

**UNIVERSIDADE BRASIL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO ANIMAL
CAMPUS DE DESCALVADO**

CRISTHIANO FERREIRA CALDERARO

**ÍNDICES DE CONFORTO TÉRMICO EM AVES DE PRODUÇÃO – REVISÃO
SISTEMÁTICA**

THERMAL COMFORT INDEX IN POULTRY FARMING - A SYSTEMATIC REVIEW

Descalvado – SP

2021

CRISTHIANO FERREIRA CALDERARO

ÍNDICES DE CONFORTO TÉRMICO EM AVES DE PRODUÇÃO – REVISÃO
SISTEMÁTICA

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Produção Animal da Universidade Brasil, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Mestre em Produção Animal.

Orientadora: Profa. Dra. Sarah Sgavioli

Coorientador: Prof. Dr. Luiz Arthur Malta Pereira

Descalvado – SP
2021

Calderaro, Cristhiano Ferreira
C152i Índices de conforto térmico em aves de produção:
revisão sistemática /
Cristhiano Ferreira Calderaro. – Descalvado:
Universidade Brasil, 2021.
93 f. : il. ; 29,5cm.

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa
de Pós-Graduação em Produção Animal da Universidade Brasil, como
parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Mestre em
Produção Animal.

Orientadora: Profa. Dra. Sarah Sgavioli.
Coorientador: Profº Dr. Luiz Arthur Malta Pereira.

1. Ambiência. 2. Conforto térmico. 3. Frangos de
corte. 4. Matrizes.
5. Poedeiras. I. Título.

CDD 636.5



UNIVERSIDADE
BRASIL

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Cristhiano Ferreira Calderaro

"Índices de conforto térmico em aves – revisão sistemática"

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Produção Animal da Universidade Brasil, pela seguinte banca examinadora

Prof. Dra. Sarah Sgavioli
(Orientador)

Programa de Pós-Graduação em Produção Animal

Prof. Dra. Káthery Brennecke

Programa de Pós-Graduação em Produção Animal

Dr. Evandro Menezes de Oliveira
Universidade Estadual de Maringá – UEM

Descalvado, 27 de agosto de 2021

Prof. Dra. Sarah Sgavioli

Presidente da Banca

Houve alteração do Título: sim (X) não ()

Índices de conforto térmico em aves de produção – revisão sistemática



UNIVERSIDADE
BRASIL

Termo de Autorização

Para Publicação de Dissertações e Teses no Formato Eletrônico na Página WWW do Respectivo Programa da Universidade Brasil e no Banco de Teses da CAPES

Na qualidade de titular(es) dos direitos de autor da publicação, e de acordo com a Portaria CAPES no. 13, de 15 de fevereiro de 2006, autorizo(amos) a Universidade Brasil a disponibilizar através do site <http://universidadebrasil.edu.br/portal/cursos/ppgpa/>, na página do respectivo Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu*, bem como no Banco de Dissertações e Teses da CAPES, através do site <http://bancodeteses.capes.gov.br>, a versão digital do texto integral da Dissertação/Tese abaixo citada, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira.

A utilização do conteúdo deste texto, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, fica condicionada à citação da fonte.

Título do Trabalho: "Índices de conforto térmico em aves – revisão sistemática"

Houve alteração do Título: sim (X) não ()

Índices de conforto térmico em aves de produção – revisão sistemática

Autor(es):

Discente: Cristhiano Ferreira Calderaro

Assinatura: 

Orientador: Profa. Dra. Sarah Sgavioli

Assinatura: 

Data: 27 de agosto de 2021.

Dedico este trabalho em memória de José Edmilson Costa Ferreira (1960-2020), meu tão amado “tio Alemão”. Além de tio, foi um verdadeiro amigo, que sempre torceu e vibrou por minhas conquistas. Sua simplicidade, carisma e sorriso, jamais serão esquecidos.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela saúde e aos meus guias espirituais, pela força e equilíbrio para superar as dificuldades em um período com tantos percalços na minha vida e no mundo.

Aos meus pais, Silvio e Bellynha, pelo incondicional amor, apoio e incentivo em minha jornada.

A minha avó Sezília, por ser um grande exemplo de superação e generosidade.

A minha orientadora, Profa. Sarah Sgavioli, pela compreensão, constante ajuda e ensinamentos.

Agradeço a esta instituição, seus professores e em especial, Letícia e Tamires, graduandas do curso de medicina veterinária, pelo suporte ofertado na execução deste trabalho.

E por fim, a todos familiares, amigos e colegas de profissão, que de alguma forma contribuíram para esse processo de transformação pessoal e profissional.

*“Cada segundo é tempo para mudar
tudo para sempre.”*

Charles Chaplin

RESUMO

O conforto térmico e a ambiência são áreas de estudo que tem por objetivo conceder o bem-estar para os animais, favorecer os índices de desempenho e evitar as perdas de produção. Existem trabalhos que citam índices e variáveis de conforto térmico como sendo ideais para a criação de aves de produção, entretanto não foi encontrado um levantamento destes dados por categorias, tais como frangos de corte, poedeiras comerciais e matrizes. Com base na importância do tema, este trabalho propôs realizar uma revisão sistemática das variáveis ambientais e dos índices de conforto térmico das aves de produção (frangos de corte, poedeiras comerciais e matrizes). Esta revisão sistemática foi realizada por meio de pesquisa e seleção de artigos completos, publicados em periódicos científicos, em três bancos de dados digitais (Scopus, Scielo e PubMed) e de um total de 20.148 registros selecionados, 60 entraram para o banco de dados desta revisão. Os critérios utilizados para a seleção dos artigos foram publicações em periódicos nacionais e internacionais e artigos com dados sobre desempenho e variáveis ambientais ou índices de conforto térmico. A versão completa dos artigos selecionados foi criticamente avaliada quanto à sua qualidade e relevância. Na determinação do banco de dados criados desta revisão, a categoria frango de corte contribuiu com 66,66% dos trabalhos, poedeiras comerciais com 31,66% dos relatórios científicos e matrizes com 1,66%. Na categoria frango de corte e poedeiras comerciais, 80% e 84,21%, perfizeram suas publicações em periódicos internacionais. O parâmetro temperatura do ar foi a variável ambiental mais prevalente nos estudos em todas as categorias. Do total de 60 artigos que entraram para a revisão sistemática, 20% calcularam índices de conforto térmico o que pôde-se concluir que, na linha do tempo considerada neste estudo, os índices de conforto térmico em aves, apesar da crescente evolução de trabalhos com este tema, são ferramentas a serem mais exploradas em estudos pela busca do conforto térmico das aves de produção.

Palavras-chave: Ambiência. Bioclimatologia. Conforto Térmico. Frangos de corte. Matrizes. Poedeiras.

ABSTRACT

The thermal comfort and ambience are subjects of study that aims to achieve animal well-being. There are several studies that cite thermal comfort indexes and variables suitable for poultry breeding, nevertheless, it was not found any survey per category, such as broiler chicken, layer hens and breeders. Considering this issue importance, the present study aimed to elaborate a systematic review on environmental variables and thermal comfort indexes for poultry (broiler chicken, layer hens and broiler breeders). This systematic review was accomplished through search and selection of complete papers published on scientific journals, within three digital data banks (Scopus, Scielo and PubMed) from a total of 20.148 selected papers, just 60 were included at this review data bank. The used criteria for papers selection were publications on national and international journals, and papers containing data regarding performance and environmental variables or thermal comfort indexes. The selected papers complete version was severely evaluated regarding its quality and relevance. In the data bank created for this review, the broiler chicken category contributed with 66.66% of the papers, layer hens appeared in 31.66% of the scientific reports, and broiler breeders in 1.6%. For the broiler chicken and layer hens categories, it was observed presence in 80% of international publications for the earlier, and 84.21% for the later. The temperature parameter was the environmental variable with most occurrence in the studies for all the considered categories. Within the 60 papers analyzed in this systematic review, only 20% of it calculated thermal comfort indexes. This leads us to conclude that, considering this study timeline, thermal comfort indexes for poultry, although present increasing research evolution, are tools that need to be more explored in studies aiming thermal comfort for poultry breeding.

Keywords: Ambience. Bioclimatology. Breeders. Broilers. Laying hens. Thermal Comfort.

DIVULGAÇÃO E TRANSFERÊNCIA DE CONHECIMENTO

Na avicultura comercial, o conforto térmico está relacionado às condições de ambiência das instalações, favorecendo o desempenho e o bem-estar. Por meio da busca e seleção de artigos completos publicados em periódicos científicos este trabalho propôs realizar uma revisão sistemática dos índices de conforto e variáveis relacionadas ao conforto térmico pois não foi encontrada na literatura uma compilação destes dados por categoria de aves de produção (frangos de corte, poedeiras comerciais e matrizes). Verificou-se o perfil e a qualidade dos trabalhos publicados entre os anos de 2000 e 2020, mediante metodologia específica, e descreveu-se o perfil dos tratamentos e características avaliadas nos trabalhos selecionados. Observou-se nos resultados desta revisão que a maioria dos estudos nesta temática são de publicações internacionais, com autores principais internacionais, e a temperatura e umidade são as principais variáveis ambientais estudadas nas categorias de aves avaliadas. Também foi possível concluir que os índices de conforto térmico têm sido alvo de estudos nos últimos anos, entretanto ainda é uma ferramenta com oportunidade de ser mais bem explorada em estudos científicos futuros haja vista sua relevância no controle do conforto térmico das aves de produção.

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1 - Zona de sobrevivência.....	25
Figura 2 - Prisma da seleção dos artigos utilizados na revisão sistemática na categoria frangos de corte	36
Figura 3 - Número de artigos de frangos de corte publicados por ano e que entraram na revisão sistemática durante o período estabelecido.....	37
Figura 4 - Prisma da seleção dos artigos utilizados na revisão sistemática na categoria de poedeiras comerciais.....	61
Figura 5 - Número de artigos de poedeiras comerciais publicados por ano e que entraram na revisão sistemática durante o período estabelecido.....	62
Figura 6 - Prisma da seleção dos artigos utilizados na revisão sistemática na categoria matrizes.....	79

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1 - Artigos utilizados na revisão sistemática de frangos de corte.....	39
Tabela 2 - Tratamentos utilizados (A), número de aves por tratamento (B), tipo de estresse (C), variáveis ambientais e índices de conforto térmico (D) e parâmetros de desempenho (E) avaliados em cada artigo de frangos de corte utilizados na revisão sistemática.....	43
Tabela 3 - Pontuação dos estudos quanto aos critérios estabelecidos e a soma dos pontos.....	58
Tabela 4 – Artigos utilizados na revisão sistemática de poedeiras comerciais.....	64
Tabela 5 - Tratamentos utilizados (A), número de aves por tratamento (B), tipo de estresse (C), variáveis ambientais e índices de conforto térmico (D) e parâmetros de desempenho (E) avaliados em cada artigo de poedeiras comerciais utilizados na revisão sistemática.....	67
Tabela 6 - Pontuação dos estudos quanto aos critérios estabelecidos e soma dos pontos.....	77
Tabela 7 - Artigos utilizados na revisão sistemática de matrizes.....	80
Tabela 8 - Tratamentos utilizados (A), número de aves por tratamento (B), tipo de estresse (C), variáveis ambientais e índices de conforto térmico (D) e parâmetros de desempenho (E) avaliados em cada artigo de matrizes utilizados na revisão sistemática.....	80
Tabela 9 - Pontuação dos estudos quanto aos critérios estabelecidos e soma dos pontos.....	81

LISTA DE ABREVIATURAS

CO ₂	Dióxido de Carbono
CTR	Carga Térmica Radiante
Ea	Pressão Parcial de Vapor de água
H	Entalpia
ITGU	Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade
ITU	Índice de Temperatura e Umidade
ITUV	Índice de Temperatura e Umidade e Velocidade do Vento
Patm	Pressão Parcial de Vapor de Água
pH	Potencial hidrogeniônico
Tbs	Temperatura de bulbo seco
Tbu	Temperatura de bulbo úmido
Tng	Temperatura de globo negro
Tpo	Temperatura de ponto de orvalho
TRM	Temperatura média radiante
UR	Umidade relativa
V	Velocidade do vento
Var	Velocidade do ar

SUMÁRIO

	Página
1 INTRODUÇÃO.....	17
1.1 Justificativa.....	18
2 OBJETIVO.....	18
3 REVISÃO DA LITERATURA.....	18
3.1 O ambiente na produção avícola.....	18
3.2 Homeotermia.....	20
3.3 Mecanismos de troca de calor.....	21
3.4 Termorregulação.....	22
3.5 Zona de conforto térmico.....	24
3.6 Índices de conforto térmico.....	25
3.7 Índice de temperatura e umidade.....	26
3.8 Índice de temperatura do globo negro.....	27
3.9 Índice de temperatura, umidade e velocidade do ar.....	28
3.10 Carga térmica radiante.....	29
3.11 Entalpia.....	30
4 METODOLOGIA.....	31
4.1 Estratégia de busca e seleção dos artigos.....	31
4.1.1 Método PICo para frango de corte.....	33
4.1.2 Método PICo para poedeiras comerciais.....	33
4.1.3 Método PICo para matrizes.....	34
5 RESULTADOS.....	35
5.1 Resultados da pesquisa bibliográfica na categoria frangos de corte....	35
5.2 Descrição do banco de dados na categoria frango de corte.....	37
5.3 Resultados da pesquisa bibliográfica na categoria poedeiras comerciais.....	59
5.4 Descrição do banco de dados na categoria poedeiras comerciais.....	62
5.5 Resultados da pesquisa bibliográfica na categoria matrizes.....	78

5.6 Descrição do banco de dados na categoria matrizes.....	79
6 DISCUSSÃO.....	82
7 CONCLUSÃO.....	85
REFERÊNCIAS.....	86

1 INTRODUÇÃO

No atual modelo de avicultura, a criação de aves de produção está relacionada com a genética, nutrição e ambiente. Nas criações de alta densidade, é necessário prover, por meio do manejo adequado, o conforto térmico as aves, para favorecer o bem-estar, os índices de desempenho, além de oferecer um produto de melhor qualidade ao consumidor (DAMASCENO et al., 2010).

Existem muitos fatores que podem afetar o conforto térmico das aves, o conhecimento destes proporcionam uma base para estabelecer boas práticas de manejo e favorecem a rentabilidade do lote (MACARI e MAIORKA et al., 2017). Estudos demonstraram que o estresse térmico causa redução no desempenho de frangos de corte, onde o calor e a alta umidade, são os principais fatores para essa queda (OBA et al., 2012). No interior de uma instalação avícola quando a temperatura do ar não está dentro dos limites adequados, o ambiente se torna desconfortável à ave, o que causa um maior consumo de energia para manter o organismo em homeotermia (ESMAY e DIXON, 1986).

Segundo Tinôco (2001) as aves trocam calor continuamente com o ambiente, e que essa troca é eficiente se a temperatura ambiente estiver dentro dos níveis ideais. Os mecanismos fisiológicos de perda de calor corporal são ativados dependendo da temperatura ambiente ao redor da ave (MACARI e MAIORKA et al., 2017).

Portanto, o estudo da ambiência na avicultura é de grande importância e envolve variáveis meteorológicas como: temperatura do ar, umidade relativa do ar, velocidade do ar e radiação solar (CÂNDIDO et al., 2016). Para manter um ambiente termicamente controlado, calcula-se alguns índices, com o objetivo de buscar o conforto térmico desses animais. Entre esses índices pode-se citar: Temperatura e Umidade – ITU, Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade – ITGU e o Índice de Temperatura, Umidade e Velocidade do Vento – ITUV (FIORELLI et al., 2010).

Há na literatura atual, estudos que mensuraram as variáveis climáticas, controlando o conforto térmico das aves, como temperatura, umidade relativa, temperatura do bulbo seco e temperatura do globo negro (CASTRO JÚNIOR, 2019; OLIVEIRA JÚNIOR, 2006). Porém, não foram encontrados trabalhos com uma revisão sistemática sobre os índices de conforto térmico. Portanto, é necessário revisar as

informações existentes na literatura, com foco em aves de produção, como frangos de corte, poedeiras comerciais e matrizes.

1.1 JUSTIFICATIVA

Para frangos de corte, é comum encontrar instalações com sistemas de criação abertos (cortinas, ventiladores e aspersores) e fechados (tipo túnel, com cortinas suspensas, painéis de controle, painel evaporativo e exaustores), ambos em busca de uma boa ventilação e condição térmica agradável às aves. Já para poedeiras comerciais e matrizes, as instalações mais comuns são em sistemas abertos, com nenhuma ou pouca automatização, devido a ambiência das instalações, o que pode comprometer o bem-estar, conforto térmico e desempenho produtivo das aves.

Desta forma, torna-se necessário o conhecimento sobre os conceitos que envolvem a ambiência das instalações e dos índices de conforto térmico pois o controle da temperatura ambiente no interior das instalações favorece condições de conforto térmico, sanidade, bem-estar e conseqüentemente, melhora no desempenho produtivo desses animais.

Existem trabalhos que citam índices e variáveis de conforto térmico como sendo ideais para a criação de aves de produção, entretanto não foi encontrado um levantamento destes dados por categorias, tais como frangos de corte, poedeiras comerciais e matrizes.

2 OBJETIVO

Realizar uma revisão sistemática das variáveis ambientais e dos índices de conforto térmico utilizados para aves de produção nas categorias (frangos de corte, poedeiras comerciais e matrizes).

3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 O AMBIENTE NA PRODUÇÃO AVÍCOLA

Em países como o Brasil, os valores de temperatura do ar e umidade relativa do ar são restritivos ao desenvolvimento, produção e reprodução dos animais e a

interação animal e ambiente deve ser considerada quando se busca maior produtividade e o sucesso na atividade avícola (OLIVEIRA et al., 1995). De acordo com Camerini et al. (2016), a temperatura corporal das aves permanece aproximadamente constante quando a temperatura ambiente sobe gradualmente até 33°C. Em se tratando da fase inicial de criação de frango de corte, se a temperatura externa estiver acima de 30 °C a temperatura no interior da instalação não deve exceder 3 °C em relação a temperatura externa e se a temperatura externa estiver abaixo de 10°C, a umidade relativa do ar não deve ultrapassar 70% (MELLUZI e SIRRI, 2008). Para Tinoco (2004), o conforto térmico adequado para frango de corte na fase final de produção é considerado quando a temperatura se encontra entre 15 e 26°C e umidade relativa entre 50% e 70%. Nas poedeiras, a temperatura ambiente ideal varia de 21 a 28°C (CASTILHO et al., 2015), apesar de alguns autores relatarem uma zona termo neutra que varia de 20 a 24°C no período de produção de ovos (YANAGI et al., 2011). Estes animais são sensíveis às variações térmicas e podem ter problemas de reprodução quando ocorrem flutuações da temperatura ambiental (ALBINO et al., 2014). A temperatura no interior dos aviários, para aves poedeiras adultas, varia de 15°C a 28°C, com umidade relativa entre 40% e 80%, sendo que a produtividade das galinhas pode aumentar em ambientes com umidade relativa do ar variando de 40 a 70% (FERREIRA, 2016). De acordo com Molina (1992) as linhagens de matrizes de corte são menos tolerantes ao calor que as linhagens de postura, havendo uma correlação negativa com o peso corporal; devido a esta correlação negativa, as matrizes pesadas são mais afetadas pelas temperaturas altas. O estresse térmico tem desafiado a produção de aves em todo o mundo e os seus efeitos negativos variam desde a queda de desempenho em frangos de corte, a qualidade dos ovos nas poedeiras comerciais e a eclodibilidade nas matrizes (OLIVEIRA et al., 2005). O controle do ambiente no interior das instalações avícolas é necessário para se alcançar o bem-estar animal associado à qualidade do produto (MENEGALI et al., 2010). Mesmo nos ambientes cobertos, problemas térmicos são recorrentes devido à má utilização dos recursos naturais influenciando diretamente na produção e nas trocas de calor entre as aves e o meio (MATHUR e HORST, 1994). Nos galpões convencionais o controle da temperatura ambiente pode ser realizado com aberturas laterais, manejo das cortinas, sombreamento das áreas circunvizinhas, utilização de telhas que retem menos calor e assim como nas instalações automatizadas, é possível obter maior conforto da temperatura ambiente por meio do uso de

nebulizadores, ventiladores, refrigeração da água de beber, isolamento térmico de canos e caixas d'água, entre outros (BAÊTA e SOUZA, 2010). Segundo Macari (2002), além da direção do galpão no sentido leste - oeste, os beirais do telhado devem ter projeções suficientes para impedir a incidência de luz direta e a cobertura do galpão deve ser de material que apresente uma superfície amena com baixa capacidade de reter calor como telhas de barro, poliuretano, amianto entre outras. Ainda, é necessário que o local da estrutura de produção seja bem drenado, mais ou menos plano, ventilado, de fácil acesso e afastado de outros tipos de criações de animais (COSTA, 2012). A ventilação é necessária para eliminar o excesso de umidade do ambiente e da cama, provenientes da água liberada pela respiração das aves e dos dejetos, além de permitir a renovação do ar e eliminar odores (TINÔCO, 2001). A produção de frangos de corte em aviários de sistema de pressão negativa é essencial pois o ambiente pode ser controlado de forma mais eficiente, garantindo melhor resultados zootécnicos. Portanto, para que uma instalação de criação seja considerada termicamente confortável, é necessário que as aves não percam energia para compensar o frio ou o calor do ambiente (NAZARENO et al., 2011).

