h⁻¹, conforme Figura 4.



Figura 4 - Imagens coletadas durante a realização dos experimentos: (a) – vista do exterior de um galpão escuro tipo, mostrando a disposição das placas evaporativas; (b) – vista do interior de um galpão escuro.

3.4 Manejo dos animais

Inicialmente, as aves foram alojadas com densidade média de 50 aves/m² até o 14^o dia de idade, nos galpões experimentais, tendo uma ventilação mínima.

O sistema de alojamento em galpão parcial é uma prática comum para tentar reduzir os gastos com aquecimento. A redução do espaço estabelecido para o alojamento ajuda a conservar a quantidade de calor necessária e reduzir custos. Além disso, áreas menores facilitam a manutenção da temperatura em níveis adequados.

Todos as aves receberam a mesma dieta, que foram divididas em 5 fases, sendo a pré-inicial de 0 a 7 dias, a inicial de 8 a 19 dias, a Crescimento I de 20 a 29 dias, a Crescimento II de 30 a 38 dias e a Terminação de 39 dias até o abate, as rações eram pesadas na fábrica e enviadas em caminhões individuais para cada aviário.

O manejo utilizado foi o tradicionalmente empregado nas granjas comerciais, com água e ração, na forma farelada, fornecidas a vontade durante todo o período experimental. As aves foram abatidas com idade média de 48 dias de idade.

3.5 Parâmetros avaliados

Foram avaliados os parâmetros amplitude térmica da temperatura, peso final, conversão alimentar, índice de eficiência produtiva (IEP), ganho de peso diário (GPD), consumo de ração por ave em gramas, consumo de água em litros no período e custo final de 1-48 dias de idade.

Amplitude Térmica – foi calculada por meio da medição diária da temperatura dos aviários, capturadas pelo controlador de temperatura, sendo levado em consideração a menor e maior temperatura em um período de 24 horas.

Peso Final (PF) - esta variável foi calculada com o peso final de 100% das aves divididos pelo número de aves abatidas.

Mortalidade (M) - esta variável foi calculada pela mortalidade diária das aves levando em consideração o número de aves alojadas menos as aves que foram abatidas.

Conversão Alimentar (CA) - foi calculada a partir do consumo total de ração das aves por unidade experimental, dividido pelo peso total das aves por unidade experimental.

Índice de eficiência produtiva (IEP) é um parâmetro muito utilizado na avicultura, é calculado levando em consideração a Idade de abate, peso final à mortalidade e o fator de maior peso à conversão alimentar, é obtido por meio da seguinte fórmula:

$$\text{IEP} = \frac{\text{Ganho de peso diário (kg)} \times \text{Viabilidade (\%)}}{\text{Conversão Alimentar}} \times 100$$

Ganho de Peso Diário (GPD) – calculado pelo produto da divisão do peso médio do lote em pela sua idade, em dias.

Consumo de Ração por Ave (CRA) - foi calculado pelo consumo total de ração total por unidade experimental dividido pelo número final de aves por unidade experimental.

Consumo de Água por Ave (CAg) - foi calculado pelo consumo total de água em litros por unidade experimental, dividido pelo número final de aves. Todos os galpões foram equipados com Hidrômetro no qual foi realizada a medição semanal do consumo de água desde o alojamento até o abate.

Viabilidade (V) – foi calculado pelo número final de aves, menos o número inicial, sendo avaliado individualmente cada unidade experimental.

Custo Final por Kilo grama (CFKg), - incluíram os custos totais de produção (pintos de um dia, ração, medicamentos, mão de obra, energia elétrica, medicamentos) sendo fechado no momento que as aves foram retiradas dos aviários.

3. 6 Avaliação dos resultados

As temperaturas (amplitudes térmicas) foram demonstradas em gráficos de acordo com cada período analisado.

As variáveis foram analisadas separadamente, de acordo com o período de produção (verão e inverno).

Os parâmetros avaliados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($P > 0,05$), com a utilização do pacote computacional ASSISTAT, versão 7.7 (2017).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Resultados referentes às variáveis climáticas

Os dados referentes às temperaturas do ar no interior dos galpões, em ambos os períodos de coleta, verão e inverno, encontram-se nas Figuras 5-10, onde são apresentados o monitoramento diário durante todo o ciclo produtivo.

Nas duas primeiras semanas de idade das aves, em ambas as estações do ano, foram observadas discretas variações nas amplitudes térmicas dentro da zona de conforto térmico animal, em todos os três sistemas de produção pesquisados (Figuras 5-10).

De um modo geral, verificou-se que as condições climáticas apresentadas no interior dos galpões escuros foram satisfatórias para o desenvolvimento do lote, durante ambos os períodos de coleta de dados (Figuras 5 e 8), uma vez que estiveram dentro da zona de conforto térmico para a idade do lote.

Na comparação entre os sistemas de produção, durante o período de verão, verificou-se que os galpões convencionais mostraram maior amplitude térmica, a partir do 14º dia de idade (Figuras 7 e 10).

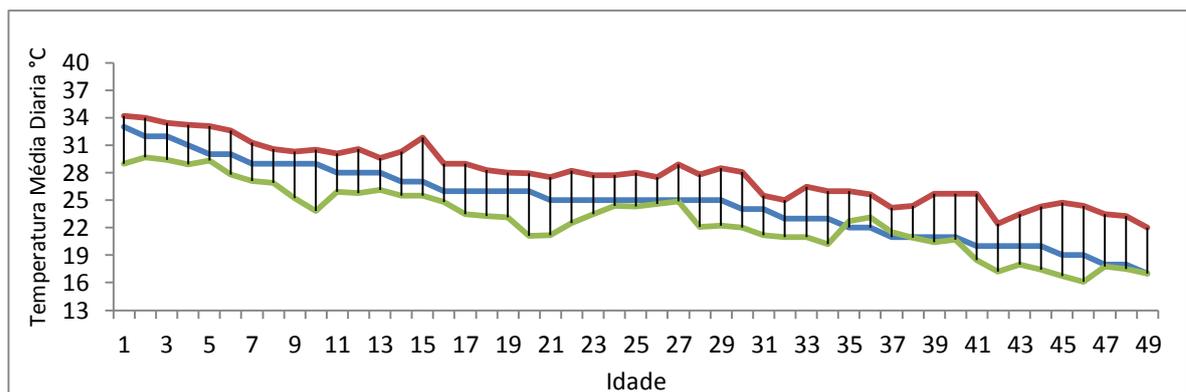


Figura 5 - Amplitude térmica no interior de um galpão escuro, no período de verão. Linha azul - temperatura Ideal, linha verde - temperatura mínima, linha vermelha - temperatura máxima.

