

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS E ENGENHARIA
Programa de Pós-Graduação em Agronegócio e Desenvolvimento

JOSÉ EDUARDO DEL VALLE

**ÍNDICE DE AGITAÇÃO PARA ESTIMATIVA DO CONFORTO TERMICO DE AVES
(*gallus gallus domesticus*) UTILIZANDO ANÁLISE DIGITAL DE IMAGENS**

TUPÃ - SP
2020

JOSÉ EDUARDO DEL VALLE

**ÍNDICE DE AGITAÇÃO PARA ESTIMATIVA DO CONFORTO TERMICO DE AVES
(*gallus gallus domesticus*) UTILIZANDO ANÁLISE DIGITAL DE IMAGENS**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências e Engenharia – Unesp, Universidade Estadual Paulista, Câmpus de Tupã, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronegócio e Desenvolvimento.

Área de concentração: Agronegócio e Desenvolvimento

Linha de pesquisa: Desenvolvimento e Ambiente.

Orientador: Prof. Dr. Danilo Florentino Pereira

Co-orientador: Prof. Dr. Mario Mollo Neto

TUPÃ - SP

2020

Dedico a minha esposa Janaina Lopes que sempre me deu forças nessa caminhada que me levou a realizar mais uma conquista e um sonho.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço ao meu Senhor Jesus Cristo e a Santíssima Virgem Maria que sempre me guia e me protege por toda a minha vida

Agradeço a minha esposa Janaina Lopes, que desde o começo sempre me incentivou e me apoiou para o meu crescimento e a minha trajetória, e aos meus pais Pedro e Vera por seus esforços para me proporcionar uma boa educação.

Ao meu orientador Prof. Dr. Danilo Florentino Pereira por compartilhar seus conhecimentos e todo seu apoio.

Ao meu Co-orientador Prof. Dr. Mario Mollo Neto por sempre me ajudar e por seus conhecimentos transmitidos.

Resumo

As aves demonstram padrões comportamentais bastante específicos quando se encontram em estresse térmico por calor, tendendo a se movimentarem menos dentro da instalação. O monitoramento por vídeo é adequado para medir o comportamento como uma medida espacial, procurando saber qual o nível de agitação do animal e a distância percorrida. A hipótese deste trabalho é que o comportamento de agitação das aves é afetado pela temperatura do ambiente térmico do aviário e o grau de agitação pode ser utilizado para avaliar o conforto térmico. Assim, o objetivo deste trabalho foi desenvolver um índice de agitação que possa ser utilizado para inferir o conforto térmico das aves criadas sobre cama de maravalha. Foram utilizados vídeos filmados em dois experimentos distintos, um com galinhas poedeiras e outro com matrizes pesadas. Foi desenvolvido um algoritmo de análise de imagens no *software* MatLab®, com o qual extraiu-se as posições das aves a cada *frame*. Para a proposição do índice de agitação, considerou-se que cada ave é um ponto de um conjunto definido pelo *frame* e a partir dessas coordenadas, calculou-se as distâncias de Hausdorff a cada dois *frames*. Definiu-se que a maior distância percorrida entre esses dois *frames* analisados é o índice de agitação (*IndAgit*). Para cada experimento utilizado como teste para o *IndAgit*, aplicou-se o algoritmo de processamento e análise das imagens e extraiu-se vários valores de *IndAgit* para cada filmagem. A partir desses dados de *IndAgit*, foi verificado que as aves em condições de estresse térmico se movimentam menos e que a distribuição de *IndAgit* em condições de conforto térmico tem uma assimetria positiva e em condições de estresse térmico negativa. Conclui-se que o uso de técnicas de análise de imagens para avaliação do comportamento de aves foi eficiente e que o *IndAgit* proposto pode ser utilizado como um indicador de conforto térmico para aves.