3.2 HOMEOTERMIA

A homeotermia é considerada a homeostase térmica do animal. A homeostase diz respeito à tendência que organismos vivos têm a manter ou retornar ao estado de equilíbrio sempre que este for alterado, seja por condições externas ou até mesmo internas ao seu funcionamento (RODRIGUES, 2013). Segundo Renaudeau et al. (2011), as aves são classificadas como animais homeotermos, uma vez que têm esta capacidade de manter a temperatura interna constante, apesar das flutuações térmicas do ambiente. Os fatores térmicos ambientais, representados pela temperatura, umidade, velocidade do ar e radiação são de extrema relevância na produção animal, pois são os que mais afetam a homeotermia das aves, função vital para estes animais quando comprometida (AMARAL et al., 2011). As aves estão constantemente produzindo calor metabólico através da movimentação, alimentação, digestão, produção de ovos, atividade reprodutora etc (RETELATO et al., 2008). Segundo Oliveira Neto et al. (2000), o calor metabólico aliado ao calor absorvido do meio ambiente deve ser liberado do corpo para o ambiente a fim de manter o equilíbrio homeostático. O aumento da temperatura corporal ocorre uma vez que a produção de

calor do organismo for maior que sua perda pois há um aumento do calor interno que não consegue ser dissipado (GUYTON, 2011).

De acordo com Renaudeau et al. (2011) a termorregulação consiste em um processo de controle biológico da temperatura corporal interna onde o balanço da energia térmica do animal é representado pelo balanceamento da produção de calor metabólico, do ganho de calor do ambiente pela radiação, convecção, condução e as perdas de calor para o meio.

3.3 MECANISMOS DE TROCA DE CALOR

A transferência de calor do corpo para o meio ocorre pelos processos sensíveis e latentes (ABREU et al., 2000). As formas sensíveis dependem de um diferencial de temperatura entre a superfície corporal das aves e a temperatura ambiente, e quanto maior for essa diferença, essas trocas serão mais eficientes (MACARI et al., 2002). A dissipação de calor sensível ocorre através dos seguintes mecanismos não evaporativos:

- Condução, ocorre transferência do fluxo de calor de uma zona de alta temperatura para de baixa temperatura. Deste modo, o animal ganha ou perde calor através do contato direto (COSTA et al., 2012).
- Radiação é a energia emitida por qualquer matéria com temperatura acima de zero absoluto (zero Kelvin) e ocorre através de ondas eletromagnéticas. Essas, ondas são irradiadas por átomos e moléculas devido a alterações no seu conteúdo energético, e a quantidade de radiação emitida depende da natureza do material, da constituição física e da temperatura absoluta da superfície emissora (INCROPERA et al., 2008). A energia radiante incidente sobre um corpo se divide em três parcelas onde uma é absorvida outra refletida e outra é transmitida (RIVERO, 1986).
- Convecção, ocorre pelo movimento da massa de ar (ABREU e ABREU, 2004). É a transmissão de calor entre um objeto sólido (corpo) e um fluido (água, ar) (MOREIRA, 2005).

Já a dissipação de calor por mecanismo latente, ocorre devido ao processo de evaporação, especialmente através do trato respiratório. Assim, quando as aves são inseridas em ambiente com altas temperaturas, ocorre a elevação da

frequência respiratória e, com isso, o aumento da perda de calor através do trato respiratório (MACARI et al., 2002). Segundo OLIVEIRA et al (2002), este processo ocorre através da perda de água, dependendo da pressão de vapor d'água e à medida que aumenta a umidade relativa do ar, a perda de calor por evaporação diminui. Abreu et al. (2012) relataram que as aves têm baixa eficiência produtiva em condições de altas temperaturas, uma vez que 80% da energia ingerida é utilizada para tentar manter a homeostase. Sendo assim, em situações de estresse calórico, o centro termorregulatório das aves, hipotálamo, ativa uma série de medidas termorreguladoras a fim de reestabelecer a homeostasia.

3.4 TERMORREGULAÇÃO

Através de alterações metabólicas e enzimáticas, diversos mecanismos bioquímicos e fisiológicos como a digestão, frequências respiratória e cardíaca, podem ser afetados por pequenas alterações na temperatura corporal central (BRAZ, 2005). Diante disso, os animais homeotérmicos utilizam mecanismos denominados termo regulatórios com a finalidade de controlar suas funções orgânicas e manter o equilíbrio funcional de suas células dentro de limites aceitáveis para sua sobrevivência.

As aves possuem células especializadas na superfície corporal com função termo receptoras periféricas, captando as sensações de frio e calor, levando estas sensações ao sistema nervoso central onde o hipotálamo controla e regula os mecanismos da liberação e produção de calor (COSTA et al., 2012). Quando o estímulo térmico vem a ser danoso ao organismo, ocorre a ativação dos nociceptores, no qual interpretará o estímulo como doloroso ao animal. Já estímulos térmicos inofensivos ao organismo, como mudanças na temperatura, são percebidos por termocceptores (SECO et al., 2005). O hipotálamo anterior fica responsável pela sensação de calor em ambientes quentes e o posterior pelas respostas fisiológicas nos ambientes frios (ABREU e ABREU, 2004). Esses centros termorreguladores do hipotálamo são classificados em autônomos, adaptativos ou comportamentais (SILVA, 2000). De modo geral, diferentes tipos de aves reagem de forma semelhante ao estresse térmico, expressando alguma variação individual na intensidade e duração da resposta da tentativa de homeostase. Respostas fisiológicas ocorrem na tentativa de aumentar a dissipação de calor pelas aves quando a temperatura

ambiental aumenta, incluindo taxa respiratória, temperatura cloacal, taxa metabólica, redução da ingestão de ração e taxa de postura (ALTAN et al., 2003).

Mack et al. (2013) mostraram que as aves submetidas a condições de estresse térmico passam menos tempo se alimentando, se movendo ou caminhando e mais tempo bebendo água, com as asas elevadas e ofegante. Em contrapartida, esta hiperventilação causa uma perda excessiva de dióxido de carbono (CO_2) ao nível dos alvéolos pulmonares, aumentando o pH sanguíneo e desencadeando alcalose respiratória, interferindo na formação do carbonato de cálcio, essencial para a formação da casca do ovo (JÁCOME et al., 2007). Ocorre também, uma redução na conversão da vitamina D3 à sua forma metabolicamente ativa, essencial para a absorção e utilização do cálcio pelo corpo (PLAVNIK, 2003). Outra resposta fisiológica importante é o controle do fluxo sanguíneo próximo à superfície cutânea onde organismo animal é capaz de reduzir ou aumentar o diâmetro dos capilares cutâneos, a fim de diminuir ou potencializar a capacidade de troca de calor entre os vasos próximos à pele e o ambiente (ALBINO et al., 2014).

Conseqüentemente, os impactos das altas temperaturas dentro das instalações avícolas incluem a redução da taxa de crescimento (BOTTJE; HARRISON, 1985) e alta mortalidade (YAHAV et al., 1996), levando assim à redução da produtividade. Em situação de estresse por frio, aves em desenvolvimento ou adultas, não alteram o consumo de ração, porém, a energia que serviria para deposição tecidual, uma parte significativa é usada para gerar incremento calórico, comprometendo o seu desempenho zootécnico. Na fase pré inicial, baixas temperaturas, causam inibição do consumo de alimento, impactando o desenvolvimento corporal da ave durante as demais fase de criação, resultando em queda de performance, perda de peso, piora na conversão alimentar e desoniformidade do lote (ALMEIDA, 2010).

O estresse térmico pode causar efeito deletério na resposta do sistema imune, diminuindo os anticorpos circulantes totais e específicos (IgM e IgG) em respostas humorais primárias e secundárias (BARLETT et al., 2003), redução da bursa de Fabricius e diminuição do número de linfócitos nas áreas de córtex da medula (AENGWANICH, 2008).

3.5 ZONA DE CONFORTO TÉRMICO

Quando as aves conseguem manter a temperatura corporal constante com taxa metabólica mínima e o menor gasto energético possível, considera-se que estejam em condição de zona de conforto térmico ou zona de termoneutralidade, ou seja, a proporção de energia metabolizável para termogênese é reduzida, enquanto a energia líquida destinada ao ganho corporal é aumentada (COSTA et al.,2012). Nestas condições, o ambiente de alojamento dos animais de produção favorece o sistema fisiológico, pois não há exigência de acionamento dos mecanismos para manter o organismo em equilíbrio térmico (BAËTA e SOUZA, 2010; POLSKY e VON KEYSERLINGK, 2017).

A zona de conforto térmico das aves depende de diversos fatores, como: peso corporal, idade, estado fisiológico, tamanho do lote, densidade nutricional, genética, temperatura, velocidade do vento e umidade relativa do ar (SANTOS et al. 2014).

A zona de conforto térmico ou termoneutralidade está delimitada entre os extremos denominados de Temperatura Crítica Inferior e Temperatura Crítica Superior (COSTA et al., 2012). Ainda, existe uma zona de temperatura ambiental em que o animal consegue manter a sua homeotermia, porém necessitará de ajustes fisiológicos para manter a temperatura corporal constante (MACARI e MAIORKA et al., 2017). Para Nazareno et al. (2009), quando a temperatura ambiente encontra-se abaixo da temperatura de conforto, o animal intensifica a produção de calor corporal (termogênese) e quando a temperatura ambiente encontra-se acima da zona de conforto térmico, o animal intensifica a perda de calor para o ambiente (termólise) e em ambos os casos irão utilizar a energia de manutenção para gerar ou dissipar calor, diminuindo a energia que seria utilizada para a produção e/ou reprodução. Abaixo da temperatura crítica inferior, o animal não consegue aporte de energia térmica suficiente para compensar as perdas, e acima de temperatura crítica superior, o organismo é incapaz de impedir a elevação de sua temperatura interna, ocorrendo hipotermia ou hipertermia, respectivamente (COSTA et al.,2012). Casos de hiper e hipotermia expõem os animais a situações críticas de sobrevivência, podendo levá-los à óbito e que aves de corte submetidas a temperaturas acima de 32°C e taxas de umidade relativa acima de 75%, estão em condições de estresse intenso (BAËTA e SOUZA, 2010). Temperaturas acima de 38°C ou abaixo de – 5 °C, também causaram mortalidade por estresse térmico nas aves (CAMPOS, 2000).

Figura 1 – Zona de sobrevivência



Fonte: Grupo de Pesquisa da Prof.^a Sarah Sgavioli (2021).

Desta forma, o ambiente interno dos aviários deve ser controlado para que as aves possam ser mantidas dentro da zona de conforto térmico, reduzindo efeitos térmicos negativos sobre a produção animal (CAMPOS et., 2013; RENAUDEAU et al., 2011).

3.6 ÍNDICES DE CONFORTO TÉRMICO

O desenvolvimento de índices de conforto térmico vem sendo utilizados como uma técnica de alta confiabilidade para se determinar as condições de conforto e estresse térmico dentro das instalações avícolas (CASTRO JÚNIOR, 2019).

Cada vez mais, o setor avícola tem buscado inovações tecnológicas, especialmente no controle do ambiente térmico, para atender o crescimento da demanda interna e externa por carne e ovos, visando a máxima produtividade ao menor custo possível.

Para fins produtivos e científicos, variáveis microclimáticas do ar têm sido utilizadas para avaliar a situação de estresse térmico dos animais de produção. Deste modo, a temperatura do ar, umidade relativa do ar, radiação solar e velocidade do vento dentro dos aviários devem ser controlados para que as aves sejam criadas na

zona de conforto térmico, evitando efeitos térmicos negativos sobre a produção animal (CAMPOS et al., 2013).

Os índices de conforto térmico utilizados para indicar o estresse térmico em animais de produção são: Índice de Temperatura e Umidade, ITU (THOM, 1959); o Índice de Temperatura e Umidade do Globo Negro, ITGU (BUFFINGTON et al., 1981), Carga Térmica Radiante (CTR) e Entalpia específica do ar (CASTRO JÚNIOR, 2019). Para as aves, as variáveis que mais comprometem a manutenção da homeotermia são a temperatura do ar, umidade, radiação térmica e movimentação do ar (TINOCO, 2001).

Na literatura, existem trabalhos realizados com intuito de analisar a correlação dos índices de conforto térmico do ambiente com as respostas fisiológicas, desempenho zootécnico e bem-estar. Trabalhos como os de Gomes et.al (2011), Lima et al. (2007) e Carvalho et al. (2014), também avaliaram as situações de conforto perante modelos de predição obtidos por Thom (1959). Em contrapartida, ao longo das últimas décadas, foi possível observar resultados discordantes ao buscar estabelecer faixas de conforto térmico animal para as diversas condições climáticas, seja no Brasil ou no exterior. Um estudo recente, criou um banco de dados com faixas atualizadas e padronizadas de conforto térmico para temperatura ambiente e umidade relativa, sintetizando os resultados encontrados por diversos autores, para aves e outros animais domésticos (CASTRO JUNIOR e SILVA, 2020).

3.7 ÍNDICE DE TEMPERATURA E UMIDADE

A temperatura e a umidade relativa do ar, estão entre os elementos climáticos que mais influenciam o conforto térmico dos animais (CASSUCE et al., 2013). Visto que a temperatura interna das aves varia entre 40 a 41 °C, a temperatura ambiente indicada para frangos de corte, poedeiras e matrizes, pode variar entre 15 e 28 °C (FERREIRA, 2016), sendo que nos primeiros dias de vida a temperatura deve ficar entre 33 a 34 °C, dependendo da umidade relativa do ar, que pode variar de 40 a 80%.

O índice de temperatura e umidade (ITU) foi desenvolvido por Thom (1959) e é resultante da associação das temperaturas de bulbo seco e temperatura de ponto de orvalho, e foi um dos primeiros índices descritos na literatura

O índice de temperatura e umidade (ITU) é calculado por meio da Equação 1, proposto por Thom (1959):

$$ITU = T_{bs} + 0,36 \cdot T_{bu} + 41,5 \text{ (Equação 1)}$$

Onde:

ITU = Índice de temperatura e umidade (°C).

T_{bs} = Temperatura de bulbo seco (°C).

T_{bu} = Temperatura de bulbo úmido (°C).

Considera-se situação de conforto o valor de ITU abaixo de 70 para animais domésticos, enquanto valores acima de 78 são considerados estressantes (TAKAHASHI et al., 2009). Apesar do ITU não levar em conta os efeitos da radiação, pode-se empregá-lo na ausência de medições da temperatura do globo negro (VITORASSO e PEREIRA, 2009).

3.8. ÍNDICE DE TEMPERATURA DO GLOBO NEGRO

O índice de temperatura de globo negro (ITGU) é calculado por meio da Equação 2, proposta por Buffington et al. (1981). Este índice apresenta a vantagem de incorporar diretamente em um único valor, os efeitos da temperatura do ar, umidade, velocidade do ar e radiação solar, na forma de temperatura de globo negro, sendo considerado o mais adequado para avaliar o ambiente térmico em que os animais estão expostos à radiação solar (SARTORI et al., 2001).

$$ITGU = T_{gn} + 0,36 \cdot T_{po} + 41,5 \text{ (Equação 2)}$$

Onde:

ITGU = Índice de temperatura de globo negro e umidade (°C).

T_{gn} = Temperatura de globo negro (°C).

T_{po} = Temperatura do ponto de orvalho (°C).

A temperatura de globo negro é obtida a partir de um sensor de temperatura localizado no centro de uma esfera oca, de cobre, com 0,15 m de diâmetro e 0,5 mm de espessura, pintada externamente com tinta preta fosca e esta medida possui alta correlação à temperatura corporal (BUFFINGTON, 1981).

Segundo trabalho com frangos de corte realizado por Menegali et al. (2010), sugeriu-se que os valores de ITGU entre 74 e 77 caracterizam condições de conforto,

estresse por frio quando valores abaixo de 74 e valores acima de 77 caracterizam condição perigosa devido ao estresse por calor. Nas poedeiras, tomando-se por base os valores citados por Tinoco (1998), o ITGU de até 75 é considerado como de conforto térmico. É no período mais quente do dia, entre as 12 e 14h, que os ITGUs atingem seus valores máximos devido ao aumento da irradiação solar global, principalmente pelas temperaturas do solo aquecido e da superfície inferior das coberturas (ROSA, 1984).

3.9 ÍNDICE DE TEMPERATURA, UMIDADE E VELOCIDADE DO AR

A ventilação dentro dos galpões avícolas é um fator muito importante para o bom êxito de produtividade zootécnica e estado sanitário dos animais. O sistema de ventilação natural é comum em regiões temperadas onde as condições climáticas são similares às necessárias para a produção, portanto, não se recomenda utilizar esse tipo de sistema em regiões que apresentem extremos de temperatura (COBB, 2018).

A ventilação interfere favorecendo o resfriamento por evaporação, renovando o ar em torno das aves e o substituindo por ar frio e seco e reduzindo o ar quente saturado próximo às coberturas das instalações (CAVALCHINI, et al., 1985). Segundo TINOCO (2001), a ventilação auxilia na eliminação do excesso de umidade do ambiente e da cama, oriundos da água liberada pela respiração das aves e dos dejetos e permite eliminar odores. A elevação da temperatura e do pH da cama dos aviários, proporciona aumento da atividade microbiana e formação de gases nocivos tanto para as aves, quanto para os humanos. Assim, a qualidade da cama afeta diretamente o desempenho e o bem-estar das aves de produção, pois também influenciam seu conforto térmico (CALVET et al., 2011).

Os níveis recomendados de renovação do ar variam de acordo com a idade dos animais. O comitê científico da HUMANE FARM ANIMAL CARE – HFAC (2014), estabelece que a concentração de amônia à altura da ave deve ser inferior a 10 ppm e não deve exceder a 25 ppm, exceto durante breves períodos quando a ventilação é afetada. Recomenda-se também que as seguintes concentrações no ar sejam monitoradas e conservadas: níveis de sulfureto de hidrogênio devem ser idealmente inferiores a 0,5 ppm e não devem exceder 2,5 ppm; níveis de dióxido de carbono devem ser idealmente inferiores a 3000 ppm e não devem exceder 5000 ppm;

concentração de monóxido de carbono deve ser idealmente inferior a 10 ppm e não deve exceder 50 ppm e o sistema de ventilação e a velocidade do ar devem ser tais que mantenham as aves numa temperatura ambiente efetiva confortável e adequada à sua idade e ao seu estágio de crescimento (HFAC, 2014).

O índice de temperatura, umidade e velocidade do ar (ITUV) é calculado pela Equação 3, proposta por Tao e Xin (2003).

$$ITUV = [(0,85 \times T_{bs}) + (0,15 \times T_{bu})] \times Var^{-0,058} \text{ (Equação 3)}$$

Onde:

ITUV = Índice de temperatura, umidade e velocidade do ar.

Tbs = Temperatura de bulbo seco (°C).

Tbu = Temperatura de bulbo úmido (°C).

Var = velocidade do ar, (m/s).

3.10 CARGA TÉRMICA RADIANTE

A carga térmica radiante expressa a radiação total recebida pelo globo negro e todos os arredores em condições estáveis, ou seja, caracteriza-se por ser a radiação total recebida por um corpo em todo espaço circundante a ele (ESMAY, 1986). A carga térmica radiante (CTR) foi proposta por Esmay (1969) e adiciona a velocidade do vento em seus cálculos.

A CTR é calculada de acordo com a Equação 4 proposta por Esmay (1969), utilizando a temperatura radiante média (TRM) calculada pela Equação 5, proposta por Bond e Kelly (1955):

$$CTR = \sigma (TRM) \text{ (Equação 4)}$$

Onde:

CTR = Carga térmica radiante.

TRM = Temperatura média radiante.

$\sigma = 5,67 \times 10^{-8} \text{ K}^{-4} \cdot \text{W/m}^2$ (Constante de Stefan-Boltzmann).

$$TRM = 100 \cdot \sqrt[4]{2,51 \sqrt{V} \times (Tgn - Tbs) + (Tgn/100)^4} \text{ (Equação 5)}$$

Onde:

TRM = temperatura média radiante (K).

V = velocidade do vento (m/s).

Tgn = temperatura de globo negro (K).

Tbs = temperatura de bulbo seco (K).