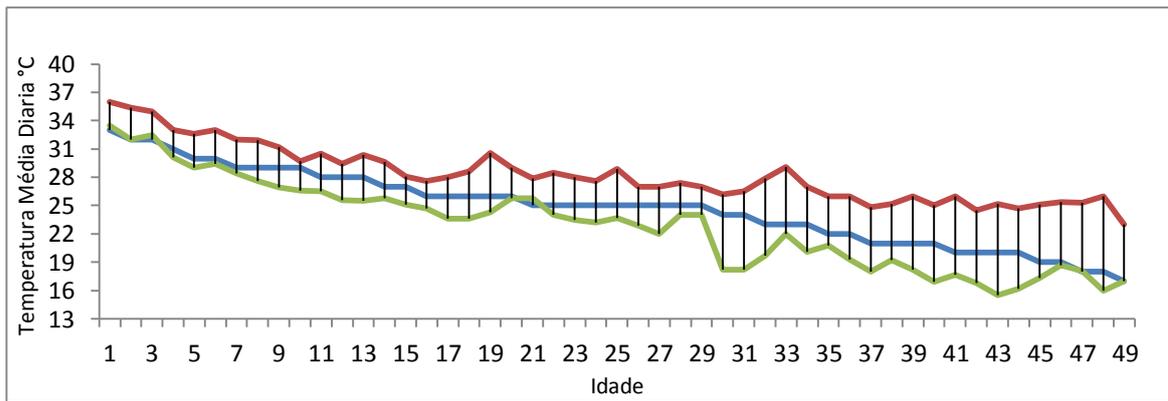


Figura 6 – Amplitude térmica no interior de um com galpão semiclimatizado no período de verão. Linha azul - temperatura Ideal, linha verde - temperatura mínima, linha vermelha - temperatura máxima.

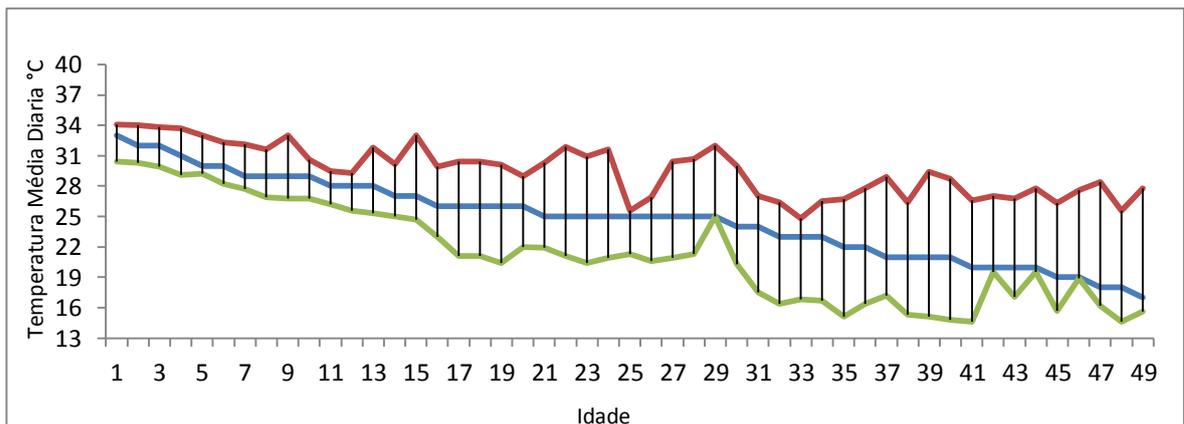


Figura 7 – Amplitude térmica no interior de um com galpão convencional no período de verão. Linha azul - temperatura Ideal, linha verde - temperatura mínima, linha vermelha - temperatura máxima.

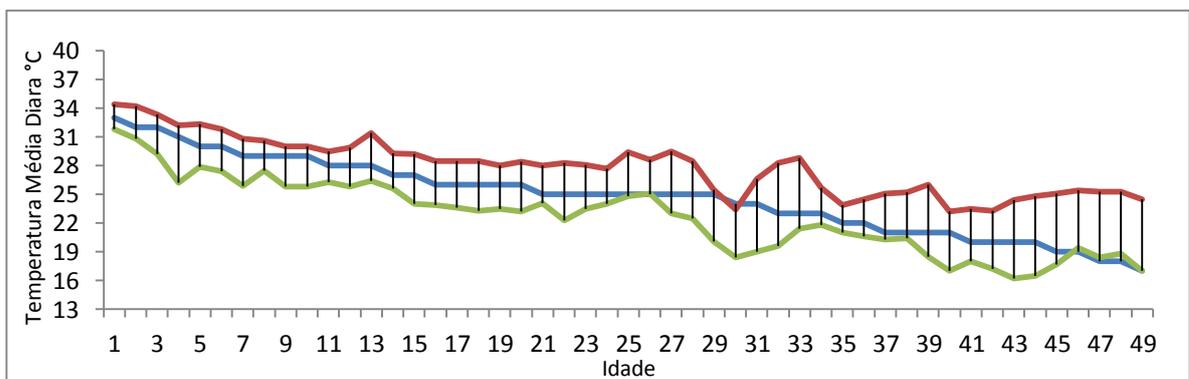


Figura 8 – Amplitude térmica no interior de um galpão escuro, no período de inverno.