Palavras-chave: avicultura, comportamento animal, distância de Hausdorff, índice de conforto, zootecnia de precisão

Abstract

One of the main limiting factors in the efficiency of poultry production, both for broilers and for laying hens, is thermal stress. Prolonged periods of thermal stress can cause reduced performance and increased morbidity and mortality, resulting in significant economic losses. Birds demonstrate very specific behavioral patterns when they are under heat stress. In this condition, birds tend to move less within the facility. Video tracking is suitable for measuring behavior as a spatial measure, seeking to know the level of agitation of the animal and the distance covered. The hypothesis of this work is that the birds' agitation behavior is affected by the temperature of the aviary's thermal environment and the degree of agitation can be used to assess thermal comfort. Thus, the objective of this work was to develop an agitation index that can be used to infer the thermal well-being of birds raised on wood shavings. The tracking was performed based on the capture of an analog video

signal that is digitized and from each frame the resulting pixels are analyzed to determine the location of the tracked animals. MatLab® software was used to process and analyze the recorded images. An algorithm capable of processing images was then developed and from these processes extracting data that allowed the calculation of an index that indicates the behavioral reactions of birds in relation to temperature variations in the breeding environment. The main measure sought should be directly proportional to the variation in the spread of birds in the scene and also to the movement of the group of birds. Considering that each bird is a point in a set defined by the frame, the method of calculating Hausdorff's distances was chosen, as it measures exactly this variation of interest. Using the Hausdorff distance concept, we sought the longest distance between the two frames between the shortest distances found between the bird in one frame and all birds in the next frame. For each experiment used as a test for the Agitation Index, the image processing and analysis algorithm was applied. The generated Shake Index returns a distance traveled value in pixels. As this distance covered is evaluated over a period of time, it can also be considered that this index expresses a speed, thus configuring an agitation indicator. Thus, it was possible to observe significant differences in the movement of birds in the two temperature conditions analyzed, be they inside and above the thermoneutrality zone, confirming the initial hypotheses of this work.

.Keywords:thermal comfort, machine vision, animal behavior, animal welfare, agitation index, precision zootechnics.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1: Zona de Termoneutralidade | 16 |
| Figura 2: Fisiologia das aves submetidas a altas temperaturas | 19 |
| Figura 3: Sistema termorregulador de uma ave de postura. | 20 |
| Figura 4: Galpões em escala reduzida e distorcida..... | 27 |
| Figura 5: Câmera instalada no teto do galpão..... | 28 |
| Figura 6: Esquema dos Box dentro da câmara climática. | 29 |
| Figura 7: Câmera de vídeo instalada no teto da câmara climática, sobre o box | 30 |
| Figura 8: Área de interesse na imagem a ser processada | 31 |

| | |
|--|----|
| Figura 9: Exemplo de processamento de uma imagem. A) Imagem original recortada, B) imagem em escala de cinza, C) imagem tratada com técnica de dilatação e erosão e filtro de Gauss e D) Imagem binarizada | 32 |
| Figura 10: Imagem classificada por ave (indivíduo) e posição dos respectivos centros de massa..... | 33 |
| Figura 11: Intervalos de temperaturas adotadas para o indicador de agitação | 36 |
| Figura 12: Distribuição espacial de galinhas poedeiras na cena durante 5 minutos de filmagem para a condição de temperatura A) 23°C e B) 27°C. | 39 |
| Figura 13: Distribuição espacial de matrizes pesadas na cena durante 5 minutos de filmagem para a condição de temperatura A) 26°C, B) 29°C e C) 35°C..... | 40 |
| Figura 14: Análise de intervalo de confiança do <i>IndAgit</i> para galinhas poedeiras nas condições de 23°C e 27°C | 42 |
| Figura 15: Análise de intervalo de confiança do <i>IndAgit</i> para matrizes pesadas nas condições de 26°C, 29°C e 35°C..... | 43 |
| Figura 16: Gráfico Boxplot do <i>IndAgit</i> para galinhas poedeiras nas condições de temperaturas avaliadas | 45 |
| Figura 17: Gráfico Boxplot do <i>IndAgit</i> para matrizes pesadas nas condições de temperaturas avaliadas | 45 |
| Figura 18: Gráficos de controle para valores individuais do <i>IndAgit</i> para as condições de 23°C e 27°C para galinhas poedeiras | 47 |
| Figura 19: Gráficos de controle para valores individuais do <i>IndAgit</i> para condições de 26°C, 29°C e 35°C para matrizes pesadas..... | 48 |