Como aponta BAETA e SOUZA (2010), ambientes cuja CTR apresente valores até 450 W.m^{-2} são considerados confortáveis para aves, sendo que valores acima deste representam situação de estresse para o animal. FIORELLI et al. (2012) na cidade de Dracena, oeste paulista, verificaram maiores valores para este índice de conforto térmico às 14h, sendo tal comportamento térmico justificado por ser o horário de maior radiação solar. O produtor deve estar atento à incidência de CTR dentro e fora das instalações avícolas, utilizando telhados que reflitam a radiação recebida da atmosfera, visto que a material das coberturas é um dos principais fatores na incidência da CTR (SILVA e SEVEGNANI, 2001). O material do telhado deve ter alta inércia térmica, e ao absorver o calor externo, atrasar a transferência do calor para o interior da instalação (JACOME et al., 2007), isto resultará em um ambiente com menor CTR (ABREU et al., 2012). A pintura do telhado com cor branca produz efeito positivo na redução da temperatura e possui baixo coeficiente de absorção de irradiação solar (MOURA, 2001). De acordo com Santos et al. (2002), o forro do aviário atua como uma segunda barreira física, a qual permite a formação de uma camada de ar junto à cobertura que contribui também na redução da transferência de calor para o interior da construção.

O mais importante nas instalações é diminuir o balanço de energia entre o animal e o meio (SILVA et al., 1990), e neste mesmo estudo, concluíram que a telha de cerâmica proporcionou valores menores de ITGU e de CTR frente a telha de cimento amianto.

Sistemas de ventilação, nebulização e aspersão também são estratégias para minimizar os efeitos da CTR para que as temperaturas internas permaneçam dentro das faixas termo neutras para as aves (TINOCO, 2001).

3.11 ENTALPIA

A Entalpia específica do ar (H) que é definida como a quantidade de energia do ar úmido por unidade de massa de ar seco (kJ/kg de ar seco), correlaciona

temperatura e umidade do ambiente, indicando a quantidade de energia contida em uma mistura de vapor de água. É calculada de acordo com Albright (1990, p.453), por meio da Equação 6:

$$H = 1,006 \cdot T_{bs} + W \cdot (2501 + 1,805 \cdot T_{bs}) \text{ (Equação 6)}$$

Onde:

H = entalpia (kJ/kg de ar seco).

T_{bs} = temperatura do bulbo seco (°C).

W = *relação de umidade* (kg vapor de água kg ar seco⁻¹).

$$W = \frac{(0,622 \times E_a)}{(P_{atm} - E_a)}$$

Onde:

E_a = pressão parcial de vapor de água (kPa).

P_{atm} = pressão atmosférica (kPa).

A entalpia é uma propriedade termodinâmica que ajuda determinar as faixas de conforto térmico para as aves (BARBOSA FILHO et al., 2007), medindo a quantidade total de energia no ar, incluindo não apenas a energia do sistema fechado como também a energia trocada no meio (VIERA et al., 2010). Assim, justifica-se o uso da entalpia como índice de conforto térmico, haja vista seus conceitos físicos de trocas de calor entre os animais e o ambiente.

Para Barbosa Filho et al. (2007), aves criadas em ambientes cuja entalpia esteja entre 54,7 a 62,9 KJ. Kg⁻¹ ar seco, encontram-se em situação de conforto térmico. Ao longo dos anos, vários intervalos de conforto térmico para aves de produção, baseados na entalpia, têm sido avaliados e descritos na literatura (ALVES, 2006; FERRAZ et al., 2018, NAZARENO et al., 2009), onde para cada estágio de crescimento existe uma entalpia ideal para a produção das aves (ARADAS, 2001).

4 METODOLOGIA

4.1 ESTRATÉGIA DE BUSCA E SELEÇÃO DOS ARTIGOS

Foi realizada a busca dos artigos científicos no dia 01 de outubro de 2020 para selecionar os estudos revisados por pares para a construção do banco de dados. Os

registros foram identificados a partir dos bancos de dados eletrônicos da *PubMed*, *Scopus* e *Web of Science* e se optou por pesquisar títulos, resumos e palavras-chave nos artigos.

Para a elaboração da questão de pesquisa da revisão sistemática, utilizou-se a estratégia PICO (acrônimo para problema, intervenção, controle e desfecho) (FINEOUT-OVERHOLT e STILLWELL, 2011). As palavras-chave e termos booleanos utilizados foram realizados por categorias animais (frango de corte, poedeiras comerciais e matrizes).

Todas as referências obtidas em cada banco de dados, de cada uma das categorias animais, foram exportadas para o *software* EndNote. O título e o resumo de cada registro foram revisados independentemente por dois pesquisadores, com o objetivo de selecionar os trabalhos que foram utilizados na próxima etapa. A versão completa dos artigos selecionados foi criticamente avaliada quanto à sua qualidade e relevância, considerando os objetivos da revisão sistemática. Para completar a base de dados, todas as referências bibliográficas dos trabalhos selecionados foram revisadas, para se buscar estudos adicionais que atendessem aos critérios e pudessem ser incluídos à base de dados. Se encontradas, estas publicações científicas foram avaliadas seguindo os mesmos critérios utilizados na etapa anterior.

Após a seleção das comunicações científicas, os dados foram transferidos para uma planilha eletrônica.

Foram elaboradas tabelas com os detalhes de cada artigo científico, destacando os autores, títulos, periódicos, código, tratamentos, número de aves para cada tratamento, tipo de estresse empregado, variáveis de desempenho e variáveis ambientais ou índices de conforto térmico analisados. Além disso, desenvolveu-se uma tabela com pontuações, distribuídas entre zero, um e dois, referentes à qualidade dos artigos da revisão sistemática (Tabela 3, Tabela 6 e Tabela 9), onde para todas as características avaliadas o número dois representou melhor qualidade e o zero pior qualidade e ao final, fez-se a soma destes valores. O critério para a construção destas tabelas foi adaptado e baseado em outra revisão sistemática (FERREIRA et al., 2013; PEREIRA et al., 2011; SILVA et al., 2014) e da experiência de outros autores. Foram julgados com o objetivo de qualificar os artigos critérios como tipo de alimentação empregado no experimento, presença ou ausência de estresse ambiental no experimento, uso de grupo controle, desafio térmico e qual o tipo de desafio térmico empregado, avaliação dos índices de conforto térmico, avaliação de medidas

repetidas no tempo durante o tratamento e se tiveram ou não repetições de tratamentos além da avaliação de medidas comportamentais ou fisiológicas presentes ou não nos experimentos.

4.1.1 Método PICO para frangos de corte

Para frangos de corte utilizou-se os seguintes termos em língua inglesa para pesquisa: broiler OR broilers OR chicken OR poultry AND thermal comfort OR ambience OR environment OR temperature OR humidity OR enthalpy OR radiant heat load OR black globe OR air velocity AND performance OR weight gain OR feed conversion OR feed intake OR body weight OR average daily gain.

Os estudos obtidos na pesquisa foram então verificados quanto ao cumprimento de diferentes critérios para determinar sua inclusão no banco de dados. Os critérios utilizados foram: a) artigos publicados em periódicos nacionais e internacionais; b) artigos com dados sobre desempenho e variáveis ambientais ou índices de conforto térmico. As características de desempenho pesquisadas foram: peso corporal, ganho de peso, ganho médio diário, consumo de ração, conversão alimentar, mortalidade e viabilidade criatória. As variáveis ambientais ou índices de conforto térmico pesquisadas nesta categoria foram: temperatura do ar, umidade relativa do ar, velocidade do ar, temperatura do bulbo úmido, temperatura do globo negro, índice de temperatura e umidade, entalpia, carga térmica radiante, temperatura média radiante e índice de temperatura e umidade do globo negro.

4.1.2 Método PICO para poedeiras comerciais

Para poedeiras comerciais utilizou-se os seguintes termos em língua inglesa para pesquisa: laying hen OR laying hens OR hen OR hens OR chicken AND thermal comfort OR ambience OR environment OR temperature OR humidity OR enthalpy OR radiant heat load OR black globe OR air velocity AND performance OR egg production OR feed conversion OR feed intake OR egg quality OR egg weight.

Os estudos obtidos na pesquisa foram então verificados quanto ao cumprimento de diferentes critérios para determinar sua inclusão no banco de dados. Os critérios utilizados foram: a) artigos publicados em periódicos nacionais e internacionais; b) artigos com dados sobre desempenho e variáveis ambientais ou

índices de conforto térmico. As características de desempenho pesquisadas foram: peso corporal, produção de ovos, conversão alimentar (kg de ração/kg de ovo e kg de ração/dúzia de ovos), consumo de ração, mortalidade, qualidade do ovo e peso do ovo. As variáveis ambientais ou índices de conforto térmico pesquisadas nesta categoria foram: temperatura do ar, umidade relativa do ar, velocidade do ar, temperatura do bulbo úmido, temperatura do globo negro, índice de temperatura e umidade, entalpia, carga térmica radiante, temperatura média radiante e índice de temperatura e umidade do globo negro.

4.1.3 Método PICO para frangos de matrizes

Para matrizes utilizou-se os seguintes termos em língua inglesa para pesquisa: breeder OR chicken OR hen OR hens AND thermal comfort OR ambience OR environment OR temperature OR humidity OR enthalpy OR radiant heat load OR black globe OR air velocity AND performance OR egg production OR feed conversion OR feed intake OR egg quality OR egg weight OR fertility OR hatch OR hatchability.

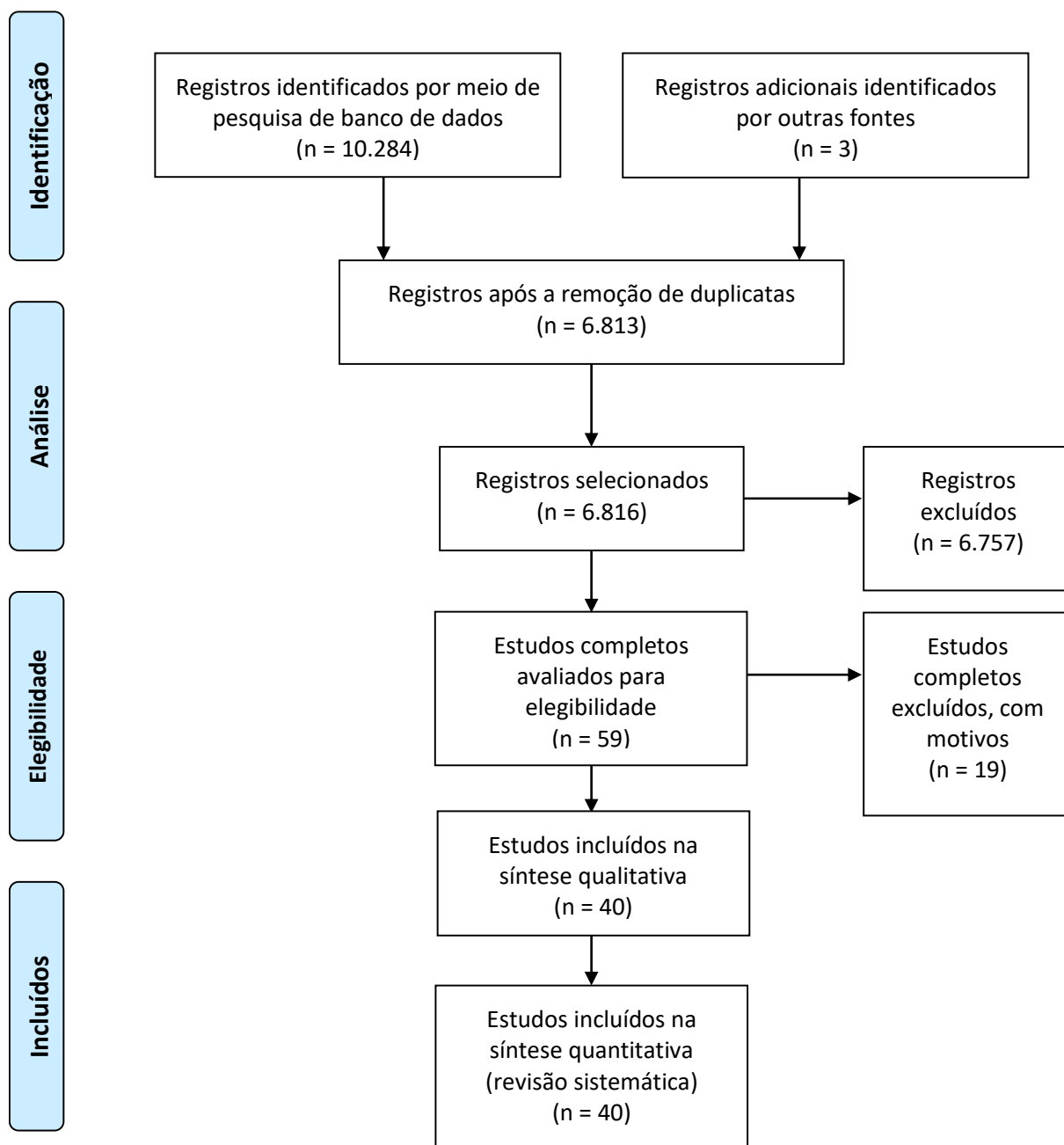
Os estudos obtidos na pesquisa foram então verificados quanto ao cumprimento de diferentes critérios para determinar sua inclusão no banco de dados. Os critérios utilizados foram: a) artigos publicados em periódicos nacionais e internacionais; b) artigos com dados sobre desempenho e variáveis ambientais ou índices de conforto térmico. As características de desempenho pesquisadas foram: peso corporal, produção de ovos, conversão alimentar (kg de ração/kg de ovo e kg de ração/dúzia de ovos), consumo de ração, qualidade de ovo, peso dos ovos, fertilidade, eclosão e eclodibilidade. As variáveis ambientais ou índices de conforto térmico pesquisadas nesta categoria foram: temperatura do ar, umidade relativa do ar, velocidade do ar, temperatura do bulbo úmido, temperatura do globo negro, índice de temperatura e umidade, entalpia, carga térmica radiante, temperatura média radiante e índice de temperatura e umidade do globo negro.

5 RESULTADOS

5.1 RESULTADOS DA PESQUISA BIBLIOGRÁFICA NA CATEGORIA FRANGO DE CORTE

Após a pesquisa bibliográfica, 10.287 referências foram identificadas e importadas dos bancos de dados eletrônicos. Com a assistência do *software* EndNote para gerenciamento de referências, um total de 3.471 duplicatas foram removidas. Depois, 6.757 estudos não foram qualificados por meio da avaliação do título e resumo, por se tratar de artigos em outras áreas de pesquisa não relacionadas com o tema da revisão sistemática, além disso, nesta fase foram retirados artigos que trabalharam com outras espécies de aves, como codornas, perus e patos, restando, portanto, 59 artigos. Após a avaliação dos trabalhos completos, 19 referências foram excluídas por não atenderem ao critério de seleção com relação às variáveis analisadas (características de desempenho e de variáveis ambientais ou índices de conforto térmico). Após todas as etapas de avaliação (bancos de dados *on-line* e referências de estudos selecionados), 40 publicações científicas (artigos de pesquisa completos) foram selecionadas para a revisão sistemática na categoria frango de corte (Figura 1).

Figura 2 - Prisma da seleção dos artigos utilizados na revisão sistemática na categoria frango de corte

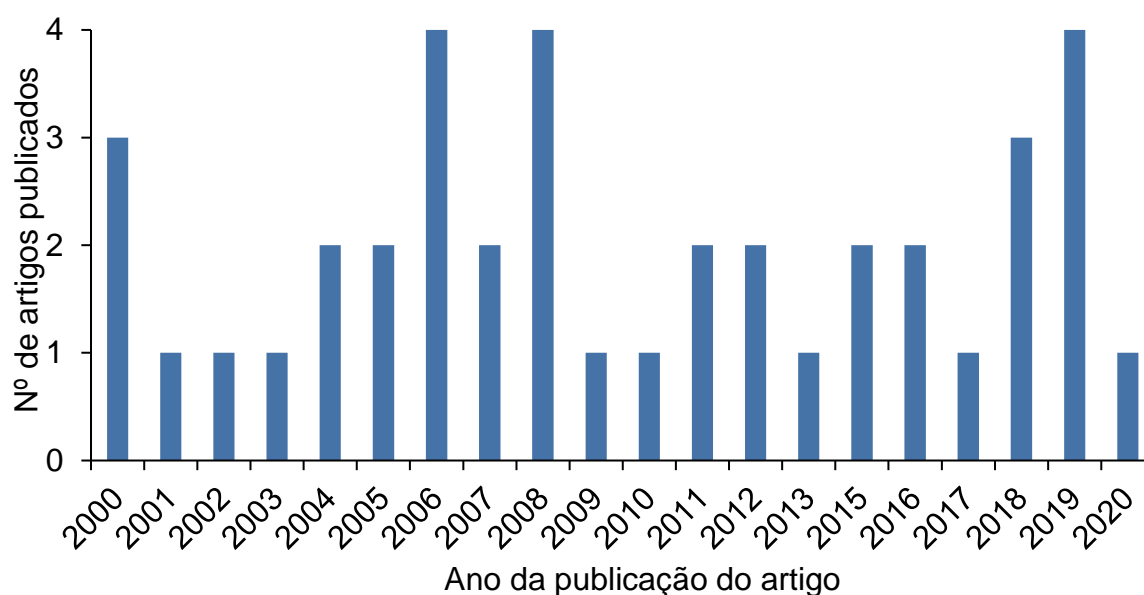


Fonte: Autoria própria.

5.2 DESCRIÇÃO DO BANCO DE DADOS NA CATEGORIA FRANGO DE CORTE

Os estudos que compõem o banco de dados foram publicados entre 2000 e 2020, nos anos de 2006, 2008 e 2019 foram publicados o maior número de artigos por ano, sendo quatro artigos para cada uma destes anos (Figura 2), em periódicos internacionais (80%) e nacionais (20%). Os principais periódicos foram o Poultry Science (17,50%), International Journal of Poultry Science (10%) e Revista Brasileira de Zootecnia (7,50%) (Tabela 1). Considerando o endereço do autor principal, 45% dos estudos foram distribuídos na Europa e na Ásia, 27,50% eram do Brasil, 17,50% dos Estados Unidos da América, 7,5% de outros países da América do Sul e 2,50% da África.

Figura 3 - Número de artigos de frango de corte publicados por ano e que entraram na revisão sistemática durante o período estabelecido



Fonte: Autoria própria.

Dos artigos obtidos para o banco de dados final, 97,5% apresentaram pelo menos duas características de desempenho e 57,50% apresentaram pelo menos duas características quanto às variáveis ambientais ou índices de conforto térmico. Foi de 57,50% a totalidade de artigos apresentando pelo menos duas características de desempenho e de ambiente no mesmo artigo. O parâmetro temperatura esteve presente em 77,50% dos artigos obtidos quanto às variáveis ambientais ou índices de conforto térmico. O índice de conforto térmico foi alvo de estudo em 17,50 % dos

trabalhos. Quanto ao tipo de estresse empregado nos artigos, 55% destes apresentaram estresse apenas por calor e 12,5% estresse por calor cíclico. O tipo de estresse apenas por frio foi relatado em 5% dos artigos e 5% foram dos artigos apresentaram tanto estresse por frio quanto por calor (Tabela 2).