Linha azul - temperatura Ideal, linha verde - temperatura mínima, linha vermelha - temperatura máxima.

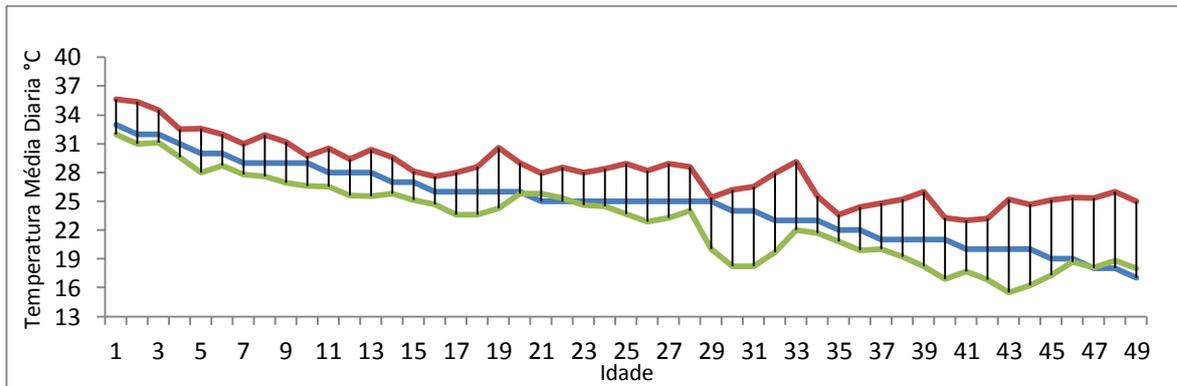


Figura 9 – Amplitude térmica no interior de um galpão semiclimatizado no período de inverno. Linha azul - temperatura Ideal, linha verde - temperatura mínima, linha vermelha - temperatura máxima.

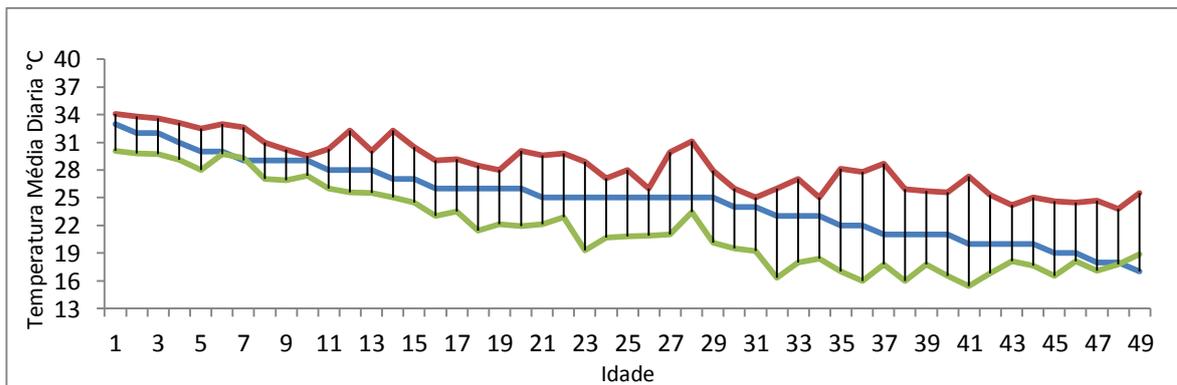


Figura 10 – Amplitude térmica no interior de um galpão convencional no período de inverno. Linha azul - temperatura Ideal, linha verde - temperatura mínima, linha vermelha - temperatura máxima.

4.2 Resultados referentes aos indicadores de bem-estar de animais confinados

Nas Tabelas 2 e 3, encontram-se os resultados de consumo de água por ave (Cag), consumo de ração por ave (CRA), ganho de peso diário (GPD), peso final (PF) e mortalidade, obtidos nos períodos de verão e de inverno.

Em ambos os períodos de coleta, houve efeito significativo ($P < 0,05$) do sistema de produção sobre todas as variáveis estudadas. Entretanto, as diferenças entre os sistemas de produção foram exacerbadas no verão, mais especificamente nos galpões com sistema de ventilação positiva (convencional). Nesses aviários, durante o verão, houve uma queda de 6-7% no consumo de ração, no ganho de peso diário e no peso final com concomitante elevação no consumo de água comparado com o inverno (Tabelas 2 e 3). Ávila (2007) relatou que o valor de referência para consumo de água na produção de frangos é de três litros de água por quilo de ração consumida. Entretanto, os níveis de consumo de água podem ser influenciados pelo ambiente térmico (MANNING et al., 2007).

TABELA 2 – Resultados dos indicadores de bem-estar de animais confinados no verão

Variáveis	Tratamentos média \pm desvio padrão			CV (%)
	GE	GSC	GC	
CRA kg	5652,39 \pm 61,43 a	5303,01 \pm 31,40 b	5272,313 \pm 133 b	1,6
CAG l	9,8436 \pm 0,059 c	9,9576 \pm 0,066 b	10,1652 \pm 0,027 a	0,54
PF kg	3103,60 \pm 22,58 a	2953,00 \pm 13,56 b	2842,00 \pm 21,26 c	0,66
ML %	3,846 \pm 1,035 a	4,476 \pm 0,478 a	2,542 \pm 0,155 b	18,35
GPD gr	63.816 \pm 0,165 a	61.694 \pm 0,186 b	58.198 \pm 0,43 c	0,47

*As médias seguidas pela mesma letra dentro da mesma linha não diferem estatisticamente entre si ($P < 0,05$).

Galpão Escuro (GE), Galpão Semiclimatizado (GSC), Galpão Convencional (GC), Coeficiente de Variação (CV %), Consumo de Ração por Ave em quilogramas (CRA kg), Consumo de Água por Ave em litros (CAG l), Peso Final em quilogramas (PF kg), Mortalidade em porcentagem (ML %) e Ganho de Peso Diário em gramas (GPD gr).