SUMÁRIO

| | |
|--------------------------------------|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 9 |
| 1.1 Objetivos..... | 11 |
| 1.1.2 Objetivo Geral | 11 |
| 1.1.3 Objetivos Específicos..... | 11 |
| 1.2 Justificativa | 11 |
| 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA..... | 13 |

| | |
|---|-----------|
| 2.1-Bem-estar e comportamento de poedeiras | 13 |
| 2.2-Efeito do calor sobre as aves | 16 |
| 2.2.1 Fisiologia das aves..... | 18 |
| 2.2.2 Ambiente térmico | 21 |
| 2.2.3 Indicadores (ITU, ITGU)..... | 22 |
| 2.3-Rastreabilidade e distribuição espacial das aves..... | 23 |
| 2.4-Visão computacional no agronegócio | 24 |
| | |
| 3MATERIAIS E MÉTODOS | 27 |
| | |
| 3.1 Experimento 1 | 27 |
| 3.2 Experimento 2..... | 29 |
| 3.3 Desenvolvimento do algoritmo de processamento e análise das imagens | 30 |
| 3.4 Índice de Agitação..... | 33 |
| 3.5 Teste e validação do Índice de Agitação..... | 34 |
| | |
| 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES | 35 |
| | |
| Índice de Agitação - <i>IndAgit</i> | 35 |
| Aplicação do <i>IndAgit</i> e estimativa do conforto térmico de aves | 38 |
| | |
| 5. CONCLUSÕES | 48 |
| 6. REFERÊNCIAS..... | 50 |
| ANEXOS | 60 |

1. INTRODUÇÃO

O rebanho de galinhas poedeiras no mundo é cerca de 4,7 bilhões, sendo China, Estados Unidos, os maiores produtores. O Brasil se encontra em 7º lugar, e por esse motivo, atualmente, se discute o bem-estar devido às características e condições presentes nos sistemas de criação onde estão sendo inseridas, pois esses sistemas não dão condições para se movimentarem e expressarem seus comportamentos naturais e não propiciam ambiência adequada (BAGGIO, 2017).

Ludtke et al (2016) reforçam que o bem-estar animal é condição exigida mundialmente a muito tempo. Na Europa existem leis para garantir qualidade de vida animal em sistemas de produção.

A legislação internacional da União Europeia sobre bem-estar de aves poedeiras, em relação aos atuais sistemas de criação com baterias de gaiolas, traz um conjunto de mudanças nas instalações e no manejo das aves, para que se tenha uma melhor adaptação aos novos requisitos do mercado. Essas mudanças já vêm ocorrendo em alguns países, surgem os sistemas alternativos para a criação, chamados de gaiolas enriquecidas e sistemas de semi-confinamento que podem proporcionar uma área com cama, poleiro e ninho para postura (BARBOSA FILHO et al., 2007).

Segundo a diretiva 1999/74/CE adotada na União Europeia que estabelece uma melhor qualidade de vida as aves, a avicultura teve problemas nos processos produtivos, o que na prática acaba envolvendo a produção comercial de ovos e, foi estabelecida a diretiva que garante condições adequadas para a criação de galinhas poedeiras visando melhorar os processos a cadeia produtiva (PIZUTTO et al, 2013; UBA, 2008).

A observação comportamental, segundo a literatura, indica que se pode inferir sobre diversos estados de bem-estar das aves. O comportamento animal pode ser usado como indicador de dores crônicas e na comparação do bem-estar em diferentes sistemas de criação (BROOM, 2017; BAGGIO, 2017; SILVA et al., 2006; LINARES e MARTIN, 2010; BERGMANN et al., 2017; GUINEBRETIERE et al., 2014).

Bem-estar significa uma boa qualidade de vida às aves, com uma boa alimentação, um ambiente favorável e também com a possibilidade de desenvolverem livremente o seu comportamento natural (RODRIGUES, 2016).