Tabela 1 - Artigos utilizados na revisão sistemática de frangos de corte

Autor	Ano	Título	Periódico	Cód.
A. R. O. Neto, R. F. M. Oliveira, J. L. Donzele, H. S. Rostagno, R. A. Ferreira, H. C. Maximiano, E. Gasparino	2000	Efeito da temperatura ambiente sobre o desempenho e características de carcaça de frangos de corte alimentados com dieta controlada e dois níveis de energia metabolizável	Revista Brasileira de Zootecnia	F1
J. D. May, B. D. Lott, J. D. Simmons	2000	The effect of air velocity on broiler performance and feed and water consumption	Poultry Science	F2
J. D. May, B. D. Lott	2000	The effect of environmental temperature on growth and feed conversion of broilers to 21 days of age	Agricultural Research Service	F3
S. Yahav, A. Straschnow, E. Vax, V. Razpakovski, D. Shinder	2001	Air velocity alters broiler performance under harsh environmental conditions	Poultry Science	F4
H. A. Al-Batshan	2002	Performance and heat tolerance of broilers as affected by genotype and high ambient temperature	Asian-Aust. J. Anim. Sci.	F5
J. D. Simmons, B. D. Lott, D. M. Miles	2003	The effects of high-air velocity on broiler performance	Poultry Science	F6
H. Lin, R. D. Malheiros, V. M. B. Moraes, C. Careghi, E. Decuypere, J. Buyse	2004	Acclimation of broiler chickens to chronic high environmental temperature	Archiv fur Geflugelkunde	F7
S. Yahav, A. Straschnow, D. Luger, D. Shinder, J. Tanny, S. Cohen	2004	Ventilation, sensible heat loss, broiler energy, and water balance under harsh environmental conditions	Poultry Science	F8
W. A. Dozier B. D. Lott, S. L. Branton	2005	Growth responses of male broilers subjected to increasing air velocities at high ambient temperatures and a high dew point	Poultry Science	F9

W. A. Dozier, B. D. Lott, S. L. Branton	2005	Live performance of male broilers subjected to constant or increasing air velocities at moderate temperatures with a high dew point	Poultry Science	F10
G. A. de Oliveira, R. F. M. de Oliveira, J. L. Donzele, P. R. Cecon, R. G. M. V. Vaz, U. A. D. Orlando	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	F11
R. F. M. de Oliveira, J. L. Donzele, M. L. T. de Abreu, R. A. Ferreira, R. G. M. V. Vaz, P. S. Cella	2006	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	F12
Z. H. M. Abu-Dieyeh	2006	Effect of high temperature per se on growth performance of broilers	International Journal of Poultry Science	F13
M. Yardimci, E. Sengor, E. H. Sahin, I. Bayram, I. S. Çetingul	2006	The influence of cold conditioning on the performance of the broiler chicken	Turk. J. Vet. Anim. Sci	F14
A .R.A. Al-Fataftah, Z. H. M. Abu-Dieyeh	2007	Effect of chronic heat stress on broiler performance in Jordan	International Journal of Poultry Science	F15
J. Blahová, R. Dobsiková, E. Straková, P. Suchy	2007	Effect of low environmental temperature on performance and blood system in broiler chickens (<i>Gallus domesticus</i>)	Acta Vet. Brno	F16
Y. Oliveros, F. Requena, A. León, M. Ostos, R. Parra, J. Marquina, D. Bastianelli	2008	Aplicación del índice de confort térmico como estimador de periodos críticos en cría de pollos de engorde	Zootecnia Tropical	F17
C. T. B. Lavor, A. A. O. Fernandes, F. M. de Sousa	2008	Efeito de materiais isolantes térmicos em aviários no desempenho de frango de corte	Revista Ciência Agronômica	F18
I. Menegali, I. D. F. F. Tinôco, R. S. Gates, F. D. C. Baêta, C. D. C. S. Carvalho	2008	Effect of two different minimum ventilation systems on the thermal comfort and productive performance of broiler chickens in winter conditions	Agricultural Engineering Department	F19

C. M. Tolentino, E. D. Icochea, P. S. Reyna, R. R. Valdivia	2008	Influencia de la temperatura y humedad ambiental del verano e invierno sobre parámetros productivos de pollos de carna criados em la ciudad de Lima	Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú	F20
A. C. Nazareno, H. Pandorfi, G. L. P. Almeida, P. R. Giongo, E. M. R. Pedrosa, C. Guiselini	2009	Avaliação do conforto térmico e desempenho de frangos de corte sob regime de criação diferenciado	Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental	F21
S. Yahav	2010	Relative humidity at moderate ambient temperatures: Its effect on male broiler chickens and turkeys	British Poultry Science	F22
T. Marandure, H. Hamudikuwanda, E. Mashonjowa	2011	Effect of duration of early age thermal conditioning on growth and heat tolerance in broiler chickens	Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry	F23
W. M. Razuki, S. A. Mukhlis, F. H. Jasim, R. F. Hamad	2011	Productive performance of four commercial broiler genotypes reared under high ambient temperatures	Journal of Poultry Science	F24
W. M. Quinteiro Filho, M. V. Rodrigues, A. Ribeiro, V. Ferraz de Paula, M. L. Pinheiro, L. R. M. Sá, A. J. P. Ferreira, J. Palermo Neto	2012	Acute heat stress impairs performance parameters and induces mild intestinal enteritis in broiler chickens: role of acute HPA axis activation	Journal of Animal Science	F25
J. L. Purswell, W. A. Dozier, H. A. Olanrewaju, J. D. Davis, H. Xin, R. S. Gates	2012	Effect of temperature-humidity index on live performance in broiler chickens grown from 49 to 63 days of age	Agricultural and Biosystems Engineering Conference Proceedings and Presentations	F26
A. Abdelqader, A. R. Al-Fataftah	2013	Thermal acclimation of broiler birds by intermittent heat exposure	Journal of Thermal Biology	F27
L. H. P. Abreu, T. Y. Junior, E. J. Fassani, A. T. Campos, D. Lourençoni,	2015	Fussy modeling of broiler performance, raised from 1 to 21 days, subject to heat stress	Revista Engenharia Agrícola	F28

K. R. Park, A. R. Son, D. S. Nam, C. Kong	2015	Relationship between environmental temperature and performance indices of commercial broiler farms in Korea	Journal of Poultry Science	F29
M. G. L. Cândido, I. F. F. Tinôco, F. A. C. Pinto, N. T. Santos, R. P. Robert	2016	Determination of thermal confort zone for early stage broilers	Journal of the Brazilian Association of Agricultural Engineering	F30
T. K. Hamrita, R. H. Conway	2016	Effect of air velocity on deep body temperature and weight gain in the broiler chicken	Poultry Science Association Inc.	F31
F. A. Damasceno, D. C. Cassuce, L. H. P. Abreu, L. Schiassi, I. F. F. Tinôco	2017	Effect of thermal environment on performance of broiler chickens using fuzzy modeling	Revista Ceres	F32
Z. ur Rehman, N. Chand, R. U. Khan, S. Khan, M. S. Qureshi	2018	An assessment of the growth and profitability potential of meat-type broiler strains under high ambient temperature	Pakistan J. Zool	F33
A. Olfati, A. Mojtahedin, T. Sadeghi, M. Akbari, F. Martínez-Pastor	2018	Comparison of growth performance and immune responses of broiler chicks reared under heat stress, cold stress and thermoneutral conditions	Spanish Journal of Agricultural Research	F34
C.F. P. Marchini, E. A. Fernandes, M. R. B. M. Nascimento, E. G. Araújo, E. C. Guimarães, J. P. R. Bueno, N. S. Fagundes, M. B. Café	2018	The effect of cyclic heat stress applied to different broiler chicken brooding stages on animal performance and carcass yield	Revista Brasileira de Ciência Avícola	F35
A. Yousaf, A. Jabbar, N. Rajput, A. Memon, R. Shahnawaz, N. Mukhtar, F. Farooq, M. Abbas, R. Khalil	2019	Effect of environmental heat stress on performance and carcass yield of broiler chicks	World's Veterinary Journal	F36
D. Goo, J. H. Kim, G. H. Park, J. B. D. Reyes, D. Y. Kil	2019	Effect of heat stress and stocking density on growth performance, breast meat quality, and intestinal barrier function in broiler chickens	Journal Animals	F37

D. Shi, L. Bai, Q. Qu, S. Zhou, M. Yang, S. Guo, Q. Li, C. Liu	2019	Impact of gut microbiota structure in heat-stressed broilers	Poultry Science	F38
L. H. P. Abreu, T. Y. Junior, M. Bahuti, R. R. de Lima, D. Lourençoni, E. J. Fassani	2019	Performance of broilers submitted to different intensities and duration of thermal stress	Revista DYNA	F39
S. He, Q. Yin, Y. Xiong, J. Lin, D. Liu	2020	Characterization of heat stress affecting the growth performance, blood biochemical profile, and redox status in male and female broilers at market age	Tropical Animal Health and Production	F40

Fonte: Autoria própria.

Tabela 2 - Tratamentos utilizados (A), número de aves por tratamento (B), tipo de estresse (C), variáveis ambientais e índices de conforto térmico (D) e parâmetros de desempenho (E) avaliados em cada artigo de frangos de corte utilizado na revisão sistemática

Código	A	B	C	D	E
1 F	Tratamento Fatorial 2 x 2: - temperaturas (I: termoneutra (23,3°C) e II: estresse por calor (32,3°C)) - níveis de energia metabolizável (I: 3075 kcal de EM/kg e 3300 kcal de EM/kg)	80 aves	Estresse por calor (32,3°C)	Temperatura do ar, umidade relativa, temperatura de globo negro e índice de temperatura de globo e umidade (ITGU)	Consumo de água, peso final, ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar.
2.1 F	Tratamento Fatorial 2 x 2: - temperatura (I: 27°C e II: 22-32-22°C) - velocidade do ar (I: <15 m/min e II: 120 m/min).	50 aves por tratamento de 21 a 35 dias	Estresse por calor cíclico (22-32-22°C)	Temperatura e velocidade do ar	Consumo de ração e de água e peso corporal.

2.2 F	Tratamento Fatorial 2 x 2 - temperatura (I: 27°C e II: 22-32-22°C) - velocidade do ar (I: <15 m/min e II: 120 m/min).	50 aves por tratamento de 35 a 39 dias	Estresse por calor cíclico (22-32-22°C)	Temperatura e velocidade do ar	Consumo de ração e de água e peso corporal.
3.1 F	Cinco tratamentos em diferentes temperaturas, com redução de 0,3°C diariamente em machos e fêmeas: -T1: 28°C -T2: 29°C -T3: 30°C -T4: 31°C -T5: 32°C.	180 aves por tratamento de 0 a 7 dias	Estresse por calor (32°C)	Temperatura	Ganho de peso, conversão alimentar e mortalidade.
3.2 F	Cinco tratamentos em diferentes temperaturas, com redução de 0,3°C diariamente em machos e fêmeas: -T1: 28°C -T2: 29°C -T3: 30°C -T4: 31°C -T5: 32°C.	180 aves por tratamento de 7 a 14 dias	Estresse por calor (32°C)	Temperatura	Ganho de peso, conversão alimentar e mortalidade.
3.3 F	Cinco tratamentos em diferentes temperaturas, com redução de 0,3°C diariamente em machos e fêmeas: -T1: 28°C -T2: 29°C -T3: 30°C -T4: 31°C -T5: 32°C.	180 aves por tratamento de 14 a 21 dias	Estresse por calor (32°C)	Temperatura	Ganho de peso, conversão alimentar e mortalidade.

4.1 F	<p>Quatro tratamentos, cada um com 4 repetições:</p> <p>-T1: velocidades do ar = 0,5 m/s -T2: velocidade do ar = 1,5 m/s -T3: velocidade do ar = 2,0 m/s -T4: velocidade do ar = 3,0 m/s Temperatura = 35°C e UR = 60%.</p>	15 aves em cada tratamento e repetição	-	Temperatura, umidade relativa e velocidade do ar	Peso corporal, ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar.
4.2 F	<p>Quatro tratamentos, cada um com 4 repetições:</p> <p>-T1: velocidades do ar = 1,0 m/s -T2: velocidade do ar = 1,5 m/s -T3: velocidade do ar = 2,0 m/s -T4: velocidade do ar = 2,5 m/s Temperatura = 35°C e UR = 60% (ambas constantes)</p>	Foram utilizadas 15 aves em cada tratamento e repetição	-	Temperatura, umidade relativa e velocidade do ar	Peso corporal, ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar.
5 F	<p>Tratamento Fatorial 2 x 2:</p> <p>- 2 linhagens (I: Hubbard e II: ISA J57) - 2 temperaturas (I: moderada 23±0.5°C e II: quente 33±0.5°C).</p>	64 aves por tratamento	Estresse por calor (33°C)	-	Ganho de peso corporal, consumo de ração e conversão alimentar.
6.1 F	<p>Três tratamentos com seguintes velocidades do ar:</p> <p>-T1: 180 m/min -T2: 120 m/min -T3: ar parado <15 m/min. Peso corporal = 703g.</p>	742 aves	Estresse por calor cíclico (25-30-25°)	Temperatura e velocidade do ar	Ganho de peso e consumo de ração.
6.2 F	<p>Três tratamentos com seguintes velocidades do ar:</p> <p>-T1: 180 m/min -T2: 120 m/min -T3: ar parado <15 m/min.</p>	742 aves	Estresse por calor cíclico (25-30-25°)	Temperatura e velocidade do ar	Conversão alimentar e consumo de ração.

Peso corporal = 696g.

7 F	<p>Dois tratamentos: -T1: grupo controle: termoneutro (35°C nos 2 primeiros dias, 30°C até os 13º dia e 22°C até o 38º dia) -T2: grupo experimental: estresse térmico (35°C nos 2 primeiros dias, 30°C até o 38º dia).</p>	60 aves por tratamento	Estresse por calor (35°C)	Temperatura	Peso corporal, ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar.
8 F	<p>Quatro tratamentos com velocidades do ar diferentes e com 4 repetições cada: -T1: 0,8 m/s -T2: 1,5 m/s -T3: 2,0 m/s -T4: 3,0 m/s Temperatura = 35°C e UR = 60% (ambas constantes).</p>	15 aves por tratamento e repetição	Estresse por calor (35°C)	Temperatura, umidade de ar e velocidade do ar	Ganho de peso, consumo de ração, temperatura corporal, quantidade de energia gasta para manutenção e eficiência alimentar.
9.1 F	<p>Três tratamentos com velocidades do ar tipo tunel diferentes: -T1: ar parado <15 m/min -T2: 120 m/min -T3: 180 m/min. A temperatura era linear cíclica de 25-35-25°C e ponto de orvalho constante de 23°C.</p>	T1: 212 aves T2: 212 aves T3: 318 aves	Estresse por calor cíclico (25-35-25°C)	Temperatura e velocidade do ar	Peso corporal, ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar e mortalidade.

9.2 F	<p>Três tratamentos com velocidades do ar tipo tunel diferentes:</p> <p>-T1: ar parado <15 m/min -T2: 120 m/min -T3: 180 m/min.</p> <p>A temperatura era linear cíclica de 25-35-25°C e ponto de orvalho constante de 23°C.</p>	<p>T1: 212 aves T2: 212 aves T3: 318 aves</p>	<p>Estresse por calor cíclico (25-35-25°C)</p>	<p>Temperatura e velocidade do ar</p>	<p>Peso corporal, ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar e mortalidade.</p>
9.3 F	<p>Três tratamentos com velocidades do ar tipo tunel diferentes:</p> <p>-T1: ar parado <15 m/min -T2: 120 m/min -T3: 180 m/min.</p> <p>A temperatura era linear cíclica de 25-35-25°C e ponto de orvalho constante de 23°C.</p>	<p>T1: 212 aves T2: 212 aves T3: 318 aves</p>	<p>Estresse por calor cíclico (25-35-25°C)</p>	<p>Temperatura e velocidade do ar</p>	<p>Peso corporal, ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar e mortalidade.</p>
10.1 F	<p>Três tratamentos com velocidades do ar tipo tunel diferentes:</p> <p>-T1: ar parado -T2: 120 m/min constante -T3: 90 m/mim (28 a 35dias), 120 m/mim (36 a 42 dias) e 180 m/mim (43 a 49 dias).</p> <p>A temperatura era linear cíclica de 25-35-25°C e ponto de orvalho constante de 23°C.</p>	<p>T1: 212 aves T2: 212 aves T3: 318 aves</p>	<p>Estresse por calor cíclico (25-35-25°C)</p>	<p>Temperatura e velocidade do ar</p>	<p>Peso corporal, ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar e mortalidade.</p>

10.2 F	<p>Três tratamentos com velocidades do ar tipo tunel diferentes:</p> <p>-T1: ar parado -T2: 120 m/min constante -T3: 90 m/mim (28 a 35dias), 120 m/mim (36 a 42 dias) e 180 m/mim (43 a 49 dias).</p> <p>A temperatura era linear cíclica de 25-35-25°C e ponto de orvalho constante de 23°C.</p>	<p>T1: 212 aves T2: 212 aves T3: 318 aves</p>	<p>Estresse por calor cíclico (25-35-25°C)</p>	<p>Temperatura e velocidade do ar</p>	<p>Peso corporal, ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar e mortalidade.</p>
10.3 F	<p>Três tratamentos com velocidades do ar tipo tunel diferentes:</p> <p>-T1: ar parado -T2: 120 m/min constante -T3: 90 m/mim (28 a 35dias), 120 m/mim (36 a 42 dias) e 180 m/mim (43 a 49 dias).</p> <p>A temperatura era linear cíclica de 25-35-25°C e ponto de orvalho constante de 23°C.</p>	<p>T1: 212 aves T2: 212 aves T3: 318 aves</p>	<p>Estresse por calor cíclico (25-35-25°C)</p>	<p>Temperatura e velocidade do ar</p>	<p>Peso corporal, ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar e mortalidade.</p>
10.4 F	<p>Três tratamentos com velocidades do ar tipo tunel diferentes:</p> <p>-T1: ar parado -T2: 120 m/min constante -T3: 90 m/mim (28 a 35dias), 120 m/mim (36 a 42 dias) e 180 m/mim (43 a 49 dias).</p> <p>A temperatura era linear cíclica de 25-35-25°C e ponto de orvalho constante de 23°C.</p>	<p>T1: 212 aves T2: 212 aves T3: 318 aves</p>	<p>Estresse por calor cíclico (25-35-25°C)</p>	<p>Temperatura e velocidade do ar</p>	<p>Peso corporal, ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar e mortalidade.</p>

11 F	<p>Quatro tratamentos com temperaturas ambientais diferentes:</p> <p>-T1: 16°C (12 repetições) -T2: 20°C (24 repetições) -T3: 25°C (24 repetições) -T4: 32°C (24 repetições)</p>	<p>T1: 48 aves T2: 96 aves T3: 96 aves T4: 96 aves</p>	<p>Estresse por calor a 32°C</p>	<p>Bulbo seco, bulbo úmido e globo negro</p>	<p>Ganho de peso, consumo de ração, consumo de energia metabolizável e conversão alimentar.</p>
12 F	<p>Três tratamentos:</p> <p>-T1: conforto térmico (25,1°C) -T2: calor seco (35°C e UR = 40%) -T3: calor úmido (31,2°C e UR = 75%).</p>	<p>60 aves por tratamento</p>	<p>Estresse por alta temperatura (35°C)</p>	<p>Índice de temperatura de globo e umidade (ITGU), bulbo seco, bulbo úmido e globo negro</p>	<p>Consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar.</p>
13 F	<p>Três tratamentos:</p> <p>-T1: 20°C e ad libitum -T2: 35°C e ad libitum -T3: 20°C pair fed</p>	<p>16 aves por tratamento</p>	<p>Estresse por calor</p>	<p>Temperatura</p>	<p>Peso corporal, ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar.</p>
14 F	<p>Dois tratamentos:</p> <p>-T1: grupo controle - temperatura termoneutra. -T2: grupo experimental - exposto a temperatura de 15°C por 3 horas, em dois dias.</p>	<p>300 aves por tratamento</p>	<p>Estresse por frio (15°C)</p>	<p>Temperaturas máxima e mínima e umidade relativa</p>	<p>Peso corporal, consumo de ração, mortalidade, taxa de conversão alimentar.</p>
15 F	<p>Quatro tratamentos:</p> <p>-T1: temperatura variável de 24 a 28°C e UR = 46 a 51% -T2: temperatura constante de 25°C e UR = 45 a 58% -T3: temperatura constante de 30°C e e UR = 45 a 58% -T4: temperatura constante de 35°C e e UR = 45 a 58%</p>	<p>160 aves por tratamento</p>	<p>Estresse por calor (35° C)</p>	<p>Temperatura e umidade relativa</p>	<p>Peso corporal, ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar e mortalidade.</p>

16 F	<p>Tratamento Fatorial 2 x 2 - sexos (I: macho e II: fêmea) (sexos – macho e fêmea) x 2 - temperaturas de criação a partir do 21º dia (I: controle de 24°C a 21°C e II: estresse por frio de 4 a 13°C).</p>	30 aves por tratamento	Estresse por frio (4 a 13°C)	Temperatura	Consumo de ração, mortalidade, peso corporal, ganho de peso e conversão alimentar.
17 F	<p>Tratamento: medição das variáveis climáticas e comportamento e frequência do THI durante 6 semanas.</p>	9.000 aves totais	-	Temperatura, umidade, velocidade, direção do vento, índice de temperatura e umidade (THI)	Ganho de peso e peso corporal.
18 F	<p>Quatro tratamentos em 4 galpões diferentes: -T1: com cortinas de lona de ráfia sintética azul nas faces laterais e frontais do galpão, mas sem forro isolante de teto (testemunha) -T2: ambiente isolado nas faces laterais e frontais do galpão, assim como no forro com esteiras de palha de canáuba (palmeira da família das palmáceas) -T3: ambiente isolado nas faces laterais e frontais do galpão e no forro com chapas de papelão reciclado -T4: ambiente isolado nas faces laterais e frontais e no forro com lona de ráfia sintética branca.</p>	600 aves por tratamento	-	Temperatura do ar, umidade relativa, índice de temperatura e umidade (ITU) e índice de temperatura de gobo negro e umidade (ITGU)	Consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar, peso final.