TABELA 3 – Resultados dos indicadores de bem-estar de animais confinados no inverno

Variáveis	Tratamentos média ± desvio padrão			CV (%)
	GE	GSC	GC	
CRA kg	5535,49 ± 76,22 a	5501,44 ± 216 a	5552,99 ± 150 a	2,86
CAG l	9,482 ± 0,06 c	9,641 ± 0,115 b	9,826 ± 0,06 a	0,86
PF kg	3083,40 ± 25,20 a	2981,00 ± 69,8 b	3018,60 ± 52,83 ab	1,75
ML %	3,212 ± 0,77 a	4,154 ± 1,014 a	3,260 ± 0,75 a	24,12
GPD gr	64,042 ± 0,44 a	61,28 ± 1,44 b	62,06 ± 0,696 b	1,54

*As médias seguidas pela mesma letra dentro da mesma linha não diferem estatisticamente entre si ($P < 0,05$).

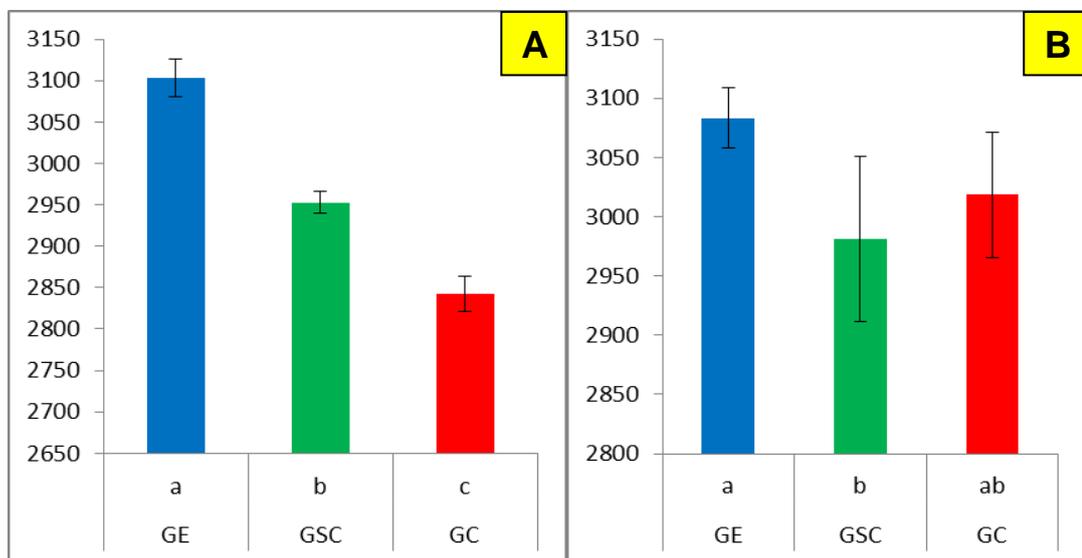
Galpão Escuro (GE), Galpão Semi-climatizado (GSC), Galpão Convencional (GC), Coeficiente de Variação (CV %), Consumo de Ração por Ave em quilogramas (CRA kg), Consumo de Água por Ave em litros (CAG l), Peso Final em quilogramas (PF kg), Mortalidade em porcentagem (ML %) e Ganho de Peso Diário em gramas (GPD gr).

Comparando o sistema semiclimatizado (blue house) com o convencional, verificou-se que houve diferença significativa entre eles ($P < 0,05$), principalmente no verão, para as variáveis, GPD, PF, ML e CAG ($P < 0,05$). No sistema convencional, verificou-se um menor GPD, PF, e ML comparado com o semiclimatizado ($P < 0,05$). Entre esses dois sistemas de produção, não houve diferença significativa para o CRA ração ($P > 0,05$), em ambos os períodos de coleta. Especificamente no inverno, esses sistemas de produção também tiveram resultados semelhantes ($P > 0,05$) para GPD, PF e ML. Em ambas as estações do ano, esses dois sistemas de produção diferiram significativamente no CAG, tendo o sistema convencional o maior valor ($P < 0,05$). Segundo Amaral (2011), em sistemas convencionais, as aves acometidas de estresse por calor apresentam um menor CRA comparadas a aves criadas em ambientes termoneutro. Isso justifica a diferença de CRA neste sistema de produção, quando se compara períodos de inverno e de verão.

A comparação entre os sistemas intensivos de produção (convencionais, semiclimatizados e galpão escuro) em diferentes estações do ano é a busca pelo conhecimento do ambiente mais adequado à produção de frangos nas condições ambientais brasileiras. Segundo o NRC (2003), o ambiente mais adequado para as aves é aquele que gera a menor demanda de nutrientes.

Em ambos os períodos do ano, constatou-se que os galpões escuros apresentaram os melhores indicadores de sustentabilidade ligados ao uso racional de matérias-primas, foram obtidos nos galpões escuros (Tabelas 2 e 3). Dentre esses resultados, destacam-se o PF e o GPD diário que tiveram os maiores valores aliados a um menor CAg. O CRA foi semelhante aos demais sistemas, em condições de inverno, e no verão, provavelmente esses resultados são consequências da manutenção do conforto térmico do lote propiciado por esse tipo de aviário durante todo ciclo produtivo, como visualizado no gráfico 1.

Gráfico 01 – Peso final das aves nas diferentes estações do ano.



Galpão Escuro (GE), Galpão Semiclimatizado (GSC), Galpão Convencional (GC), gráfico A - verão, gráfico B - inverno.

Resultados similares também foram verificados por Rovaris et al. (2014), em que se verificaram melhores resultados para ganho de peso corporal aos 42 dias, ganho de peso diário e menor conversão alimentar em aviários escuros comparados com os de Sistema Convencional.