Segundo a União Brasileira de Avicultura (2008), as cinco liberdades dos animais devem ser respeitadas e servir como base para a elaboração do programa de bem-estar animal. Segundo esses princípios, as aves devem ser: livres de medo e angústia; livres de dor, sofrimento e doenças; livres de fome e sede; livres de desconforto e livres para expressar seu comportamento normal.

Um dos principais fatores limitantes da eficiência da produção é o estresse térmico. Períodos de estresse térmico prolongados podem causar redução de desempenho e aumento de morbidade e mortalidade, resultando em perdas econômicas significativas. Assim, o controle do ambiente térmico em que o animal vive é de crucial importância para evitar o estresse térmico e melhorar o desempenho animal (FOURNEI et al, 2017).

Devido as temperaturas elevadas, podendo afetar o desempenho dos animais, porém este não é um fator único, as aves também são muito sensíveis a umidades relativas, onde os valores médios não podem ultrapassar os 75 a 80%, pois é prejudicial para o bem-estar e seu comportamento (ALBINO et al., 2014).

A alteração de comportamento pode ser desencadeada por ambientes desfavoráveis, com espaço reduzido, sem enriquecimento e a reação de medo, proveniente da relação a perigo ou presença de predadores (TAHAMTANI et al, 2017; PEREIRA e NÄÄS, 2008). Por esta razão, a análise de comportamento pode ser usada como indicador de desconforto dos animais.

Existem diferentes formas de avaliar o comportamento animal. Na zootecnia a avaliação do comportamento animal é feita visualmente por um indivíduo que realiza a coleta de dados presencialmente (ABREU et al., 2007). Para avaliação do comportamento animal em grupos, pode-se utilizar câmeras de vídeo e posteriormente análise de imagens (PEREIRA et al., 2013; XIAOLIN et al., 2018; SERGEANT et al., 1998).

Diante desse contexto, a hipótese deste trabalho é que o comportamento de agitação das aves é afetado pela temperatura do ambiente térmico do aviário e o grau de agitação pode ser utilizado para avaliar o conforto térmico das aves poedeiras criadas sobre cama de maravalha.

Para confirmar a hipótese, desenvolveu-se um algoritmo computacional que analisou a movimentação de aves (*gallus gallus domesticus*) em diferentes temperaturas e ambientes. A partir dos dados registrados, foi desenvolvido um

índice de agitação e compararam-se os resultados obtidos buscando verificar diferenças entre os ambientes térmicos testados.

1.1. Objetivos

1.1.2. Objetivo Geral

O objetivo deste trabalho foi desenvolver um índice de agitação de aves (*gallus gallus domesticus*) que possa ser utilizado para inferir o conforto térmico das aves criadas sobre cama de maravalha.

1.1.3. Objetivos Específicos

A) Desenvolver um algoritmo computacional em ambiente MatLab® para processamento e análise automática de imagens de grupos de aves criadas sobre cama de maravalha.

B) Propor um indicador de agitação baseado em variáveis obtidas por meio de análise computacional de imagens.

C) Comparar os valores do índice de agitação obtidos em diferentes condições de temperatura do ar para validar o índice de agitação.

1.2. Justificativa

O sistema de criação em gaiolas causa estresse nas aves devido a não proporcionar um ambiente favorável para expressão dos comportamentos naturais, gerando assim episódios de canibalismo e diminuindo o desempenho produtivo das aves (NÄÄS, 2008). Este sistema não proporciona às aves expressar seus comportamentos naturais, bater asas, ciscar, empoleirar, além de limitar a livre movimentação e o estabelecimento de hierarquia natural (NÄÄS, 2008). Neste cenário, sistemas alternativos de criação de poedeiras, sobre cama de maravalha ou mesmo *free range*, tem aumentado (RODRIGUES, 2016) com vistas a atender demandas do mercado consumidor e se adequar a normas e legislação de bem-estar das aves.

Esses sistemas de criação em gaiola tornaram-se uma polêmica acerca do bem-estar animal, pois o reduzido espaço oferecido e a ausência de itens de

enriquecimento ambiental limitam as atividades que são importantes para as galinhas poedeiras (SILVA, 2008; ALVES et al., 2007).