19 F	Dois tratamentos: -T1: sistema de ventilação com pressão negativa (NPS) -T2: sistema de ventilação com pressão positiva (PPS).	24.500 aves por tratamento	-	Temperatura de bulbo seco, umidade relativa, temperatura de globo negro e índice de temperatura e umidade do globo negro	Peso vivo, conversão alimentar e taxa de mortalidade.
20 F	Dois tratamentos: -T1: durante o verão, com temperatura de 30°C, reduzindo 3°C por semana, até a 3ª semana; -T2: durante o inverno, com temperatura de 32°C, reduzindo 3°C por semana até a 4ª semana.	360 animais por tratamento	Estresse por calor (30°C)	Temperatura e umidade ambiental	Peso corporal, ganho de peso, consumo de ração, índice de conversão alimentar, mortalidade, uniformidade do peso corporal e índice de eficiência produtiva.
21 F	Três tratamentos de sistema de criação: -T1: semi-confinado com 3 m ² por ave de área de piquete -T2: semi-confinado com 6 m ² por ave de área de piquete -T3: confinamento total com 10 aves por m ² sem acesso a piquete.	50 aves por tratamento	-	Temperatura de bulbo seco (Tbs), temperatura de bulbo úmido (Tbu), temperatura de globo negro (Tg), índice de temperatura de globo e umidade (ITGU), entalpia (h) e umidade relativa	Ganho de peso das aves, conversão alimentar, consumo de ração e peso vivo.
22.1 F	Quatro tratamentos: -T1: UR = 40% a 45% -T2: UR = 50% a 55% -T3: UR = 60% a 65%	192 galinhas	Estresse por calor (30°C)	Umidade relativa	Peso corporal, ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar.

	-T4: UR = 70% a 75% Temperatura = 30°C em todos os tratamentos.				
22.2 F	Quatro tratamentos: -T1: UR = 40% a 45% -T2: UR = 50% a 55% -T3: UR = 60% a 65% -T4: UR = 70% a 75% Temperatura = 28°C em todos os tratamentos.	192 galinhas	Estresse por calor (28°C)	Umidade relativa	Peso corporal, ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar.
23 F	Cinco tratamentos: exposição à temperatura do ar de 38°C e UR = 50% em diferentes períodos de tempo: -T1: por 3h -T2: por 6h -T3: por 12h -T4: por 24h -T5: condições padrão (controle)	40 aves por tratamento	Estresse por calor (38°C)	Temperatura e umidade relativa	Peso corporal, consumo de ração, consumo de água e taxa de conversão alimentar.
24 F	Tratamento Fatorial 4 x 4: - linhagens (I: Ross, II: Cobb, III: Hubbard e IV: Lohmann) - sexos (I: macho e II: fêmea).	175 aves por tratamento	-	Temperatura	Peso corporal, ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar e mortalidade.
25 F	Dois tratamentos: -T1: grupo controle (frangos mantidos a uma temperatura de 21°C) -T2: grupo com estresse térmico agudo (frangos mantidos sob temperatura de 31°C por 10 horas, no 35° dia).	120 aves por tratamento	Estresse por calor (31°C)	Temperatura	Taxa de mortalidade, ganho de peso corporal, consumo de ração e de água por animal e conversão alimentar.

26.1 F	Tratamento Fatorial 3 x 3: - temperaturas de ar de bulbo seco (I:15°C, II: 21°C e III: 27°C) - umidades relativas: I: 50%, II: 65% e III: 80%).	450 aves	-	Temperatura do bulbo seco, temperatura do bulbo úmido, índice de temperatura e umidade e umidade relativa	Peso corporal, consumo de ração, ganho de peso corporal e taxa de conversão alimentar.
26.2 F	Tratamento Fatorial 3 x 3: - temperaturas de ar de bulbo seco (I:15°C, II: 21°C e III: 27°C) - umidades relativas: I: 50%, II: 65% e III: 80%).	450 aves	-	Temperatura do bulbo seco, temperatura do bulbo úmido, índice de temperatura e umidade e umidade relativa	Peso corporal, consumo de ração, ganho de peso corporal e taxa de conversão alimentar.
26.3 F	Tratamento Fatorial 3 x 3: - temperaturas de ar de bulbo seco (I:15°C, II: 21°C e III: 27°C) - umidades relativas: I: 50%, II: 65% e III: 80%).	450 aves	-	Temperatura do bulbo seco, temperatura do bulbo úmido, índice de temperatura e umidade e umidade relativa	Peso corporal, consumo de ração, ganho de peso corporal e taxa de conversão alimentar.
26.4 F	Tratamento Fatorial 3 x 3: - temperaturas de ar de bulbo seco (I:15°C, II: 21°C e III: 27°C) - umidades relativas: I: 50%, II: 65% e III: 80%).	450 aves	-	Temperatura do bulbo seco, temperatura do bulbo úmido, índice de temperatura e umidade e umidade relativa	Peso corporal, consumo de ração, ganho de peso corporal e taxa de conversão alimentar.
27 F	Cinco tratamentos com temperatura de 38°C e UR = 62% por diferentes horas por dia: -T1: 1 hora por dia -T2: 2 horas por dia -T3: 3 horas por dia -T4: 4 horas por dia	32 aves por tratamento	Estresse por calor (38°C)	Temperatura e umidade relativa	Peso corporal, ganho médio diário e ingestão alimentar média diária.

	-T0: controle mantido a 22°C e UR = 65%.				
28 F	4 temperaturas diferentes (33 °C, 30 °C, 27 °C e 24 °C), com 3 durações de estresse de 1, 2 e 3 dias. Mais um experimento com duração de 4 dias com temperatura a 30°C.	48 aves por tratamento	Estresse por calor	Temperatura	Consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar.
29 F	O tratamento foi feito baseado na temperatura das instalações.	*	-	Temperatura	Peso, conversão alimentar, consumo médio de ração diária e ganho médio diário.
30 F	Cinco tratamentos: -T1: conforto térmico recomendado na literatura (TCL) - 33°C na 1ª semana, 30°C na 2ª semana e 27°C na 3ª semana -T2: conforto térmico atualizado por CASSUCE et al. (2013) (TCC) - 30°C na 1ª semana, 27°C na 2ª semana e 24°C na 3ª semana -T3: estresse leve pelo frio (MiC) - 27°C na 1ª semana, 24°C na 2ª semana e 21°C na 3ª semana -T4: estresse moderado pelo frio (MoC) - 24°C na 1ª semana, 21°C na 2ª semana e 18°C na 3ª semana -T5: estresse severo pelo frio (SeC) - 21°C na 1ª semana, 18°C	75 aves por tratamento	Estresse por frio (24°C a 15°C)	Temperatura, umidade de ar e índice de temperatura de globo negro (BGHI)	Ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar.

	na 2ª semana e 15°C na 3ª semana.				
31.1 F	Dois tratamentos: -T1: túnel com ventilação = 3,2 m/s -T2: túnel sem ventilação.	3 aves por tratamento	Estresse por calor cíclico	Velocidade do ar	Ganho de peso.
31.2 F	Dois tratamentos: -T1: túnel com ventilação = 3,2 m/s -T2: túnel sem ventilação.	3 aves por tratamento	Estresse por calor cíclico	Velocidade do ar	Ganho de peso.
31.3 F	Dois tratamentos: -T1: túnel com ventilação = 3,2 m/s -T2: túnel sem ventilação.	3 aves por tratamento	Estresse por calor cíclico	Velocidade do ar	Ganho de peso.
32 F	Cinco tratamentos: -T1: estresse definido como frio intenso (27°C na primeira semana, 24°C na segunda semana e 21°C na terceira semana) -T2: estresse definido como frio moderado (30°C na primeira semana, 27°C na segunda semana e 24°C na terceira semana) -T3: conforto (33°C na primeira semana, 30°C na segunda semana e 27°C na terceira semana) -T4: estresse definido como calor moderado (36°C na	120 aves por tratamento	Estresse por frio (21°C) e estresse por calor (39°C)	Temperatura do ar e umidade relativa	Consumo médio de ração, ganho de peso médio e conversão alimentar média.

	primeira semana, 33°C na segunda semana e 30°C na terceira semana) -T5: estresse definido como calor intenso (39°C na primeira semana, 36°C na segunda semana e 33°C na terceira semana).				
33 F	Tratamento Fatorial 2 x 4: - temperatura (I: termoneutra - mantidos em temperatura constante de 25°C ± 2°C e UR 65 ± 5% e II: estresse por calor - mantidos em alta temperatura) - linhagens (I: Ross, II: Hubbard, III: Cobb e IV: Arber Acer)	30 aves por tratamento	Estresse por calor	Temperatura ambiente e umidade relativa	Ganho de peso corporal total, consumo diário de ração, taxa de conversão alimentar e mortalidade.
34 F	Três tratamentos: -T1: estresse por frio (12±1°C) -T2: estresse por calor (33±3°C) -T3: termo neutro (24±2°C).	60 aves por tratamento	Estresse por calor (33°C) e por frio (12°C)	Temperatura	Consumo de ração e água, ganho de peso corporal e taxa de conversão alimentar.
35 F	Quatro tratamentos: T1: mantidas em condições naturais de temperatura e umidade, nos períodos de 1 a 42 dias de idade; T2: mantidas sob estresse térmico das 12:00 às 13:00, entre 16 a 21 dias; T3: mantidas sob estresse térmico das 12:00 às 13:00, entre 22 a 42 dias; T4: mantidas sob estresse térmico das 12:00 às 13:00, entre 16 a 42 dias.	210 aves por tratamento	Estresse por calor	Temperatura	Ganho de peso, ganho de peso médio diário, consumo de ração, consumo médio diário de ração, taxa de conversão alimentar e índice de eficiência de produção.

36 F	Dois tratamentos: -T1: grupo A (mantidos em alta temperatura de 38,3°C) -T2: grupo B (criados em temperatura ideal de 35°C no aviário controle).	800 aves por tratamento	Estresse por calor	Temperatura	Consumo de ração, ganho de peso corporal, conversão alimentar, consumo de água e rendimento de carcaça.
37 F	Tratamentos Fatorial 2 x 2 - temperatura (I: termoneutra de 20°C II: condições de estresse térmico de 27,8°C) - densidades de estocagem (I: baixa de 9 aves/m ² II: alta de 18 aves/m ²).	285 aves por tratamento	Estresse por calor (27,8°C)	Temperatura	Ganho de peso corporal, consumo de ração e conversão alimentar.
38 F	Dois tratamentos: -T1: grupo controle (mantidos a 24 a 26°C por 28 dias) -T2: grupo estresse térmico (mantidos a 34 a 38°C por 28 dias).	30 aves por tratamento	Estresse por calor (34-38°C)	Temperatura	Peso médio corporal, ganho de peso médio diário, consumo médio diário de ração e taxa de conversão alimentar.
39 F	4 temperaturas diferentes (33 °C, 30 °C, 27 °C e 24 °C), com 3 durações de estresse de 1, 2 e 3 dias. Mais um experimento com duração de 4 dias com temperatura a 30°C.	48 aves por tratamento	Estresse por calor	Temperatura do bulbo seco desejada e observada e umidade relativa desejada	Consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar.
40 F	Tratamento Fatorial 2 x 2 - temperatura (I: termoneutra à 24°C e II: estresse térmico à 32°C) - sexo: (I: macho e II: fêmea).	50 aves por tratamento	Estresse por calor	Temperatura	Ganho médio diário, consumo médio diário de ração, taxa de conversão alimentar e peso corporal.

Fonte: Autoria própria.

*artigos onde não foi possível tabular o número de aves para cada tratamento.

O artigo que recebeu a menor pontuação, total de 7 pontos, foi o de número 29, pois não houve estresse seja por calor ou por frio, mensurando apenas as variáveis ambientais da instalação, além disso, o experimento não teve tratamento controle e não foi mensurado nenhum índice de conforto térmico das aves e ainda não fizeram avaliações com medidas repetidas no tempo. Já o artigo de número 26 recebeu a maior pontuação (15 pontos), pois dentre os critérios avaliados, somente não teve um tratamento controle e o tipo de estresse térmico empregado, foi do tipo contínuo e não cíclico (Tabela 3).

Tabela 3 - Pontuação dos estudos quanto aos critérios estabelecidos e soma dos pontos

Código	A	B	C	D	E	F	G	H	I	Soma
1	1	1	2	2	1	1	1	1	2	12
2	1	2	2	2	1	2	1	1	2	14
3	1	1	2	1	1	1	1	1	2	11
4	1	2	1	1	1	0	1	2	2	11
5	1	1	2	1	1	1	1	2	2	12
6	1	2	2	1	1	2	1	1	2	13
7	1	1	2	2	1	1	1	2	2	13
8	1	2	2	1	1	1	1	2	2	13
9	1	2	2	2	1	2	1	1	2	14
10	1	2	2	2	1	2	1	1	2	14
11	1	1	2	1	1	1	1	2	2	12
12	1	2	2	2	2	1	1	1	2	14
13	2	1	2	1	1	1	1	1	2	13
14	1	1	2	2	1	1	1	1	2	12
15	1	2	2	1	1	1	1	2	2	13
16	1	1	2	2	1	1	1	2	2	13
17	1	1	1	1	2	0	1	1	1	9
18	1	1	1	1	2	0	1	1	2	10
19	1	1	1	1	2	0	2	1	2	11
20	1	1	1	1	1	0	1	1	2	9
21	1	1	1	1	2	0	1	2	2	11
22	1	2	2	1	1	1	1	2	2	13
23	1	2	2	2	1	1	2	1	2	14
24	1	1	1	1	1	0	1	1	2	9
25	1	1	2	2	1	1	1	2	2	13
26	1	2	2	1	2	1	2	2	2	15
27	1	1	2	2	1	1	1	2	2	13
28	1	1	2	1	1	1	1	1	2	11
29	1	1	1	1	1	0	0	1	1	7
30	1	1	2	2	2	1	1	1	2	13
31	1	2	2	2	1	2	1	2	1	14
32	1	1	2	2	1	1	0	1	2	11
33	1	1	2	2	1	1	1	1	2	12
34	1	1	2	2	1	1	1	2	2	13
35	1	1	2	2	1	2	1	1	2	13
36	1	1	2	2	1	1	1	2	1	12

37	1	0	2	2	1	1	2	2	2	13
38	1	1	2	2	1	1	1	2	2	13
39	1	1	2	2	1	1	1	1	2	12
40	1	1	2	2	1	1	1	2	2	13

Fonte: Autoria própria.

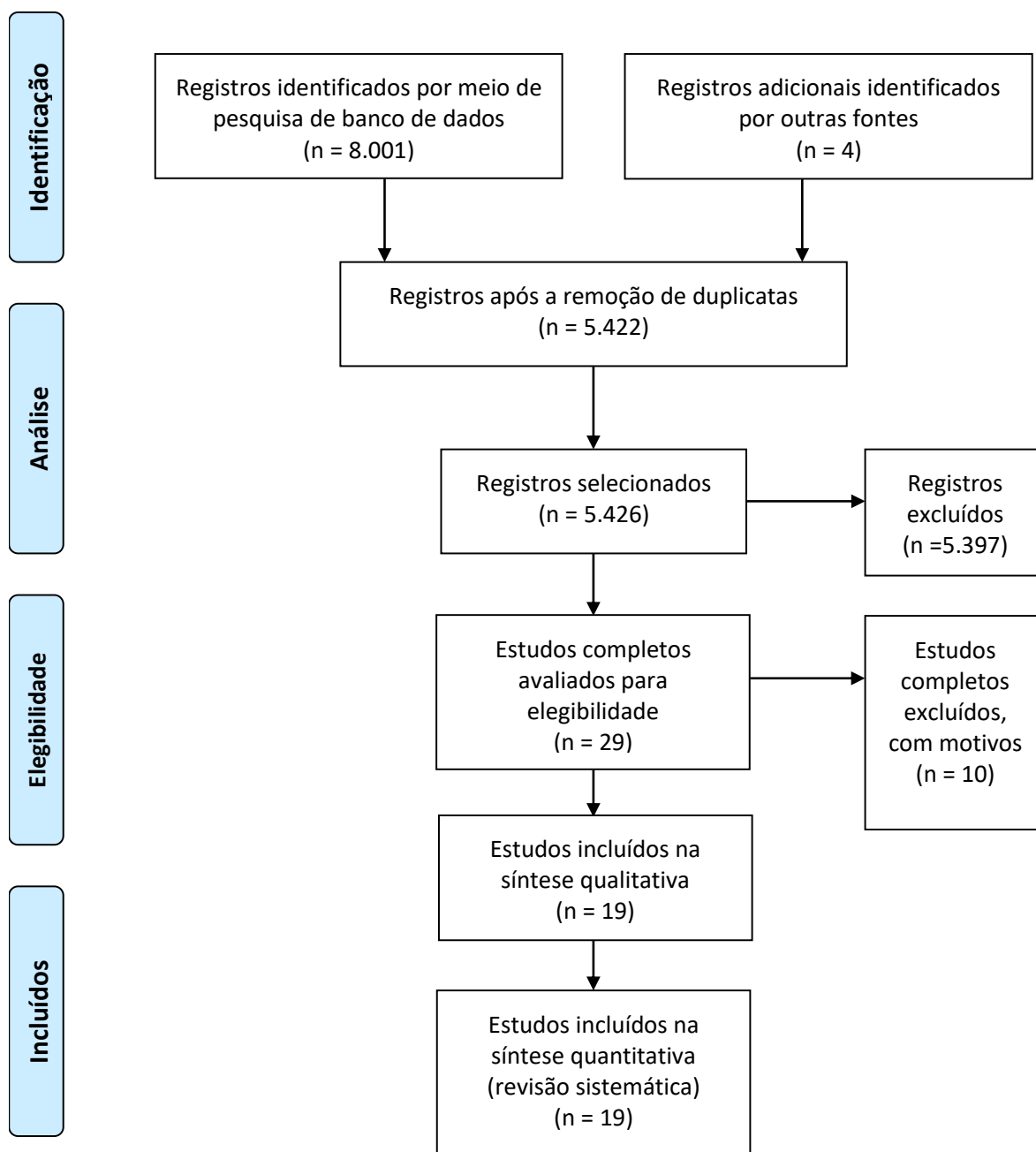
- A.** Alimentação: 1 para experimentos com ração *ad libitum* e 2 para experimentos com ração controlada *pair feeding*.
- B.** Estresse ambiental: 1 para experimentos sem estresse ambiental (velocidade do vento, gases e umidade relativa) e 2 para experimentos com estresse ambiental (velocidade do vento, gases e umidade relativa).
- C.** Temperatura: 1 para experimentos sem estresse por temperatura e 2 para experimentos com estresse por temperatura.
- D.** Grupo controle: 1 para experimentos sem tratamento controle e 2 para experimentos com tratamento controle.
- E.** Índices térmicos: 1 para experimentos que não avaliaram índices térmicos e 2 para experimentos que avaliaram índices térmicos.
- F.** Tipo de temperatura: 0 para experimentos que não tiveram estresse por temperatura, 1 para experimentos que tiveram estresse por temperatura contínuo e 2 para experimentos que tiveram estresse por temperatura cíclico.
- G.** Tempo: 0 para experimentos que não avaliaram medidas repetidas no tempo, 1 para experimentos que não avaliaram medidas repetidas no tempo quando necessário e 2 para experimentos que avaliaram medidas repetidas no tempo quando necessário.
- H.** Medidas: 1 para experimentos que não avaliaram medidas fisiológicas/comportamentais e 2 para experimentos que avaliaram medidas fisiológicas/comportamentais.
- I.** Tratamentos: 1 para experimentos que não tiveram repetições dos tratamentos e 2 para experimentos que tiveram repetições dos tratamentos.

5.3 RESULTADOS DA PESQUISA BIBLIOGRÁFICA NA CATEGORIA DE POEDEIRAS COMERCIAIS

Após a pesquisa bibliográfica, 8.005 referências foram identificadas e importadas dos bancos de dados eletrônicos. Com a assistência do *software* EndNote para gerenciamento de referências, um total de 2.583 duplicatas foram removidas. Depois, 5.397 estudos não foram qualificados por meio da avaliação do título e resumo, por se tratar de artigos em outras áreas de pesquisa não relacionadas com o tema da revisão sistemática, além disso, nesta fase foram retirados artigos que trabalharam com outras espécies de aves, como codornas, perus e patos, restando, portanto, 29 artigos. Após a avaliação dos trabalhos completos, 10 referências foram excluídas por não atenderem ao critério de seleção com relação às variáveis

analisadas (características de desempenho e de variáveis ambientais ou índices de conforto térmico). Após todas as etapas de avaliação (bancos de dados *on-line* e referências de estudos selecionados), 19 publicações científicas (artigos de pesquisa completos) foram selecionadas para a revisão sistemática (Figura 3).

Figura 4 - Prisma da seleção dos artigos utilizados na revisão sistemática na categoria de poedeiras comerciais



Fonte: Autoria própria.

5.4 DESCRIÇÃO DO BANCO DE DADOS NA CATEGORIA POEDEIRAS COMERCIAIS

Os estudos que compõem o banco de dados foram publicados entre 2000 e 2020, com maior número de artigos publicados no ano de 2013 (Figura 4) em periódicos internacionais (84,21%) e nacionais (15,78%). Os principais periódicos foram o American Society of Agricultural and Biological Engineers (15,78%), Poultry Science, British Poultry Science e Revista Brasileira de Ciência Avícola com 10,52% para cada periódico. Considerando o endereço do autor principal, 31,57% dos estudos eram da Europa, 31,57% foram distribuídos entre África, Ásia e Japão, 21,05% dos Estados Unidos da América e 15,78% do Brasil (Tabela 4).