Quanto à taxa de mortalidade e viabilidade, observou-se que no inverno, não houve diferença significativa entre os sistemas de produção ($P > 0,05$). Mas no verão, os galpões escuros e os semiclimatizados tiveram maior taxa de mortalidade e menor taxa de viabilidade, comparados com o galpão convencional ($P < 0,05$). Corroborando com os estudos conduzidos por Chou et al. (2004), que verificaram menores taxas de mortalidade em galpões com manejo de cortinas (1,30%)

comparado com os de pressão negativa (1,42%). Provavelmente, esse efeito esteja relacionado ao rápido desenvolvimento dos animais mantidos nesses sistemas de produção, visualizado na Tabela 3. Pois, embora tivessem a mesma densidade populacional, de 14,5 aves/m², o ganho de peso diário foi diferente entre eles (Tabela 3), mesmo tendo um melhor conforto térmico acelerado o ganho de, pode levar a uma maior incidência de morte súbita.

Em geral, as densidades de alojamento são maiores em galpões escuros, quando comparado ao sistema convencional, com resultados de 40,0 kg/m² e 27,6 kg/m², respectivamente (FEDERICI, 2012). E que uma maior intensificação da criação, proposta por sistemas totalmente controlados como o galpão escuro, pode trazer prejuízos ao bem-estar das aves, levando a uma maior mortalidade. Estudos demonstram que uma densidade populacional superior a 25 quilogramas por metro quadrado pode restringir o movimento das aves e provocar pododermatites, lesões nas patas, bolhas de ar no peito, restrições comportamentais e elevar as taxas de mortalidade (OLIVEIRA, 2006). Sabe-se também que altas densidades nos aviários estão relacionadas com uma maior ocorrência de síndromes de morte súbita (BARBOSA, 2014).

Para monitorar o estado de bem-estar nos aviários, o setor avícolageralmente utiliza os indicadores como a taxa de mortalidade e morbidade, entre outros índices. Visando melhorar esse monitoramento poderiam ser agregadas informações como os de consumos de água e de alimentos, além do ganho de peso (MANNING et al., 2007). Nesse cenário, o consumo de água deveria ser utilizado como um indicador térmico e sanitário de desempenho animal, pois possibilita o monitoramento do desenvolvimento do lote quanto à saúde e bem-estar animal (MANNING et al., 2007).

4.3 Resultados referentes aos indicadores da sustentabilidade econômica e ambiental na produção de frangos de corte

Nas Tabelas 4 e 5, encontram-se os resultados obtidos no período de inverno e de verão. Houve efeito significativo ($P < 0,05$) do sistema de produção sobre as variáveis, consumo de água por ave (CAg), conversão alimentar corrigida (CAC),

viabilidade (V), índice de eficiência produtiva (IEP), e custo por quilograma de ave (CFKg).

Tabela 4 – Resultados dos indicadores de ecoeficiência em sistemas intensivos no verão

Variáveis	Tratamentos média ± desvio padrão			CV (%)
	GE	GSC	GC	
C Ag l	9,8436 ± 0,059 c	9,9576 ± 0,066 b	10,1652 ± 0,027 a	0,54
VI %	96,14 ± 1,035 b	95,14 ± 0,478 b	97,45 ± a 0,155	0,69
CAC	1,6470 ± 0,003 b	1,6650 ± 0,049 b	1,7576 ± 0,04 a	1,75
IEP	336,84 ± 3,96 a	328,14 ± 2,32 b	305,68 ± 6,139 c	1,35
CFKg R\$	2,7190 ± 0,0029 c	2,7456 ± 0,003 b	2,7744 ± 0,02 a	0,13

*As médias seguidas pela mesma letra dentro da mesma linha não diferem estatisticamente entre si (P<0,05).

Galpão Escuro (GE), Galpão Semiclimatizado (GSC), Galpão Convencional (GC), Coeficiente de Variação (CV %), Consumo de Água por Ave em litros (C Ag l), Viabilidade em porcentagem (VI %), Conversão Alimentar Corrigida (CAC), Índice de Eficiência Produtiva (IEP), e Custo Final por quilograma em Reais (CFKg R\$).

Tabela 5 – Resultados dos indicadores de ecoeficiência em sistemas intensivos no inverno.

Variáveis	Tratamentos			CV (%)
	GE	GPN	GPP	
C Ag l	9,482 ± 0,06 c	9,641 ± 0,115 b	9,826 ± 0,06 a	0,86
VI %	96,78 ± 0,77 a	95,84 ± 1,014 a	96,74 ± 0,75 a	0,89
CAC	1,6288 ± 0,01 b	1,7064 ± 0,015 a	1,6924 ± 0,02 a	0,91
IEP	345,3 ± 5,34 a	318,48 ± 4,038 b	326,46 ± 5,75 b	1,54
CFKg R\$	2,6558 ± 0,01 b	2,7318 ± 0,011 a	2,7374 ± 0,2 a	0,51

*As médias seguidas pela mesma letra dentro da mesma linha não diferem estatisticamente entre si (P<0,05).

Galpão Escuro (GE), Galpão Semiclimatizado (GSC), Galpão Convencional (GC), Coeficiente de Variação (CV %), Consumo de Água por Ave em litros (C Ag l), Viabilidade em porcentagem (VI %),

Conversão Alimentar Corrigida (CAC), Índice de Eficiência Produtiva (IEP), e Custo Final por quilograma em Reais (CFKg R\$).

Em ambos os períodos de coleta, o galpão escuro se diferenciou dos demais apresentando os melhores indicadores de sustentabilidade econômica e ambiental vistos por meio da redução do consumo de água (Tabelas 2 e 3), da CAC (Tabelas 4 e 5), CFKg de ave (Tabelas 4 e 5) e acréscimo no IEP (Tabelas 4 e 5). O galpão semiclimatizado comparou-se com o galpão escuro (climatizado) apenas na CAC ($P>0,05$).