Sergeant et al. (1998) desenvolveram uma pesquisa com análise de imagens através de vídeos coletados e concluíram que as aves poedeiras frequentaram mais o bebedouro e o comedouro dentro do ambiente onde estavam inseridas povoando sempre o mesmo lugar.

Para que se possa garantir conforto térmico aos animais, primeiro é necessário identificar situações que promovem o desconforto para poder atuar no ambiente e proporcionar melhores condições térmicas. Cada espécie animal tem suas condições específicas para um melhor desempenho e a mudança no comportamento dos animais pode indicar estresse térmico (COSTA NETO, 2014).

Segundo Azevedo (2005), para proporcionar ao animal o conforto térmico e para não ocorrer perdas produtivas, é necessário que se façam interferências no ambiente onde estão inseridos, para evitar o estresse por calor dos animais, resultando em uma melhor qualidade de vida em seus comportamentos.

Rudkin e Stewart (2003) monitoraram através de câmeras de vídeo o comportamento de duas linhagens de aves poedeiras em gaiolas modificadas, e verificaram nas duas linhagens a maioria dos comportamentos naturais das aves, mesmo estando em condições de confinamento e em curto espaço.

No entanto o sistema *cage-free* é considerado um sistema alternativo na avicultura pois permite que as aves fiquem soltas nos galpões, com acesso a ninhos, poleiros, local para banho de areias, além de espaço para fugas, portanto podem expressar seus comportamentos naturais e proporcionar um melhor bem-estar (VITS; WETZENBUERGER; HAMAN, 2005).

Segundo Nazareno et al. (2009), o sistema de gaiolas para criação de aves poedeiras possui influência direta na condição de conforto e bem-estar animal, em determinadas condições podem afetar diretamente o desempenho das aves. A zona de termoneutralidade está relacionada a um ambiente térmico ideal no qual se encontram boas condições para expressar suas características.

Coutinho et al. (2014) concluíram que as exigências de bem-estar animal, deve-se adequar o sistema de produção para atender as necessidades de conforto dos animais, tanto ambiental como de manejo.

Segundo Rodrigues (2006), as aves em situação de estresse por calor tendem a se concentrar em regiões que propiciem eficientes trocas térmicas, como bebedouro e comedouro, entre outros.

Baptista et al., (2011) concluíram que as avaliações comportamentais e fisiológicas, quando associadas, constituem ferramentas eficientes no julgamento do bem-estar dos animais.

Barbosa Filho et al. (2007) notaram em sua pesquisa que as aves no período da tarde têm uma ligeira queda no comportamento de comer e aumento nos comportamentos de investigar penas, tomar banho de areia, ficar parada e empoleirar e também aparece o comportamento de agressividade. Também observaram que as aves quando em estresse térmico, reduzem 50% na ingestão de ração. Concluem que o sistema de criação em cama e em conforto térmico, possibilita melhores condições de bem-estar e expressão dos comportamentos naturais.

Segundo Carvalho et al. (2015) concluíram que as aves mantidas na temperatura de 25°C prevaleceram os comportamentos naturais, já quando as aves foram submetidas à uma temperatura de 35°C o comportamento foi alterado em função do estresse por calor.

As aves expostas em ambientes abaixo da zona termoneutra apresentam mudanças em seu comportamento natural (Garcia, 2003). O limite inferior da zona de conforto térmico está em torno de 25°C, portanto as aves nessas temperaturas reagem melhor em seus comportamentos do que expostas ao calor (KUCUK et al., 2003).

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Bem-estar e comportamento de poedeiras

O bem-estar corresponde a harmonia do animal com o ambiente em que está inserido. Para que haja esta harmonia, é necessário que o animal possa expressar todos os seus comportamentos naturais, esteja livre de fome e sede, não sinta medo ou frustração além do que normalmente sentiria na natureza, significando melhor qualidade de vida para o animal e defendendo seu funcionamento biológico (ALVES et al., 2007).