Figura 5 - Número de artigos de poedeiras comerciais publicados por ano e que entraram na revisão sistemática durante o período estabelecido



Fonte: Autoria própria.

Dos artigos obtidos para o banco de dados final, 78,94% apresentaram pelo menos duas características de desempenho e 73,68% apresentaram pelo menos duas características quanto às variáveis ambientais ou índices de conforto térmico.

Foi de 57,89% a totalidade de artigos apresentando pelo menos duas características de desempenho e de variáveis ambientais ou índices de conforto térmico. O parâmetro temperatura esteve presente em 84,21% dos artigos obtidos

quanto às variáveis ambientais. O índice de conforto térmico foi alvo de estudo em 26,31% dos trabalhos. Quanto ao tipo de estresse empregado nos artigos, 31,57% destes apresentaram apenas estresse por calor, 5,26% estresse apenas por calor cíclico, 5,26% dos artigos apresentaram tanto estresse por frio quanto por calor e 5,26% apresentaram estresse por calor contínuo e cíclico no mesmo estudo (Tabela 5).

Tabela 4 - Artigos utilizados na revisão sistemática de poedeiras comerciais

Autor	Ano	Título	Periódico	Cód.
S. Yahav, D. Shinder, V. Razpakovski, M. Rusal, A. Bar	2000	Lack of response of laying hens to relative humidity at high ambient temperature	British Poultry Science	1P
N. Ugurlu, M. Kara	2002	The effects of evaporative cooling on reduction of cage house temperature and production performance of the laying hens	Archiv fur Geflugelkunde	2P
M. M. Mashaly, G. L. Hendricks, M. A. Kalama, A. E. Gehad, A. O. Abbas, P. H. Patterson	2004	Effect of heat stress on production parameters and immune responses of commercial laying hens	Poultry Science	3P
H. Lin, K. Mertens, B. Kempes, T. Govaerts, B. Ketelaere, J. Baerdemaeker, E. Decuypere, J. Buyse	2004	New approach of testing the effect of heat stress on eggshell quality: mechanical and material properties of eggshell and membrane	British Poultry Science	4P
B. Kocaman, N. Esenbuga, A. Yildiz, E. Laçin, M. Macit	2006	Effect of environmental conditions in poultry houses on the performance of laying hens	International Journal of Poultry Science	5P
D. J. Franco Jimenez, S. E. Scheideler, R. J. Kittok, T. M. Brown Brandl, L. R. Robeson, H. Taira, M. M. Beck	2007	Differential effects of heat stress in three strains of laying hens	Poultry Science Association	6P
A. L. Geng, B. M. Li, Q. Wang, G. H., Teng, F. R. Zhao	2007	Effects of housing conditions on health and welfare of caged laying hens	American Society of Agricultural and Biological Engineers	7P
Pereira D. F., Vitorasso G., Oliveira S. C., Kakimoto S. K., Togashi C. K., Soares N. M.	2008	Correlations between thermal environment and egg quality of two-layer commercial strains	Revista Brasileira de Ciência Avícola	8P
K. M. A. Azad, M. Kikusato, A. M. Hoque, M. Toyomizu	2010	Effect of chronic heat stress on performance and oxidative damage in different strains of chickens	Japan Poultry Science Association	9P

A. Meless, S. Maak, G. Lengerken	2010	Effect of long-term heat stress on egg quality traits of Ethiopian naked neck chickens and their F1 crosses with Lohmann White and New Hampshire chicken breeds	Livestock Research for Rural Development	10P
A. K. Bayhan, S. Karaman, O. Koskan.	2013	Effects of heat stress on egg yield and mortality rates of caged poultry houses	Kafkas Univ Vet Fak Derg	11P
A. Melesse, S. Maak, H. Pingel, G. Lengerken.	2013	Assessing the thermo-tolerance potentials of five commercial layer chicken genotypes under long-term heat stress environment as measured by their performance traits	Acta argiculturae Slovenica	12P
J. L. Purswell, S. L. Branton, B. D. Luck, J. D. Davis	2013	Effects of air velocity on laying hen production from 24 to 27 weeks under simulated evaporatively cooled conditions	American Society of Agricultural and Biological Engineers	13P
I. Kilic, E. Simsek	2013	The effects of heat stress on egg production and quality of laying hens	Journal of Animal and Veterinary Advances	14P
J. L. Purswell, S. L. Branton	2015	Effect of air velocity on laying hen performance and egg quality	American Society of Agricultural and Biological Engineers	15P
Mutibvu T. I., Chimonyo M. I., Halimani T. E.	2017	Physiological responses of slow-growing chickens under diurnally cycling temperature in a hot environment	Revista Brasileira de Ciência Avícola	16P
K. Erensoy, A. Altan, M. Sarica, H. Bayraktar	2017	Relation between sensible temperature and egg quality in environmentally controlled poultry house	Academia Journal of Engineering and Applied Sciences	17P
N. W. Barrett, K. Rowland, C. J. Schmidt, S. J. Lamont, M. F. Rothschild, C. M. Ashwell, M. E. Persia.	2019	Effects of acute and chronic heat stress on the performance, egg quality, body temperature, and blood gas parameters of laying hens	Poultry Science	18P

R. R. Andrade, I. F. F. Tinôco, F. C. Baêta, L. F. T. Albino, P. R. Cecon.	2019	Influence of different thermal environments on the performance of laying hens during the initial stage of rearing	Engenharia Agrícola	19P
----------------------------------------------------------------------------	------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------	-----

Fonte: Autoria própria.

Tabela 5 - Tratamentos utilizados (A), número de aves por tratamento (B), tipo de estresse (C), variáveis ambientais e índices de conforto térmico (D) e parâmetros de desempenho (E) avaliados em cada artigo de poedeiras comerciais utilizado na revisão sistemática

Cód.	A	B	C	D	E
1.1 P	<p>Quatro tratamentos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - T1: 40 a 45% UR - T2: 50 a 55% UR - T3: 60 a 65% UR - T4: 70 a 75% UR <p>Temperatura constante de 35°C em todos tratamentos.</p>	24 aves de 8 a 10 meses por tratamento.	Exposição ao calor 35°C.	Temperatura e umidade relativa.	Peso do ovo, produção de ovos, peso corporal, ingestão de alimento, ingestão de água quantidade de ovos quebrados, moles e sem casca.
1.2 P	<p>Quatro tratamentos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - T1: 40 a 45% UR - T2: 50 a 55% UR - T3: 60 a 65% UR - T4: 70 a 75% UR <p>Temperatura constante de 35°C em todos tratamentos.</p>	24 aves de 16 a 18 meses por tratamento.	Exposição ao calor 35°C.	Temperatura e umidade relativa.	Peso do ovo, produção de ovos, peso corporal, ingestão de alimento, ingestão de água quantidade de ovos quebrados, moles e sem casca.
2 P	<p>Dois tratamentos:</p> <ul style="list-style-type: none"> -T1: galpão com resfriamento evaporativo, ventilação mecânica temperatura média de 22,6°C 	10 mil aves por tratamento.	-	Temperatura e umidade relativa do ar externo e interno das casas.	Produção de ovos, mortalidade e taxa de ovos quebrados.

	-T2: galpão com ventilação natural e temperatura média de 27,5°C.				
3 P	Três tratamentos: - T1: Controle (temperatura de 23,9°C e 50% UR, com índice de calor de 25°C) - T2: Cíclico (temperatura variando de 23,9°C a 35°C e umidade cíclica de 50 a 15%) - T3: Estresse por calor (temperatura de 35°C e 50% UR, com índice de calor de 41,1°C).	60 aves por tratamento.	Estresse por calor contínuo e cíclico	Temperatura e umidade relativa	Consumo de ração e produção de ovos.
4 P	Dois tratamentos: - T1: ambiente controlado (20°C e 40% UR) mantidas por 1 semana - T2: exposição ao calor (32°C e 25% UR) durante 2 horas e mantidas por de 3 semanas.	9 aves.	Exposição ao calor	Temperatura e umidade relativa.	Peso do ovo, ingestão de alimento de cada galinha, qualidade do ovo, peso corporal, produção de ovos e eficiência alimentar (g de ovo por g de ração).
5 P	Quatro tratamentos: - T1: inverno - T2: primavera	288 aves.	-	Temperatura, umidade relativa, concentrações de	Produção de ovos, consumo de ração, conversão alimentar (kg de

	- T3: verão - T4: outono.			dióxido de carbono, amônia, sulfeto de hidrogênio e poeira.	alimento consumido por kg de ovo produzido).
6 P	<p>Tratamento Fatorial 3 x 3:</p> <p>- 3 temperaturas (I: 22°C e 50% UR por duas semanas, II: estresse por calor a 35°C e 50% UR por duas semanas, III: recuperação a 22°C e 50% UR por duas semanas)</p> <p>- 3 linhagens (I: Hy-Line Brown, II: Hy-Line W 36 e III: Hy-Line W 98)</p>	96 aves (32 aves de cada linhagem).	Exposição a estresse por calor (35°C e 50% de umidade relativa).	Umidade relativa e temperatura.	Produção de ovos, consumo de ração e mortalidade,
7 P	<p>Três fazendas com distintas densidades de alojamento em gaiolas:</p> <p>- Fazenda A: 411 cm²</p> <p>- Fazenda B: 420 cm</p> <p>- Fazenda C: 450 cm².</p>	<p>A: 2500 aves;</p> <p>B: 3.456 aves;</p> <p>C: 48.000 aves.</p>	-	<p>Velocidade do vento, velocidade máxima do vento, velocidade média do vento, temperatura, umidade relativa, estresse por calor e por frio, ponto de orvalho e a média de concentração de</p>	<p>Produção relativa de ovos, massa dos ovos, conversão alimentar (kg de ração por kg de ovos), produção relativa de ovos durante o pico, duração do pico de produção, período de produção e mortalidade.</p>

					amônia, gás carbônico e gás sulfídrico.	
8 P	Dois tratamentos: -T1: linhagem Dekalb® White - T2: linhagem HyLine® w36.	184 aves (92 aves por tratamento).	-		Temperatura média do ar, temperatura interna da telha, velocidade do ar, umidade relativa, intensidade do som, intensidade da luz e concentração de amônia.	Peso dos ovos.
9 P	Quatro tratamentos térmicos: - T1: controle (24°C) - T2: cíclico (32-24-32°C) - T3: cíclico (32-24-32°C) - T4: constante (32 e 34°C). UR = 55% em todos tratamentos	6 aves por tratamento.	Estresse por calor (34°C).		Temperatura e umidade relativa.	Consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar.
10 P	Tratamento em Fatorial 2 x 5: - 2 níveis de temperatura: (I: controle: 18 a 20°C e II: alta: 30 a 32°) - 5 linhagens:	24 aves por tratamento	Exposição a altas temperaturas (30 a 32°C).		Temperatura.	Peso do ovo.

	(I: Naked Neck (Na), II: New Hampshire (NH), III: Lohmann White (LW), IV: cruzamentos F1(Na x NH) e V: cruzamentos F1(Na x LW))				
11 P	<p>Cinco tratamentos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - T1: abril - T2: maio - T3: junho - T4: julho - T5: agosto. 	9.900 aves	-	<p>Temperatura interna e externa, umidade relativa interna e externa, produção de calor sensível (SHP), taxa de produção de umidade (MPR), índice de temperatura e umidade (THI).</p>	Consumo de ração, produção relativa de ovo, taxa de mortalidade.
12 P	<p>Tratamento em Fatorial 5 x 2:</p> <p>- 5 linhagens:</p> <p>(I: White Leghorn com gene anão ligado ao sexo / II: White Leghorn selecionado para baixo custo alimentar / III: New</p>	24 aves por tratamento.	Exposição ao calor (30-32°C).	Temperatura.	Produção de ovos, peso do ovo, massa do ovo, consumo de ração, conversão alimentar (kg de ração por kg de massa de ovo).

	<p>Hampshire / IV: Lohmann White / V:Lohmann Brown)</p> <p>- 2 níveis de temperaturas: (I: termoneutra (18 - 20°C) e II: estresse (30 - 32°C)).</p>			
13.1 P	<p>Tratamento Fatorial 3x4x4x2</p> <p>- velocidade do ar (I: 1,52 m.s⁻¹, II: 0,76 m.s⁻¹ e III: ar parado à <0,25 m.s⁻¹)</p> <p>- idades em semanas (I: 24^a, 25^a, 26^a e 27^a)</p> <p>- túneis usados (I:1,52 m.s⁻¹, II: 0,76 m.s⁻¹, III: 1,52 m.s⁻¹ e IV:0,76 m.s⁻¹)</p> <p>- gaiolas (I e II: <0,25 m.s⁻¹).</p>	16 aves por tratamento.	-	<p>Velocidade do ar.</p> <p>Peso corporal, consumo de ração, consumo de ração por dúzia de ovos, taxa de conversão alimentar (kg de ração por kg de ovo), peso do ovo, produção de ovos por dia.</p>
13.2 P	<p>Tratamento Fatorial 3x4x4x2</p> <p>- velocidade do ar (I: 1,52 m.s⁻¹, II: 0,76 m.s⁻¹ e III: ar parado à <0,25 m.s⁻¹)</p> <p>- idades em semanas (I: 24^a, 25^a, 26^a e 27^a)</p>	16 aves por tratamento.	-	<p>Velocidade do ar.</p> <p>Peso corporal, consumo de ração, consumo de ração por dúzia de ovos, taxa de conversão alimentar (kg de ração por kg de ovo), peso do ovo, produção de ovos por dia.</p>

	- túneis usados (I:0,76 m.s ⁻¹ , II: 1,52 m.s ⁻¹ , III: 0,76 m.s ⁻¹ e IV:1,52 m.s ⁻¹) - gaiolas (I e II: <0,25 m.s ⁻¹)				
13.3 P	<p>Tratamento Fatorial 3x4x4x2</p> <p>- velocidade do ar (I: 1,52 m.s⁻¹, II: 0,76 m.s⁻¹ e III: ar parado à <0,25 m.s⁻¹)</p> <p>- idades em semanas (I: 24^a, 25^a, 26^a e 27^a)</p> <p>- túneis usados (I:1,52 m.s⁻¹, II: 0,76 m.s⁻¹, III: 1,52 m.s⁻¹ e IV:0,76 m.s⁻¹)</p> <p>- gaiolas (I e II: <0,25 m.s⁻¹).</p>	16 aves por tratamento.	-	Velocidade do ar.	Peso corporal, consumo de ração, consumo de ração por dúzia de ovos, taxa de conversão alimentar (kg de ração por kg de ovo), peso do ovo, produção de ovos por dia.
13.4 P	<p>Tratamento Fatorial 3x4x4x2</p> <p>- velocidade do ar (I: 1,52 m.s⁻¹, II: 0,76 m.s⁻¹ e III: ar parado à <0,25 m.s⁻¹)</p> <p>- idades em semanas (I: 24^a, 25^a, 26^a e 27^a)</p> <p>- túneis usados (I:0,76 m.s⁻¹, II: 1,52 m.s⁻¹, III: 0,76 m.s⁻¹ e IV:1,52 m.s⁻¹)</p>	16 aves por tratamento.	-	Velocidade do ar.	Peso corporal, consumo de ração, consumo de ração por dúzia de ovos, taxa de conversão alimentar (kg de ração por kg de ovo), peso do ovo, produção de ovos por dia.

- gaiolas (I e II: $<0,25 \text{ m.s}^{-1}$).					
14 P	<p>Tratamento Fatorial 3x3x6</p> <ul style="list-style-type: none"> - Posição das gaiolas (I: sul, II: norte e III: central) - nível das gaiolas (I: alto, II: médio e III: baixo) - fileira das gaiolas (de I a VI). 	222 aves.	-	<p>Índice de umidade e temperatura (THI), umidade e temperatura do bulbo, umidade relativa, temperatura e umidade interna e externa e temperatura do bulbo seco e do bulbo úmido.</p>	<p>Produção de ovos, peso do ovo, consumo de ração, peso médio, ganho de peso, conversão alimentar (kg de ração por dúzia de ovos), conversão alimentar (kg de ração por kg de ovo), massa dos ovos e mortalidade.</p>
15.1 P	<p>Três tratamentos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - T1: $1,52 \text{ m.s}^{-1}$ - T2: $0,76 \text{ m.s}^{-1}$ - T3: ar parado ($<0,25 \text{ m.s}^{-1}$). 	16 aves por tratamento.	-	Velocidade do ar.	<p>Consumo de ração, consumo de ração por dúzia de ovos, taxa de conversão alimentar (g de ração por g de ovos), peso do ovo e produção de ovos por dia.</p>
15.2 P	<p>Três tratamentos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - T1: $1,52 \text{ m.s}^{-1}$ - T2: $0,76 \text{ m.s}^{-1}$ - T3: ar parado ($<0,25 \text{ m.s}^{-1}$). 	16 aves por tratamento.	-	Velocidade do ar.	<p>Consumo de ração, consumo de ração por dúzia de ovos, taxa de conversão alimentar (g de ração</p>

por g de ovos), peso do ovo e produção de ovos por dia.

16 P	<p>Tratamento Fatorial 3x2x4x2 - 3 linhagens: (I:Potchefstroom Koekoek / II: Ovambo / III: Naked Neck)</p> <p>- 2 sexos: (I: macho / II: fêmea)</p> <p>- 4 semanas de criação: (I: 21^a / II: 22^a / III: 23^a / IV: 24^a)</p> <p>- 2 sistemas de criação (I: intensivo / II: extensivo).</p>	24 aves por tratamento.	-	<p>Temperatura ambiente, umidade relativa e índice de temperatura e umidade (THI).</p>	Peso corporal.
17 P	<p>Tratamento Fatorial 3x3</p> <p>- 3 fileiras de gaiolas (I: 1^a / II: 2^a / III: 3^a)</p> <p>- 3 locais na instalação (I: início / II: meio / III: final).</p>	*	-	<p>Temperatura sensível, temperatura, umidade relativa e velocidade do ar.</p>	Peso do ovo.
18 P	<p>Três tratamentos:</p> <p>- T1: 2 semanas antes do estresse cíclico</p> <p>- T2: 2 semanas depois do estresse cíclico</p>	407 aves.	<p>Estresse por calor cíclico (7 horas 35°C e 17 horas 30°C).</p>	<p>Temperatura e umidade relativa.</p>	<p>Produção de ovos, peso dos ovos, massa dos ovos, consumo de ração, peso corporal e conversão alimentar (kg de ovo por kg de ração).</p>

	- T3: 4 semanas depois do estresse cíclico.			
19 P	<p>Quatro tratamentos nas 1^a, 2^a, 3^a, 4^a e 5/6^a semanas com as seguintes temperaturas por tratamento:</p> <ul style="list-style-type: none"> - T1: conforto térmico (33°C, 28°C, 26°C, 23°C e 19°C) - T2: estresse pelo frio leve (28°C, 25°C, 23°C, 20°C, 17°C) - T3: estresse pelo frio moderado (25°C, 22°C, 20°C, 17°C e 17°C) - T4: estresse moderado por calor (38°C, 31°C, 29°C, 26°C e 22°C). 	216 aves por tratamento.	Estresse por frio e por calor.	<p>Temperatura, umidade, temperatura de globo negro e índice de temperatura e umidade de globo negro.</p> <p>Peso corporal, ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar, uniformidade.</p>

Fonte: Autoria própria.

*artigos onde não foi possível tabular o número de aves para cada tratamento.

Os artigos que receberam a menor pontuação total (10 pontos), foram os de números 2 e 5. O artigo número 2 não teve repetições dos tratamentos, pois apenas avaliou as variáveis ambientais de duas instalações. O artigo número 5 não teve como parte dos seus tratamentos estresse das variáveis ambientais. Ambos não tiveram alimentação *pair feeding*, não tiveram tratamento controle, não avaliaram índices de conforto térmico, não tiveram estresse por temperatura entre os seus tratamentos, não realizaram avaliações com medidas repetidas no tempo e além disso, não avaliaram parâmetros relacionados à qualidade dos ovos e medidas fisiológicas. Já o artigo de número 3 recebeu a maior pontuação (17 pontos), pois dentre os critérios avaliados, somente não avaliou índices de conforto térmico, não tiveram alimentação *pair feeding* e não realizaram repetições dos tratamentos (Tabela 6).