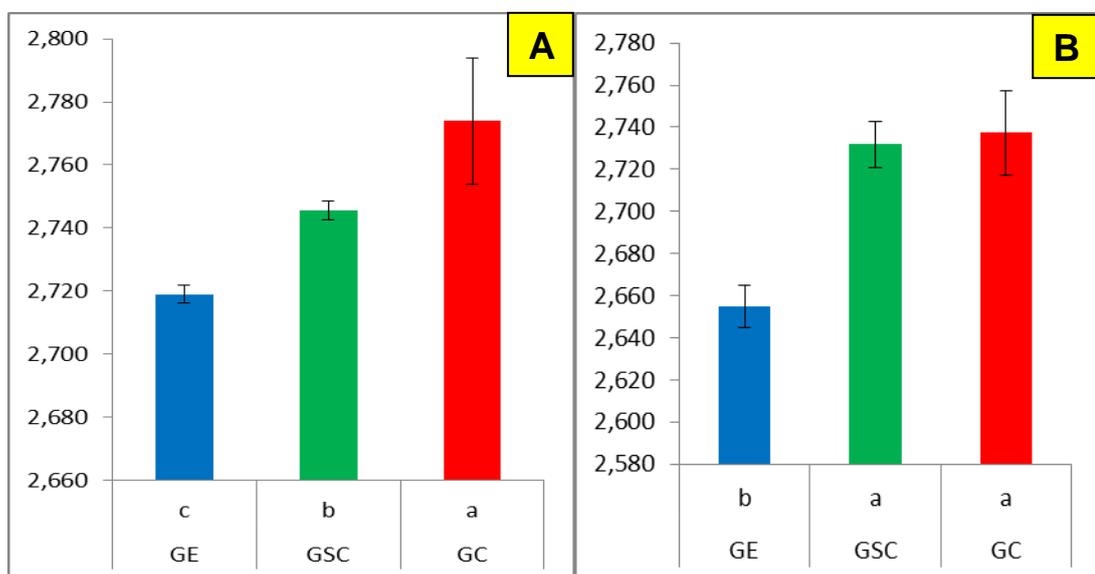
Comparando o galpão semiclimatizado com o convencional, verificou-se que houve diferença significativa entre eles ($P<0,05$). No sistema convencional, verificou-se um menor IEP comparado com o semiclimatizado ($P<0,05$). Concomitantemente nesse mesmo período de coleta, o sistema convencional resultou em uma maior CAC e um maior CFKg ($P<0,05$). Entretanto, no inverno, esses sistemas de produção tiveram resultados semelhantes ($P>0,05$) para CAC, IEP, CFKg. Em ambas as estações do ano, esses dois sistemas de produção diferiram significativamente no CAg, tendo o sistema convencional o maior valor ($P<0,05$). De acordo com estudos realizados por Penz (2003), o consumo de água de frangos aumenta em 7% para cada grau centígrado acima de temperatura ideal, ocorrendo também a diminuição da ingestão de alimento. E que, frangos mantidos em ambiente termoneutros têm um consumo de água diário correspondente a 4% de seu peso corporal. Entretanto, quando submetidos a elevadas temperaturas, esse valor sobe para 6% de seu peso corporal.

Esses resultados corroboram estudos realizados por Rovaris et al. (2012), que obtiveram os melhores índices de ganho de peso diário e conversão alimentar em frangos de corte criados em aviários “Dark House”, em comparação aos criados em aviários convencionais. Bichara (2009), avaliando o desempenho de frangos criados em três tipos de galpões (convencionais, blue house e dark house) no Estado de São Paulo, também verificou melhor conversão alimentar no sistema Dark House. O mesmo havia sido reportado por Gallo (2009).

Independentemente da estação do ano, verificou-se que as aves alojadas no galpão escuro tiveram, em comparação com os demais sistemas, um maior ganho de peso aliado a uma melhor conversão alimentar, justificando um menor custo de produção por quilograma de ave (Gráfico 02), que foi de U\$ 0,020 no período de

inverno e U\$ 0,015 no verão. Analisando que em um galpão são alojados 35.000 aves, com peso de abate em torno de três (3) quilos, a diferença no custo de produção por lote pode chegar a U\$ 2.100,00 no inverno e U\$1.575,00 no verão. Considerando seis alojamentos/galpão/ano, essa economia poderá atingir em média, U\$ 11.000,00, justificando a implantação do sistema Dark House, que pode ter um valor de até 60% superior aos galpões convencionais.

Gráfico 02 – Custo de produção por quilograma de frango vivo em R\$ nas diferentes estações do ano.



Galpão Escuro (GE), Galpão Semiclimatizado (GSC), Galpão Convencional (GC), gráfico A - verão, gráfico B - inverno.

Em face às mudanças climáticas e suas consequências como as graves crises hídricas e a escassez de recursos naturais, os sistemas de produção animal precisam utilizar ferramentas e/ou estratégias que visam à economicidade de recursos naturais respeitando. Por exemplo, avaliar o consumo de água e de ração. Os resultados desta pesquisa revelaram que os animais alojados nos galpões escuros tiveram um menor consumo de água, sendo de 3,172 e 3,075 litros de água por kg de peso no verão e inverno, respectivamente. Por outro lado, os frangos alojados nos galpões convencionais consumiram no verão cerca de 3,576 litros de água por Kg de peso e 3,255 litros de água por Kg de peso, no período de inverno, alcançando uma economia média de até 12% no consumo de água por kg de ave produzido.

4. CONCLUSÕES

- * O Sistema Dark House apresentou os melhores indicadores de sustentabilidade econômica e ambiental por meio da redução do consumo de água e do custo por quilograma de ave aliado a uma melhoria na taxa de conversão alimentar e no Índice de Eficiência Produtiva;
- * O Sistema semiclimatizado comparou-se com o Sistema Dark House apenas na conversão alimentar;
- * O Sistema convencional mostrou maior consumo de água, a pior taxa de conversão alimentar, maior custo por quilograma de ave e o menor Índice de Eficiência Produtiva;
- * No verão, as diferenças entre os sistemas de produção se exacerbam em função das amplitudes térmicas.
- * Em resumo, verifica-se que há uma carência de comparações do impacto dos sistemas de avicultura de corte do Brasil na sustentabilidade ambiental. Estes estudos são ferramentas importantes para tomada de decisão na redução dos danos ambientais da produção animal.