Na União Europeia, visando garantir melhor qualidade de vida dos animais, foram apresentadas as cinco liberdades pelo *Farm Animal Welfare Council*, onde é proposto que o bem-estar animal estaria adequado, com as seguintes condições: conforto térmico e físico; possibilidade de expressar as condutas próprias da espécie; nutrição adequada; ausência de enfermidades e ausência de dor ou estresse intenso ou duradouro (MANTECA, 2011).

Para garantir o bem-estar aos animais, uma das formas a serem utilizadas é garantindo o conforto térmico por meio do controle das condições ambientais, isso envolve variáveis climáticas, temperatura ambiental, radiação solar e umidade do ar que podem levar os animais a promoverem mudanças comportamentais (COSTA NETO, 2014).

Segundo Santos (2007), as aves demonstram padrões comportamentais bastante específicos quando se encontram em estresse térmico por calor, expõe o máximo possível de seu corpo sobre o piso e também aumentam sua frequência respiratória. Nesta condição as aves tendem a se movimentar menos dentro da instalação.

A fixação para um limite da temperatura da zona de conforto térmico é uma tarefa difícil de ser realizada, pois depende de diversas variáveis, como a umidade relativa e o vento; a idade e a raça e também das instalações onde as aves for inserida como outras que interferem no bem-estar (RODRIGUES, 2006).

Segundo Maddocks et al. (2001) o bem-estar é medido usando uma série de indicadores fisiológicos, comportamentais ou clínicos e, esses animais são geralmente comparados entre alojados ou criados em ambientes onde possam expressarem seus comportamentos naturais.

A análise comportamental para inferir o bem-estar não está livre de problemas. Como não há um marcador absoluto de bem-estar bom ou ruim, argumenta-se cada vez mais que uma ampla gama de indicadores deve ser medida para uma melhor avaliação (FRASER, 1993).

A avaliação do comportamento é motivada pela falta de conhecimento do que pode contribuir para o bem-estar de uma ave e, neste caso a agitação é também usada como indicador do estado geral das aves (SERGEANT et al., 1998).

A União Brasileira de Avicultura (2008) toma alguns cuidados e indica alguns padrões para um bem-estar das aves em sistemas de gaiolas e criação em piso, entre os quais se observam que para essas criações as aves têm que dispor

de espaço para se movimentarem, sem se amontoar umas com as outras, beber e comer, assim como bater as asas e para não haver competição entre as aves.

Entre os sistemas de criação, se encontra a troca dos atuais sistemas de baterias em gaiolas para um sistema que possibilite, às aves, a expressão de seus comportamentos naturais, como tomar banho de areia, empoleirar-se, bater e esticar as asas e a utilização de ninho para postura (SILVA e MIRANDA 2009).

A condição de conforto e bem-estar das galinhas poedeiras possui influência direta com o ambiente do sistema de criação intensivo do animal e em determinadas condições pode promover dificuldades na manutenção do balanço térmico no interior das instalações e na expressão dos comportamentos naturais das aves, que afetam diretamente o seu desempenho produtivo (OLIVEIRA et al, 2014).

Grupos com menos aves conseguem visitar mais vezes o ninho, assim proporciona-se um melhor bem-estar, evitando concorrência pelos diferentes espaços, no entanto, em grupos menores, com maior densidade, há uma tendência de perseguições e as aves se empoleiram menos (PEREIRA et al., 2013).

Segundo Fournel et al. (2017), o estudo do comportamento animal para um melhor desempenho das aves, é muito mais complexo do que simplesmente registrar as atividades em uma área, para que se permita analisar, por exemplo, o comportamento da ave bicando, comendo, e se movimentando.

O comportamento de um animal também pode ser um indicador de seu estado fisiológico. Um animal doente pode ser menos ativo que um animal saudável. Animais em um ambiente frio podem se aglomerar para se aquecer, e o nível de atividade de um animal pode estar ligado ao seu estágio no ciclo reprodutivo (FROST et al., 1997).

Existem alguns padrões que identificam o comportamento natural das aves poedeiras como: comer, beber, investigar penas, tomar banho de areia, movimentos de conforto, ciscar, empoleirar e muitos outros. O comportamento do animal permite uma avaliação mais exata de seu bem-estar que se comporta como um indicador (BARBOSA FILHO et al., 2007).