Tabela 6 - Pontuação dos estudos quanto aos critérios estabelecidos e soma dos pontos

Código	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	Soma
1	1	2	2	2	1	1	1	1	2	2	15
2	1	2	1	1	1	0	1	1	1	1	10
3	1	2	2	2	1	2	2	2	2	1	17
4	1	2	2	2	1	1	1	2	1	2	15
5	1	1	1	1	1	0	1	1	1	2	10
6	1	2	2	1	1	1	2	2	2	2	16
7	1	1	1	1	1	0	1	1	2	2	11
8	1	1	1	1	1	0	1	2	1	2	11
9	1	1	2	2	1	2	1	1	2	2	15
10	1	1	2	2	1	1	1	2	1	2	14
11	1	1	1	1	2	0	1	1	1	2	11
12	1	1	2	2	1	1	1	2	1	2	14
13	1	2	1	1	1	0	2	1	1	2	12
14	1	2	1	1	2	0	1	2	2	2	14
15	1	2	1	2	1	0	2	2	2	2	15
16	1	1	1	1	2	0	1	1	2	2	12
17	1	2	1	1	2	0	1	2	1	2	13
18	1	1	2	1	1	2	1	2	2	2	15
19	1	1	2	2	2	1	1	1	1	2	14

Fonte: Autoria própria.

A. Alimentação: 1 para experimentos com ração *ad libitum* e 2 para experimentos com ração controlada *pair feeding*.

B. Estresse ambiental: 1 para experimentos sem estresse ambiental (velocidade do vento, gases e umidade relativa) e 2 para experimentos com estresse ambiental (velocidade do vento, gases e umidade relativa).

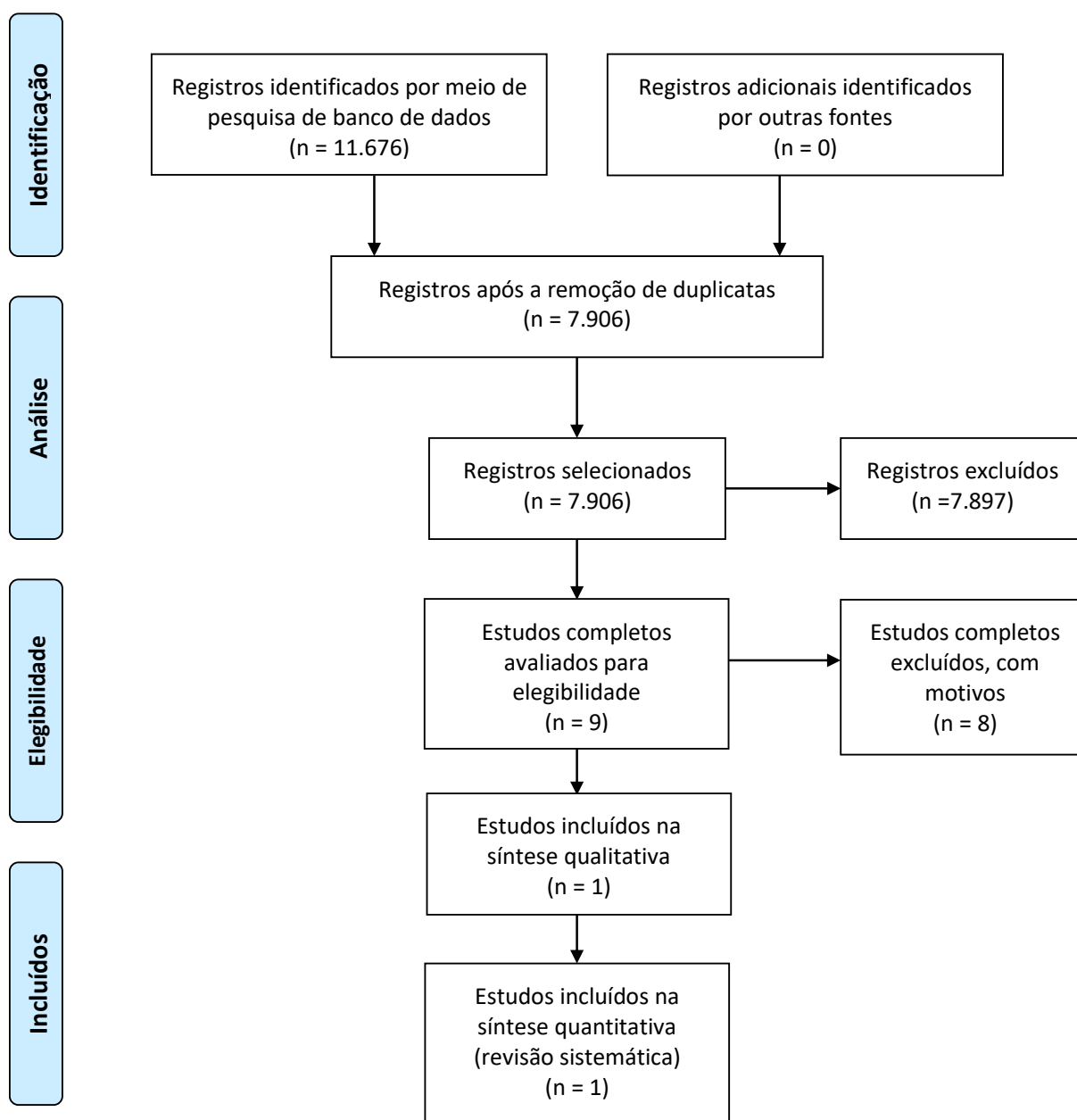
C. Temperatura: 1 para experimentos sem estresse por temperatura e 2 para experimentos com estresse por temperatura.

- D.** Grupo controle: 1 para experimentos sem tratamento controle e 2 para experimentos com tratamento controle.
- E.** Índices de conforto térmico: 1 para experimentos que não avaliaram índices térmicos e 2 para experimentos que avaliaram índices térmicos.
- F.** Tipo de temperatura: 0 para experimentos que não tiveram estresse por temperatura, 1 para experimentos que tiveram estresse por temperatura contínuo e 2 para experimentos que tiveram estresse por temperatura cíclico
- G.** Tempo: 0 para experimentos que não avaliaram medidas repetidas no tempo, 1 para experimentos que não avaliaram medidas repetidas no tempo quando necessário e 2 para experimentos que avaliaram medidas repetidas no tempo quando necessário.
- H.** Qualidade do ovo. 1 para experimentos que não avaliaram qualidade do ovo e 2 para experimentos que avaliaram qualidade do ovo.
- I.** Medidas. 1 para experimentos que não avaliaram medidas fisiológicas/comportamentais e 2 para experimentos que avaliaram medidas fisiológicas/comportamentais.
- J.** Tratamentos: 1 para experimentos que não tiveram repetições dos tratamentos e 2 para experimentos que tiveram repetições dos tratamentos.

5.5 RESULTADOS DA PESQUISA BIBLIOGRÁFICA NA CATEGORIA MATRIZES

Após a pesquisa bibliográfica, 11.676 referências foram identificadas e importadas dos bancos de dados eletrônicos. Com a assistência de um *software* para gerenciamento de referências, um total de 3.770 duplicatas foram removidas. Depois, 7.897 estudos não foram qualificados por meio da avaliação do título e resumo, por se tratar de artigos em outras áreas de pesquisa não relacionadas com o tema da revisão sistemática, além disso, nesta fase foram retirados artigos que trabalharam com outras espécies de aves, como codornas, perus e patos, restando, portanto, 9 artigos. Após a avaliação dos trabalhos completos, 8 referências foram excluídas por não atenderem ao critério de seleção com relação às variáveis analisadas (características de desempenho e de variáveis ambientais ou índices de conforto térmico). Após todas as etapas de avaliação (bancos de dados *on-line* e referências de estudos selecionados), 1 publicação científica (artigo de pesquisa completo) foi selecionada para a revisão sistemática (Figura 5).

Figura 6 - Prisma da seleção dos artigos utilizados na revisão sistemática na categoria matrizes



Fonte: Autoria própria.

5.6 DESCRIÇÃO DO BANCO DE DADOS NA CATEGORIA MATRIZES

O estudo que compõem o banco de dados foi publicado em 2015, em periódico nacional (Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia) e apresenta 1 variável ambiental (umidade relativa do ar) e a avaliação da eclodibilidade dos ovos (Tabelas 7 e 8).

Tabela 7 - Artigos utilizados na revisão sistemática de matrizes

Autor	Ano	Título	Periódico	Cód.
V. M. Barbosa, N. C. Baião, L. J. C. Lara, J. S. R. Rocha, M. A. Pompeu, N. R. S. Martins, R. C. Leite, S. V. Cançado.	2015	Efeitos da umidade relativa do ar na incubação e da idade da matriz leve sobre a eclodibilidade, qualidade dos pintos recém-eclodidos e desempenho da progênie.	Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia.	1

Fonte: Autoria própria.

Tabela 8 - Tratamentos utilizados (A), número de aves por tratamento (B), tipo de estresse (C), variáveis ambientais e índices de conforto térmico (D) e parâmetros de desempenho (E) avaliados em cada artigo de matrizes utilizado na revisão sistemática

Código	A	B	C	D	E
1 M	Tratamento Fatorial 3 x 3: - 3 idades das matrizes em semanas (I: 26, II: 41 e III: 56) - 3 níveis de umidade relativa do ar nas incubadoras (I: 48%, I: 56% e III: 64%).	30 aves em cada tratamento, sendo 1.204 ovos por tratamento.	-	Umidade relativa das incubadoras	Eclodibilidade dos ovos férteis

Fonte: Autoria própria.

O artigo recebeu um total de 12 pontos, pois as aves não foram alimentadas de forma *pair feeding*, não houve estresse por temperatura ou as demais variáveis ambientais, não teve tratamento controle, não avaliou índices de conforto térmico além disso, não avaliou a qualidade dos ovos (Tabela 9).

Tabela 9 - Pontuação dos estudos quanto aos critérios estabelecidos e soma dos pontos

Código	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	Soma
1	1	2	1	1	1	0	2	0	2	2	12

Fonte: Autoria própria.

A. Alimentação: 1 para experimentos com ração *ad libitum* e 2 para experimentos com ração controlada *pair feeding*.

B. Estresse ambiental: 1 para experimentos sem estresse ambiental (velocidade do vento, gases e umidade relativa) e 2 para experimentos com estresse ambiental (velocidade do vento, gases e umidade relativa).

C. Temperatura: 1 para experimentos sem estresse por temperatura e 2 para experimentos com estresse por temperatura.

D. Grupo controle: 1 para experimentos sem tratamento controle e 2 para experimentos com tratamento controle.

E. Índices de conforto térmico: 1 para experimentos que não avaliaram índices térmicos e 2 para experimentos que avaliaram índices térmicos.

F. Tipo de temperatura: 0 para experimentos que não tiveram estresse por temperatura, 1 para experimentos que tiveram estresse por temperatura contínuo e 2 para experimentos que tiveram estresse por temperatura cíclico.

G. Tempo: 0 para experimentos que não avaliaram medidas repetidas no tempo, 1 para experimentos que não avaliaram medidas repetidas no tempo quando necessário e 2 para experimentos que avaliaram medidas repetidas no tempo quando necessário.

H. Qualidade do ovo. 1 para experimentos que não avaliaram qualidade do ovo e 2 para experimentos que avaliaram qualidade do ovo.

I. Medidas. 1 para experimentos que não avaliaram medidas fisiológicas/comportamentais e 2 para experimentos que avaliaram medidas fisiológicas/comportamentais.

J. Tratamentos: 1 para experimentos que não tiveram repetições dos tratamentos e 2 para experimentos que tiveram repetições dos tratamentos.

6 DISCUSSÃO

No banco de dados formado, foi heterogênea a quantidade de trabalhos de cada uma das categorias de aves (frango de corte, poedeiras comerciais e matrizes) que entraram para a revisão sistemática. A genética da avicultura de postura, assim como ocorre com a de corte, é concentrada em poucas empresas multinacionais, fazendo da avicultura nacional, importadora de genética. Sua importância para a competitividade do setor e o fato de ela ser intensiva, explicam sua concentração. Ademais, o volume de aves matrizes alojadas é proporcionalmente menor quando comparado aos de pintos de corte e pintainhas.

Em comparação com os 1,66% em matrizes, a categoria de poedeiras comerciais contribuiu com 31,66% dos relatórios científicos. Além disso, a literatura é mais focada em aves na fase de produção de ovos do que em outras fases de criação.

O aumento da demanda mundial por produção de frangos de corte foi proporcional a maioria dos estudos identificados durante a revisão sistemática, totalizando 66,66% dos trabalhos.

A grande maioria dos estudos identificados durante a revisão sistemática foram publicados em periódicos internacionais sendo que a composição do banco de dados formado se obteve com participação de 80% e 84,21% nas categorias frango de corte e poedeiras comerciais, respectivamente, neste tipo de periódico. Estas revistas desempenham um papel fundamental na disseminação de conhecimento relacionado à avicultura e em todas as disciplinas, tornando suas pesquisas imediatamente e permanentemente acessíveis em todo o mundo, mantendo os direitos autorais de seus trabalhos. O Poultry Science foi detentor do maior número de publicações. Este periódico é fonte confiável de informações avícolas e classificado pelo Fator de Impacto da Clarivate como uma das 10 principais revistas mundiais de agricultura, laticínios e ciência animal a fornecer pesquisas de alto calibre, com Impact Factor e Eigenfactor de 3.352.

Ao considerar o endereço do autor principal, 27,5% eram do Brasil na categoria frango de corte. De acordo com Santini (2006), as empresas norte-americanas e europeias detêm maior e melhor competência em algumas áreas de pesquisa e tecnologia onde o Brasil ainda é vulnerável, porém esta vulnerabilidade vem caindo nos últimos anos. Empresas do setor avícola têm buscado desenvolver as pesquisas

em parcerias com universidades e institutos públicos de pesquisa, o que demonstra confiança nessas instituições, além da preocupação em maximizar os recursos físicos, humanos e financeiros (SCHMIDT e SILVA, 2018).

Isso vem ao encontro à representatividade e importância da avicultura brasileira no cenário mundial. Segundo dados da Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA, 2021), em 2020 a produção brasileira de carne de frango foi de 13,845 milhões de toneladas, mantendo o país na posição de maior exportador mundial e de segundo maior produtor de carne de frango, atrás apenas dos Estados Unidos. Do total de frangos produzidos pelo país em 2020, 69% foram destinados ao consumo interno e 31%, para exportação em mais de 150 países. Este setor é representado por uma estrutura de milhares de produtores integrados, centenas de empresas beneficiadoras e dezenas de empresas exportadoras, o que ressalta sua importância para o país.

Diferentemente, na produção de poedeiras comerciais, a adoção do sistema de integração é pouco expressiva no país. Em 2020, o Brasil foi o quinto maior produtor mundial de ovos para consumo, contribuindo com 3% da produção mundial, onde 99,69% de sua produção é absorvida no mercado interno (ABPA, 2021). A prevalência de autoria principal europeia nos artigos de poedeiras comerciais valida os fatos históricos recentemente expostos acerca das iniciativas da Comissão Europeia sobre a revisão de suas normas de bem-estar animal. A estratégia *Farm to Fork* da União Europeia pretende atualizar a legislação comunitária com o intuito de eliminar progressivamente a utilização de gaiolas para certas espécies, incluindo as poedeiras comerciais e a adoção da legislação tem previsão para o final do ano de 2023 (CCE, 2021).

Com relação à linha do tempo da base de dados, o levantamento entre os anos de 2000 até 2020 mostrou que os trabalhos desenvolvidos contemplavam em sua maioria o parâmetro temperatura como variável ambiental, sendo que na categoria frango de corte este parâmetro esteve presente em 77,5% dos artigos e 65% dos estudos desta mesma categoria empregaram algum tipo de estresse térmico em seus experimentos. Nas poedeiras comerciais, o parâmetro temperatura esteve presente em 84,21% dos artigos e empregou algum tipo estresse térmico em 42,09% dos seus estudos. No Brasil e em países de clima tropical e subtropical, na maior parte do ano, há elevadas temperaturas e umidade do ar, o que favorece um desconforto para as aves (PAULINO, 2019). À medida que a ave se desenvolve, diminui sua resistência ao calor (MACARI et al., 2002). Com umidade relativa muito alta, a ave não suporta a

elevada temperatura ambiente, o que pode elevar a temperatura corporal e promover a prostração do animal e redução no desempenho produtivo queda no consumo de alimentos, menor taxa de crescimento, queda na produção de ovos, maior incidência de ovos com casca mole e menos densa, diminuição da eclodibilidade e maior taxa de mortalidade. Essa preocupação latente por estresse térmico por calor corrobora com o volume de trabalhos encontrados com essa temática, seja para categoria frango de corte (com expressiva autoria de artigos brasileiros já comentado anteriormente) e poedeiras comerciais. Temperaturas elevadas reduzem o consumo de ração prejudicando o desempenho das aves ao passo que baixas temperaturas, podem melhorar o ganho de peso, mas pioram a conversão alimentar (FURLAN, 2006).

Observou-se que a temperatura de bulbo seco e umidade relativa são variáveis facilmente encontradas e interpretadas nos estudos. Dados científicos quanto às zonas termo neutras e críticas para aves de produção em suas diversas categorias e fase de produção também têm sido catalogadas, porém diferenças são observadas e podem influenciar negativamente na tomada de decisões dos produtores.

Segundo Moura e Nääs (1993), os índices de conforto térmico apresentam em uma única variável os fatores que caracterizam tanto o ambiente térmico quanto o estresse que tal ambiente pode exercer sobre ele. Um ponto importante foi que do total de 60 artigos que entraram para a revisão sistemática, somente 12 calcularam índices de conforto térmico. Foram encontrados estudos com monitoramento das variáveis ambientais como também o monitoramento através dos índices de conforto térmico, entretanto os estudos que realizaram cálculos efetivos dos índices de conforto térmico em seus experimentos, dentro da linha do tempo considerada neste trabalho, foram observados a partir de 2006 nos experimentos para frango de corte. Um pouco mais tardio, porém com a proporcionalidade de estudos dos índices de conforto térmico superior nesta categoria, observou-se o emprego desta métrica nos trabalhos em poedeiras comerciais a partir de 2013, indicando que, apesar deste assunto ser recorrente e antigo nas pesquisas, ele vem crescendo, haja vista a uma lacuna de oportunidades em se atualizar as faixas críticas de conforto balisadas pelos diversos índices de conforto térmico. De acordo com Azizpour et al. (2012), para melhor entender os impactos dos laços físicos adequados no ambiente de produção, os índices de conforto térmico têm sido desenvolvidos e utilizados como guias para a tomada de decisões, permitindo que os efeitos do estresse térmico sejam minimizados ou evitados.

7 CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos nesta revisão sistemática, pôde-se concluir que o volume de artigos, por categoria de aves, que entrou nesta revisão sistemática mediante a metodologia aplicada, foi proporcional à sua representatividade e demanda no cenário brasileiro e mundial. Foi soberana a quantidade de trabalhos divulgados pertinentes ao tema deste estudo, em revistas e periódicos internacionais. O parâmetro temperatura foi a variável ambiental com maior prevalência nos estudos relacionados à ambiência e conforto térmico em aves de produção. Na linha do tempo considerada neste estudo, observou-se que os índices de conforto térmico em aves, apesar da crescente evolução de trabalhos com este tema, são ferramentas a serem mais exploradas em estudos pela busca do conforto térmico das aves de produção.

REFERÊNCIAS

- ABPA – Associação Brasileira de Proteína Animal. **Relatório anual 2021**. Disponível em: <http://abpa-br.org/mercados/#relatorios>. Acesso em: 5 mai. 2021.
- ABREU, P. G. de; ABREU, V. M. N.; COLDEBELLA, A.; JAENISCH, F. R. F.; PAIVA, D. P. de. **Índices térmicos ambientais para aves criadas em aviários com e sem o uso de forro**. Engormix, artigos técnicos avicultura, 2012. Disponível em: <https://pt.engormix.com/avicultura/artigos/indices-termicos-aves-aviarios-t37563.htm>. Acesso em: 10 dez. 2020.
- ABREU, P. G.; ABREU, V. M. N. **Conforto térmico para aves**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, (Comunicado Técnico), p. 5, 2004.
- ABREU, P. G.; ABREU, V. M. N. **Ventilação na avicultura de corte**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves (Embrapa Suínos e Aves. Documentos, 63), p. 50, 2000.
- AENGWANICH, W. Pathological changes and the effects of ascorbic acid on lesion scores of bursa of fabricius in broiler under chronic heat stress. **Research Journal of Veterinary Sciences**, v. 1, p. 62-66, 2008. Disponível em: <https://scialert.net/abstract/?doi=rjvs.2008.62.66>. Acesso em: 12 out. 2020.
- ALBINO, F. L.; CARVALHO, B. R.; MAIA, R. C.; BARROS, V. R. S. M. **Galinhas Poedeiras: criação e alimentação**. ed.1, p. 376 p, Viçosa, MG, 2014.
- ALBRIGHT, L. D. **Environment control for animals and plants**. American Society of Agricultural Engineers Michigan. ASAE Textbook, 4, p. 453, St. Joseph, 1990.
- ALMEIDA, E. U. **Níveis de lisina digestível e planos de nutrição para frangos de corte machos de 1 a 42 dias de idade**. 2010. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Centro Universitário de Vila Velha, 2010. Disponível em: <http://docplayer.com.br/23057425-Niveis-de-lisina-digestivel-e-planos-de-nutricao-para-frangos-de-corte-machos-de-1-a-42-dias-de-idade.html>. Acesso em: 12 out. 2020.
- ALTAN, O.; PABUÇCUOGLU, A.; ALTAN, A.; KONYALIOGLU, P.; BAYRAKTAR, H. Effect of heat stress on oxidative stress, lipid peroxidation and some stress parameters in broilers. **British Poultry Science**, v. 44, n. 4, p. 545-550, 2003.
- ALVES, S. P. **Uso da zootecnia de precisão na avaliação do bem-estar bioclimático de aves poedeiras em diferentes sistemas de criação**. 2006. Tese (Doutorado em agronomia, área de física do ambiente agrícola) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11131/tde-04042007-141113/pt-br.php>. Acesso em: 12 out. 2020.
- AMARAL, A.G. et al. Effect of the production environment on sexed broilers reared in a commercial house. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.63, n.3, p.649-658, 2011.