5. REFERÊNCIAS

- ABREU, P. A.; ABREU, V. M. N. Ventilação na avicultura de corte. **EMBRAPA**. Concórdia, SC, 2000.
- ABREU, V. M. N.; ABREU, Paulo Giovanni, Os desafios da ambiência sobre os sistemas de aves no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.1-14, 2011.
- AMARAL, A.G. et al. Efeito do ambiente de produção sobre frangos de corte sexados criados em galpão comercial, **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, vol.63, n.3, Belo Horizonte, 2011.
- AVES. Perfil da avicultura capixaba 2015/2016, **AVES, Associação dos avicultores do estado do Espírito Santo**, 2016.
- AVILA, V.S. **Boas Práticas de Produção de Frangos**, Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2007, 28p. (Embrapa Suínos e Aves. Circular técnica 51).
- BOIAGO, M. M. Desempenho de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes fontes de selênio, zinco e manganês, criados sob condições de estresse térmico, **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.65, n.1, p.241-247, 2013.
- BARBOSA, T. M. et al. A importância da água na avicultura. **PUBVET**, Londrina, V. 8, N. 19, Ed.268, Art. 1785, Outubro, 2014.
- BICHARA, T.; Aviário azul e dark-house para frangos de corte -Desenvolvendo novos conceitos para aviários pressão negativa. **X Simpósio Brasil Sul de Avicultura e I Brasil Sul Poultr Fair**. Chapecó, 2009.
- BUENO, L.; ROSSI, L. A.: Comparação entre tecnologias de climatização para produção de frangos quanto à energia, ambiência e produtividade. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.10, n.2, p.497-504, 2006.
- CARDOZO, N. R. et al. Qualidade da água de granjas de postura comercial da região Sul de Santa Catarina em relação ao Ofício Circular Conjunto DFIP/DSA nº 1/2008, **Arquivo do Instituto Biológico**, vol.82, São Paulo, 2015.
- CAMPOS, A. T. et al, Estudo do potencial de redução da temperatura do ar por meio do sistema de resfriamento adiabático evaporativo na região de Maringá, Estado do Paraná, **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 24, n. 5, p. 1575-1581, 2002.
- CARVALHO, G. B.. et al., Comportamento de frangos de corte criados em condições de estresse térmico alimentados com dietas contendo diferentes níveis de selênio, **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.14, n.4, p.785-797, 2013.

CARVALHO, T. M. R. et al., Qualidade da cama e do ar em diferentes condições de alojamento de frangos de corte, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.4, p.351-361, 2011.

CASTILHO, V.A.R. et al. Bem-estar de galinhas poedeiras em diferentes densidades de alojamento, **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**, v. 9, n. 2, p.122-131, 2015.

CHOU, C. C.; JIANG, D. D.; HUNG, Y. P.. 2004. Risk factors for cumulative mortality in broiler chicken flocks in the first week of life in Taiwan. **British Poultry Science**. 45:573–577.

COBB, **Manual de Manejo de Frangos de Corte**, cobb-vantress.com, 2008.

CORDEIRO, M.B. et al. Conforto térmico e desempenho de pintos de corte submetidos a diferentes sistemas de aquecimento no período de inverno. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.1, p.217-224, 2010.

EMBRAPA, Agência Embrapa de Informação Tecnologia, **AGEITEC**, 2017.

FAO. **Livestock's long shadow: environmental issues and options**. 2006.

FEDERICI, J. F. **Bem-estar de frangos de corte no Brasil e Bélgica: avaliação e impacto nas relações de comércio internacional**. 115 f. Dissertação (Ciências Veterinárias) UFPR, Curitiba, 2012.

FURLAN, R. L. Influência da temperatura na produção de Frangos de corte. **VII Simpósio Brasil Sul de Avicultura**, Chapecó, SC, Brasil, 04 a 06 de abril de 2006.

FURTADO, D. A. et al. Efeitos de diferentes sistemas de acondicionamento ambiente sobre o desempenho produtivo de frangos de corte. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.10, n.2, p.484–489, 2006.

GALLO, B. B. Dark House: manejo x desempenho frente ao sistema tradicional. In: SIMPÓSIO BRASIL SUL DE AVICULTURA, 10, 2009, Chapecó, SC. **Anais do X Simpósio Brasil Sul de Avicultura e I Brasil Sul Poultry Fair**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2009.

LANA, G. R. Q. et al. Efeito da Temperatura Ambiente e da Restrição Alimentar sobre o Desempenho e a Composição da Carcaça de Frangos de Corte, **Revista brasileira de zootecnia**, v.29, n.4 p.1117-1123, 2000.

LEINONEN, I. et al. Predicting the environmental impacts of chicken systems in the United Kingdom through a life cycle assessment. **Poultry Science**, v. 91, n. 1, p. 8-25, 2012.

LIN, H.; HAO, H.C.; BUYSE, J. and DECUYPERE, E. Strategies for preventing heat stress in poultry. **Poultry Science**, v.65. p.71-95.2006

KRABBE, E.; ROMANI, A. Importância da qualidade e do manejo da água na produção de frangos de corte, **XIV Simpósio Brasil Sul de Avicultura e V Brasil Sul Poultry Fair**, Chapecó, SC – Brasil, 2013.

MAHMUD, K., G. MARIETHOZ, J. CAERS, P. TAHMASEBI, and A. Baker Simulation of Earth textures by conditional image quilting, **Water Resour. Res.**, 50, 3088–3107, 2014

MAHMUD, A. et al. Effect of diferente light regimens on performance of broilers. **The Journal of Animal & Plant Science**, v. 21, n. 1, p: 104-106, 2011.

MANNING, L.; CHADD, S.A.; BAINES, R.N. 2007. Key health and welfare indicators for broiler production. **Poultry Science**, vol. 63, p. 63-68, 2007.