Segundo Pereira et al. (2015) os comportamentos comer, investigar penas e beber água são muito frequentes e estes comportamentos foram afetados pelo ambiente térmico.

Segundo Rodrigues (2006), os padrões comportamentais podem ser detectados por um sistema de Visão Computacional.

2.2. Efeito do calor sobre as aves

Elevados valores de temperatura são os principais causadores de estresse térmico na produção avícola, sendo que o estresse é resultante devido à temperatura do ar, umidade relativa, radiação solar e velocidade do ar, onde possuímos, em nosso país, grandes temperaturas durante o ano e ondas de calor causando efeitos no bem-estar do animal (OLIVEIRA, 2017)

O estresse térmico é um dos maiores desafios na produção de ovos, influenciando o baixo desempenho e a alta mortalidade das aves devido a hipertermia (MELO et al., 2016, OLIVEIRA et al., 2006, NAZIROGLU et al., 2000).

A zona de termoneutralidade é a faixa de temperatura, e o gasto de energia metabólica para manutenção da temperatura corporal e sobrevivência será mínimo, possibilitando que o animal aumente seu desempenho produtivo (NETO,2014).

Figura 1 mostra os limites da zona de termoneutralidade e de sobrevivências

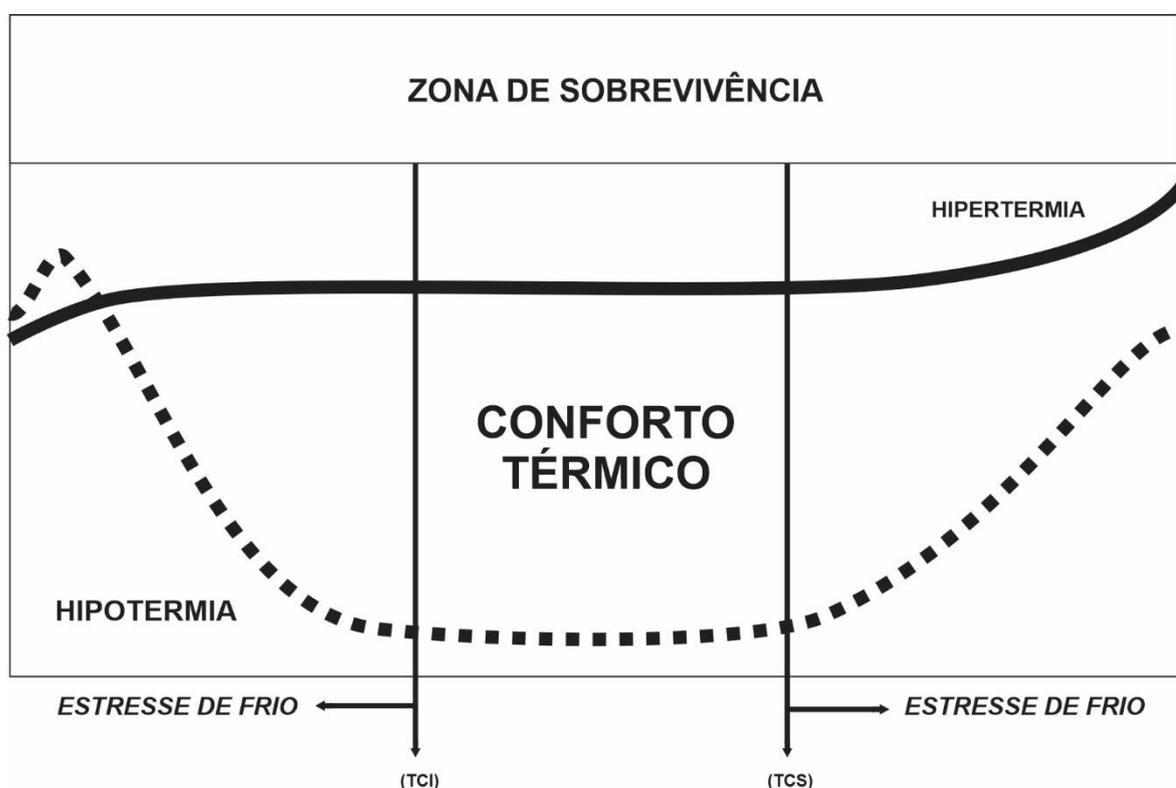


Figura 1: Zona de Termoneutralidade
Fonte: Adaptada de Neto (2014)

O Quadro 1 a seguir mostra diferentes zonas de termoneutralidade para galinhas poedeiras descritos na literatura.