ARADAS, M. E. C., **Avaliação do controle do ambiente em galpões de frangos de corte criados em alta densidade**. 2001. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Estadual de Campinas, 2001. Disponível em: <http://repositorio.unicamp.br/jspui/handle/REPOSIP/257318>. Acesso em: 15 jun. 2021.

AZIZPOUR, F.; MOGHIMI, S.; SALLEH, E.; MAT, S.; LIM, CH.; SOPIAN, K. Thermal Comfort Investigation of a Facility Department of a Hospital in HotHumid Climate: Correlation between Objective and Subjective Measurements. **Indoor and Built Environment**, v. 22, p. 836–845, 2012. DOI: doi:10.1177/1420326X12460067.

BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. F. **Ambiência em edificações rurais - Conforto animal**., 1. ed., p. 246, Viçosa; UFV, 1997.

BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. F. **Ambiência em edificações rurais: conforto animal**. 2. ed., p. 269, Viçosa: UFV, 2010.

BARBOSA FILHO, J. A. D.; SILVA, I. J. O.; SILVA, M. A. N.; SILVA, C. J. Avaliação dos comportamentos de aves poedeiras utilizando sequência de imagens. **Engenharia Agrícola**. v.27, p. 93-99, 2007.

BARTLETT, J. R.; SMITH, M. O. Effects of different levels of zinc on the performance and immunocompetence of broilers under heat stress. **Poultry Science**, v. 82, n.10, p. 1580-1588, 2003.

BOND, T. E.; KELLY, C. F. The globe thermometer in agriculture research. **Agricultural Engineer**, v. 36, n. 2, p. 251-260, 1955.

BOTTJE, W. G.; HARRISON, P.C. Effects of carbonated water on growth performance of cockerels subjected to constant and cyclic heat stress temperature. **Poultry Science**, v. 64, n. 1, p.107-113, 1985.

BRAZ, J. R. C. Fisiologia da termorregulação normal. **Revista Neurociências**, [S. l.], v. 13, p. 12–17, 2005. DOI: 10.34024/rnc.2005.v13.8799. Disponível em: <https://periodicos.unifesp.br/index.php/neurociencias/article/view/8799>. Acesso em: 20 set. 2021.

BUFFINGTON, D. E.; COLLAZO-AROCHO, A.; CANTON, G. H.; PITT, D. Black globe humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v.24, n.3, p.711-714, 1981.

CALVET, S.; CAMBRA-LOPEZ, M.; ESTELLÉS, F.; TORRES, A. G. Caracterização das emissões de gases de uma fazenda de frangos de corte no mediterrâneo. **Poultry Science**, v. 90, n.3, p.534-542, 2011.

CAMERINI, N.L.; SILVA, R.C.; NASCIMENTO, J. W.B.; OLIVEIRA, D.L.; SOUZA, B.B. Variação da temperatura superficial de aves poedeiras criadas em dois sistemas de criação utilizando termografia. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v.12, n.2, p.145-152, 2016.

CAMPOS, A. T.; KLOSOWSKI, E. S.; SOUSA, F. A.; PONCIANO, P. F.; NAVARINI, F. C.; YANAGI JUNIOR, T. Eficiência de sistema de aquecimento auxiliar para aviários, com base nos índices de conforto térmico. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 29, n. 3, p. 703-711, 2013.

CAMPOS, E. J. **Avicultura: razões, fatos e divergências**. Belo Horizonte: FEPMVZ, p. 80–131, 2000.

CANDIDO, M. G. L. Determination of thermal comfort zone for early-stage broilers. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 36, n. 5, p. 760-767, 2016.

CARVALHO, C. C. S.; SANTOS, T. C.; SILVA, G. C.; SANTOS, L. V.; MOREIRA, S. J. M.; BOTELHO, L. F. R. Conforto térmico animal e humano em galpões de frangos de corte no semiárido mineiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 18, n. 7, p.769-773, 2014.

CASSUCE, D.C.; TINÔCO, I. F.F.; BATA, F. C.; ZOLNIER, S.; CECON, P. A.; VIEIRA, SR. F. Atualização da temperatura do conforto térmico para frangos de corte até 21 dias de idade. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.33, n.1, p.28-36, 2013.

CASTILHO, V. A. R.; GARCIA, R. G.; LIMA, N. D. S.; NUNES, K. C.; CALDARA, F. R.; NÄÄS, I. A., BARRETO, B., JACOB, F. G. Bem-estar de galinhas poedeiras em diferentes densidades de alojamento. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, v. 9, n. 2, p. 122-131, 2015.

CASTRO JUNIOR, S. L. de; SILVA, I. J.O. da. The specific enthalpy of air as an indicator of heat stress in livestock animals. **International Journal of Biometereorology**, v. 65, p. 149-161, 2020.

CASTRO JÚNIOR, S. L. **Pacote tecnológico para o diagnóstico do conforto térmico dos animais de produção**. 2019. Dissertação (Mestrado no Curso de Engenharia de Sistemas Agrícolas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2020. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11152/tde-09032020-091145/pt-br.php>. Acesso em:12 outubro 2020.

CAVALCHINI, L. G. **El Pavo: cría, incubación, patologia**. 1 ed. Madrid: Mundi-Prensa, p.308, 1985.

COBB. **Manual de manejo de frangos Cobb 500: guia de manejo**. São Paulo: Cobb-Vantress Brasil, 105 p., 2018.

COMUNIDADE ECONÔMICA EUROPÉIA - CEE. Bem Estar Animal – **Revisão da Legislação Européia**. Disponível em: Animal welfare – revision of EU legislation (europa.eu). Acesso em: 21 jul. 2021.

COSTA, E. M. S., DOURADO, L. R. B.; MERVAL, R. R. Medidas para avaliar o conforto térmico em aves. **PUBVET**, Londrina, v. 6, n. 31, ed. 218, Art. 1452, 2012.

DAMASCENO, F. A; YANAGI JUNIOR, T.; LIMA, R. R. de.; GOMES, R. C. C.; MORAES, S. R. P. de. Avaliação do bem-estar de frangos de corte em dois galpões

comerciais climatizados. **Ciência agrotecnológica**, Lavras, v. 34, n. 4, p. 1031-1038, 2010.

ESMAY M. L.; DIXON J. E. **Environmental control for agricultural buildings**. Westport: The AVI. p. 287, 1986.

ESMAY, M. L. **Principles of animal environment**. Westport, CT Avi Publishing Co., p. 325, 1969.

FERRAZ, P.F.P.; YANAGI JUNIOR, T.; MELO, L. F. L. D.; CASTRO, J. D. O.; CECCHIN, D. Spatial and temporal distribution of enthalpy in aviary heated by industrial furnace. **Revista Ceres**, v.65, n.4, p.346-355, 2018.

FERREIRA, M. S. S., GARBOSSA, C. A. P., OBERLENDER, G., PEREIRA, L. J., ZANGERONIMO, M. G., SOUSA, R. V., & CANTARELLI, V. S. Effect of ractopamine on lipid metabolism in vivo - A systematic review. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 56, p.35–43, 2013.

FERREIRA, R. A. **Maior produção com melhor ambiente para aves, suínos e bovinos**. Viçosa: Aprenda Fácil, p. 296, 2016.

FINEOUT-OVERHOLT, E., STILLWELL, SB. Asking compelling, clinical questions. In Mazurek Melnyk B, Fineout-Overholt E (Eds) Evidence-Based Practice in Nursing & Healthcare: A Guide to Best Practice. Second edition. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, p.25-39, 2011.

FIORELLI, J.; FONSECA, R.; MORCELI, J. A. B.; DIAS, A. Influência de diferentes materiais de cobertura no conforto térmico de instalações para frangos de corte no oeste paulista. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.30, n.5, p.986-992, 2010.

FURLAN, R. L. Influência da temperatura na produção de frangos de corte. In: VII Simpósio Brasil Sul de Avicultura. **Anais [...]**. Chapecó, SC. 2006.

GOMES, R. C. C.; YANAGI JUNIOR, T.; LIMA, R. R.; YANAGI, S. N. M.; CARVALHO, V. F.; DAMASCENO, F. A. Predição do índice de temperatura do globo negro e umidade e do impacto das variações climáticas em galpões avícolas climatizados. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 9, p.1645-1651, 2011.

GUYTON, A. C.; HALL, J. E. **Tratado de Fisiologia Médica**. 12. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011, p. 913.

HUMANE FARM ANIMAL CARE. **Bem-estar animal**. 2014. Disponível em: <https://certifiedhumanebrasil.org/>. Acesso em: 3 nov. 2020.

INCROPERA, F.P.; DeWITT, D.P. **Fundamentos de transferência de calor e de massa**. John Wiley & Sons, Inc., 6ed., 697p, 2008.

JÁCOME, I. M. T. D.; FURTADO, D. A.; LEAL, A. F.; SILVA, J. H. V.; MOURA, J. F. P. Avaliação de índices de conforto térmico de instalações para poedeiras no nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.11, p. 527-531, 2007.

LIMA, K. A. O.; MOURA, D. J.; NAAS, I. A.; PERISSINOTTO, M. Estudo da influência das ondas de calor sobre a produção de leite no Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, v. 1, p. 70-81, 2007.

MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frango de corte**. (2 ed.). Jaboticabal: FUNEP, 2002, p.209-230.

MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Campinas: FACTA, 2 ed., p. 375, 2002.

MACARI, M.; MAIORKA, A. **Fisiologia das aves comerciais**. Jaboticabal: Funep, 1 ed., p. 806, 2017.

MACK, L. A.; FELVER-GANT, J. N.; DENNIS R. L.; CHENG, H. W. Genetic variations alter production and behavioral responses following heat stress in 2 strains of laying hens. **Poultry Science**, v. 92, p 285-294, 2013.

MATHUR, P.K., HORST, P. Genotype by environment interactions in laying hens based on relationship between breeding values of sires in temperate and tropical environments. **Poultry Science**, v.8, p 1777-1784, 1994.

MELUZZI, A.; SIRRI, F. Welfare of broiler chickens Ital. **Journal Animal Science**, v.8 (Suppl. 1), p.161- 173, 2009.

MENEGALI, I.; BAETA, F. C.; TINOCO, I. de F. F.; CORDEIRO, M. B.; GUIMARÃES, M. C. C. Desempenho produtivo de frangos de corte em diferentes sistemas de instalações semiclimatizadas no sul do Brasil. **Engenharia na Agricultura**, v.18, p.461- 471, 2010.

MOLINA, J. Manejando reproductoras en climas tropicales. **Indústria Avícola**, Venezuela, v.39, n.3, p.15-17, 1992.

MOREIRA, J. R. S. Processo de Transferência de Calor. Escola Politécnica da USP. São Paulo, 2005.

MOURA, D. J.; NÄÄS, I. A. Estudo comparativo de índices de conforto térmico na produção de animais. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 22. Ilhéus, 1993. **Anais [...]**. Ilhéus/BA: SBEA – CEPLAC, v.1, p. 42-46, 1993.

MOURA, D. J. **Ambiência na avicultura de corte**. In: SILVA, I.J.O. **Ambiência na produção de aves em clima tropical**. Piracicaba: FUNEP, p.81-93. 2001.

NAZARENO, A. C.; PANDORFI, H.; GUISELINI, C.; VIGODERIS, R. B.; PEDROSA, E. M. R. Bem-estar na produção de frango de corte em diferentes sistemas de criação. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.31, n.1, p.13-22, 2011.

NAZARENO, A. C; PANDORFI, H; ALMEIDA, G. L; GIONGO, P. R; PEDROSA, E. M; GUISELINI, C. Avaliação do conforto térmico e desempenho de frangos de corte sob

regime de criação diferenciado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, v. 13, p. 802–808, 2009.

OBA, A.; LOPES, P. C. F.; BOIAGO, M. M.; SILVA, A. M. S.; MONTASSIER, J. H.; SOUZA, P. A. 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, H.L.; AMENDOLA, M.; NÄÄS, I. A. Estimativa das condições de conforto térmico para avicultura de postura usando a teoria dos conjuntos fuzzy. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.25, n.2, p.300-307, 2005.

OLIVEIRA, L. M. F. de. Zoneamento bioclimático da região sudeste do Brasil para o conforto térmico animal e humano. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 26, n. 3, p. 823-831, 2006.

OLIVEIRA, R. F. M.; DONZELE, J. L.; ABREU, M. L. T.; FERREIRA, R. A.; VAZ, R. GOMES M. V.; CELLA, P. S. 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.

OLIVEIRA NETO, A. R.; OLIVEIRA, R. F. M.; DONZELE, J. L. et al. Efeito de Temperatura Ambiente sobre o Desempenho e Características de Carcaça de Frangos de Corte Alimentados com Dieta Controlada e dois Níveis de Energia Metabolizável. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 01, p. 183 - 190, 2000.

OLIVEIRA, P. A. V.; GUIDONE, A. L.; BARONI JÚNIOR, W.; DALMORA, V. J.; CASTANHA, N. Efeito do tipo de telha sobre o acondicionamento ambiental e o desempenho de frangos de corte. In: Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas, 1995, Curitiba. **Anais [...]**. Curitiba: FACTA, 1995. p.297-298.

PAULINO, M. T. F., DE OLIVEIRA, E. M., GRIESER, D. O., TOLEDO, J. B. Criação de frangos de corte e acondicionamento térmico em suas instalações: Revisão. **PUBVET** v.13, n.2, a280, p.1-14, fev., 2019.

PEREIRA, U. P., OLIVEIRA, D. G. S., MESQUITA, L. R., COSTA, G. M., & PEREIRA, L. J. Efficacy of *Staphylococcus aureus* vaccines for bovine mastitis: A systematic review. **Veterinary Microbiology**, v.148, p.117–124, 2011.

PLAVNIK, I. Nutrição de aves em climas quentes. In: CONFERÊNCIA APINCO 2003 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS. **Anais [...]**, Campinas, p. 235-245, 2003.

POLSKY, L.; VON KEYSERLINGK, M. A. Invited review: Effects of heat stress on dairy cattle welfare. **Journal of Dairy Science**, v.100, p. 8645-8657, 2017.

RENAUDEAU, D.; COLLIN, A.; YAHAV, S.; BASILIO, V.; GOURDINE, J. L.; COLLIER, R. J. Adaptation to hot climate and strategies to alleviate heat stress in livestock production. **Animal**, v.6, p.707-728, 2011.

RETELATTO, R., MENDES, A. S., POSSENTI, M. A., PAIXÃO, S. J. Aplicação dos Conceitos de Calorimetria na Produção de Frangos de Corte. **BioEngenharia**, Campinas, v.2, n.2, p. 099-108, jan/abr., 2008.

RIVERO, R. **Arquitetura e clima: acondicionamento térmico natural**. 2.ed. Porto Alegre: D.C. Luzzato Editores, p. 240, 1986.

RODIGUES, L.P. Da Fisiologia à Sociologia? Elementos para uma revisão da história teórica da sociologia sistêmica. **Revista Brasileira de Ciências Sociais**. Porto Alegre, v. 28, p. 82, 2013.

ROSA, Y. B. C. J. **Influência de três materiais de cobertura no índice de conforto térmico em condições de verão, para Viçosa - MG**. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa/MG, 1984.

SANTINI, G. A. **Dinâmica tecnológica da cadeia e frango de corte no Brasil. Análise dos segmentos de insumo e processamento**. 2006. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de São Carlos (USFCAR), São Carlos, 2006.

SANTOS, G. B.; SOUSA, I. F.; BRITO, C. O.; SANTOS, V. S.; BARBOSA, R. J.; SOARES, C. Estudo bioclimático das regiões litorânea, agreste e semiárida do estado de Sergipe para avicultura de corte e postura. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 44, n.1, p. 123-128, 2014

SANTOS, R. C.; TINÔCO, I. F. F.; PAULO, M. O.; CORDEIRO, M. B.; SILVA, J. N. Análise de coberturas com telhas de barro e alumínio, utilizadas em instalações animais para duas distintas alturas de pé-direito. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, v.6, p.142-146, 2002.

SARTORI, J. R.; GONZALES, E.; DAL PAI, V. Effect of Environmental Temperature and Feed Restriction on the Performance and Composition of the Skeletal Muscle Fibers in Broilers. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa/MG, v. 30, n. 6, p. 1779-1790, 2001.

SCHMIDT, N. S.; SILVA, C. L. Pesquisa e desenvolvimento na cadeia produtiva de corte do Brasil. **Revista Economia Sociologia Rural**, v. 56, n. 3, 2018.
SECO, A. L. R., Saviato, B., Moraes, C. A., Nakagawa, F. T. L., Lacerda, M. P. Romano, M. V. F. G., Sakai, N. H., Matos, J. D. **Termorregulação: o corpo e a variação da temperatura**. Centro de Ciência da Saúde. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2005.

SILVA, I. J. O.; GUELFILHO, H.; CONSIGLIERO, F. R. Influência dos materiais de cobertura no conforto térmico de abrigos. **Engenharia Rural**, Piracicaba, v.1, n.2, p. 43-55, 1990.

SILVA, I. J. O.; SEVEGNANI, K. B. **Ambiência na produção de aves de postura**. In: Silva, I. J. O. *Ambiência na produção de aves em clima tropical*. Piracicaba: FUNEP, p.150- 214, 2001

SILVA, R. G. **Introdução a bioclimatologia animal**. São Paulo, Nobel, p. 285, 2000.

SILVA, V. O., LOPES, E., ANDRADE, E. F., SOUSA, R. V., ZANGERONIMO, M. G., & PEREIRA, L. J. Use of biodiesel co-products (Glycerol) as alternative sources of energy in animal nutrition: A systematic review. **Archivos de Medicina Veterinaria**, v.46, p.111–120, 2014.

TAKAHASHI, L. S.; BILLER, J. D.; TAKAHASHI, K. M. **Bioclimatologia Zootécnica**, Jaboticabal, p.91, 2009.

TAO, T.; XIN, H. Acute synergistic effects of air temperature, humidity, and velocity on homeostasis of market-size broilers. *Transactions of the ASAE*, v. 46, n. 2, p. 491-497, 2003.

THOM, E. C. The discomfort index. **Weatherwise**, v. 12, p. 57-59, 1959.

TINÔCO, I. F. F. Ambiência e instalações para a avicultura industrial. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 27, e Encontro Nacional de Técnicos, Pesquisadores e Educadores de Construções Rurais, 3, 1998, Poços de Caldas. **Anais [...]**. Lavras: UFLA/SBEA, 1998, p.1-86.

TINÔCO, I. F. F. Avicultura industrial: novos conceitos de materiais, concepções e técnicas construtivas disponíveis para galpões avícolas brasileiros. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v.3, n.1, p.1-26, 2001.

TINÔCO, I.F.F.A granja de frangos de corte. In: Mendes A A, Nããs IA & Macari M (Eds.) **Produção de frangos de corte**. Campinas. FACTA, 2004, p. 55-84.

VIEIRA, F. M. C.; SILVA, I. J. O. da.; BARBOSA FILHO, J. A. D.; VIEIRA, A. M. C. Productive losses on broiler preslaughter operations: effects of the distance from farms to abattoirs and of lairage time in a climatized holding area. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.2471-2476, 2010.

VITORASSO, G.; PEREIRA, D. F. Análise comparativa do ambiente de aviários de postura com diferentes sistemas de condicionamento. **Revista Brasileira Agrícola e Ambiental**, v.12, n.6, 2009.

YAHAV, S.; STRASCHNOW, A.; PLAVNIK, I.; HURWITZ, S. Effects of diurnally cycling versus constant temperatures on chicken growth and food intake. **British Poultry Science**, v.37, n.1, p. 43-54, 1996.

YANAGI JUNIOR, T.; AMARA, A.G.; TEIXEIRA, V. H.; LIMA Caracterização do ambiente termoacústico e de iluminância em galpão comercial para criação de frango de corte. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.31, n.1, p.1-12, 2011.