MAZZUCO, H. Ações sustentáveis na produção de ovos. **Revista Brasileira de Zootecnia.**, Viçosa , v. 37, p. 230-238, July 2008 .

MENDES, A.A.; PATRÍCIO, I.S. Controles, registros e avaliação do desempenho de frangos de corte. In: MENDES, A.A.; NÃÃS, I.A.; MACARI, M. **Produção de frangos de corte**. Campinas: FACTA, 2004. p.328.

MENEGALI, I. et al. Ambiente térmico e concentração de gases em instalações para frangos de corte no período de aquecimento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, p.984–990, 2009.

MENEGALI, I. et al. Comportamento de variáveis climáticas em sistemas de ventilação mínima para produção de pintos de corte, **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.1, p.106–113, 2013.

NASCIMENTO, G. R. et al. Termografia infravermelho na estimativa de conforto térmico de frangos de corte, **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n.6, p.658–663, 2014.

NASCIMENTO, E.P. Trajetória da sustentabilidade: do ambiental ao social, do social ao econômico. **Estudos avançados**, v. 26, n. 74, 2012.

NAZARENO, A. C. et al., Avaliação do conforto térmico e desempenho de frangos de corte sob regime de produção diferenciado, **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v.13, n.6, p.802–808, 2009.

NOWICKI, R. et al. Desempenho de frangos de corte criados em aviários convencionais e escuros. **Arquivo de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR**, Umuarama, v. 14, n. 1, p. 25-28, jan./jun. 2011.

NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 2003. **Air Emissions from Animal Feeding Operations: Current Knowledge, Future Needs**. Natl. Acad. Press. Washington, DC.0.

OBA, Alexandre et al. Características produtivas e imunológicas de frangos de corte submetidos a dietas suplementadas com cromo, criados sob diferentes condições de

Ambiente, **Revista brasileira de zootecnia**, v.41, n.5, p.1186-1192, 2012.

OLIVEIRA, K. V. et al. Sistema dark house de produção de frangos de corte: uma revisão, Anais Eletrônico, **VII Mostra Interna de Trabalhos de Iniciação Científica**, UNICESUMAR – Centro Universitário de Maringá, Maringá, 2014.

OLIVEIRA, R. F. M. et al. Efeitos da temperatura e da umidade relativa sobre o desempenho e o rendimento de cortes nobres de frangos de corte de 1 a 49 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.797-803, 2006.

PELLETIER, N. Environmental performance in the US broiler poultry sector: Life cycle energy use and greenhouse gas, ozone depleting, acidifying and eutrophying emissions. **Agricultural Systems**, v. 98, n. 2, p. 67-73, set. 2008.

PENZ, A. M. J. importância da água na produção de frangos de corte, **IV Simpósio Brasil Sul de avicultura, Chapecó**, SC, 2003.

RODRIGUES, W. O. P. et al. Evolução da avicultura de corte no Brasil. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v.10, n.18; 2014.

ROVARIS, E. et al. Desempenho de frangos de corte criados em aviários dark house versus convencional. **PUBVET**, Londrina, V. 8, N. 18, Ed. 267, Art. 1778, Setembro, 2014.

ROVARIS, E.; CORRÊA, G. S. S.; CORRÊA, B. A.; LUNA, U. V. Avaliação da conversão alimentar e do ganho médio de peso diário de frangos de corte em dois sistemas de produção – dark house e convencional. **XXII Congresso brasileiro de zootecnia**. Cuiabá, 2012.

SILVA, M. A. N.; FILHO, J. A. D. B.; SILVA, C. J. M. *et al.* Avaliação do estresse térmico em condição simulada de transporte de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.1126-1130, 2007.

SILVA, R.G. **Biofísica ambiental – os animais e seu ambiente**. Jaboticabal: Funep, 386p., 2008.

SILVA, Elisson Gomes da et al. Variabilidade espacial das características ambientais e peso de frangos de corte em galpão de ventilação negativa, **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.14, n.1, p.132-141, 2013.

TINOCO, I. F. F. Avicultura industrial: novos conceitos demateriais, concepções e técnicas construtivas disponíveis para galpões avícolas brasileiros. **Revista Brasileira de Ciência Avícola, Campinas**, v. 3, n. 1, 2001.

TURCO, J.E.P.; FERREIRA, L.F.S.A.; FURLAN, R.L. Consumo e custo de energia elétrica em equipamentos utilizados em galpão de frangos de corte. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.6, n.3, p.519-522, 2002.

TAVARES, G. F.; SCHIASSI, L. Modelagem fuzzy como ferramenta para predição do ganho de peso diário para frangos de corte, **Animal Behaviour and Biometeorology**, v.4, n.2, p.32-38, 2016.

UBA, União Brasileira de Avicultura, **Protocolo de Bem-Estar para Frangos e Perus**, 2008.

VIEITES, F. M. et al. Desempenho, rendimento de carcaça e cortes nobres de frangos de corte alimentados com rações suplementadas com *Solanum glaucophyllum*, **Seminário de Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 3, p. 1617-1626, Londrina, 2014.

VIGODERIS, R. B. et al. Avaliação do uso de ventilação mínima em galpões avícolas e de sua influência no desempenho de aves de corte no período de inverno. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.6, p.1381-1386, 2010

WATHES, C. M. Engineering Livestock Housing – Successes, Failures and Opportunities. In: International Symposium of the CIGR- New trends in Farm Buildings, 2004, Évora. **Proceedings...** International Symposium of the CIGR- New trends in Farm Buildings. Évora-Portugal: Universidade de Évora, v. 1, p. 1-6, 2004.

WELKER, J. S.; ROSA, A. P.; MOURA, D. J.: Temperatura corporal de frangos de corte em diferentes sistemas de climatização. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.8, p.1463-1467, 2008.

WILLIAMS, A. G.; SANDARS, D. L. **Determining the environmental burdens and resources use in the production of agricultural and horticultural commodities**. Reino Unido: 2006.