Quadro 1. Limites da zona de termoneutralidade de acordo com a literatura para aves poedeiras.

| Referência | Limites da zona de termoneutralidade |
|------------------------|---|
| Curtis (1983) | 18°C a 28°C |
| Mashaly (2004) | 21°C a 28°C |
| Barbosa Filho (2004) | 24°C a 28°C |
| Azevedo et al. (2005) | 24°C a 27°C |
| Ferreira (2005) | 18°C a 28°C |
| Rodrigues (2006) | 24°C a 28°C |
| Abreu (2008) | 21°C a 23°C |
| Baêta e Souza (2010) | 20°C a 30°C |
| Ruzal et al. (2011) | 15°C a 28°C |
| Oliveira et al. (2014) | 20°C a 26°C |

A zona de conforto térmico está relacionada em vários fatores, como: umidade do ar, temperatura, fatores ligados ao ambiente, genética, nível de alimentação, estado fisiológico, idade e peso. Quando a ave é submetida à estresse por frio, busca manter a homeotermia através do aumento na produção de calor e reduzindo perdas, mas em situação de estresse por calor o processo ocorre de forma inversa (COSTA et al., 2012).

Quando as galinhas poedeiras forem expostas a um ambiente de calor de 32 °C, que é considerada fora da zona de conforto térmico, as aves apresentam evidências de estresse térmico que proporcionam a redução do desempenho e da saúde do animal (BARBOSA FILHO, 2004).

As aves expostas ao estresse térmico tendem a obter uma alteração no consumo de ração e se altera aproximadamente 1,72% para cada 1°C de variação na temperatura entre 18°C e 32°C, e quando a temperatura for entre 32°C e 38°C a queda é muito mais rápida, 5% para cada 1°C, conseqüentemente haverá influencia no tamanho do ovo, ganho de peso e redução no consumo de energia (PLAVNIK, 2003; BERTECHINI, 2012).

Nos estudos de Silva (2012) e Oliveira (2014), avaliaram-se as aves poedeiras submetidas a temperaturas de 20, 26 e 32 °C e, com as temperaturas de 20 e 26°C as aves demonstraram seu melhor desempenho. No entanto na temperatura de 32°C o ambiente favoreceu ao estresse térmico causando alterações fisiológicas nas aves e influenciando diretamente na produção de ovos.

Allahverdi et al. (2013) concluíram em suas pesquisas que na produção de ovos e qualidade em poedeiras com 40 semanas expostas a temperaturas entre 22 e 36 °C, apresentaram uma redução na concentração de cálcio (Ca) e um aumento no nível de potencial Hidrogeniônico (pH) e conseqüentemente a diminuição na produção de ovos e sua qualidade final.

Um mecanismo físico utilizado pelas aves para trocar calor com o ambiente externo é ficar agachadas, afastar as asas do corpo, realizar plumoereção e o aumento de fluxo sanguíneo para as partes que não são cobertas por penas como pés, crista e barbela assim facilitando a dissipação de calor (FURLAN, 2006).

2.2.1. Fisiologia das aves

As aves de posturas são animais classificados como homeotermos, que apresentam a capacidade de manter a temperatura do organismo constante, isso significa que esses animais estão em troca térmica contínua com o ambiente (ABREU et al., 2007).

Segundo o mesmo autor, quando as condições de temperatura e umidade são elevadas, as aves têm dificuldade para trocar calor com o ambiente externo, ocasionando elevação da temperatura corporal e, conseqüentemente, o desconforto térmico.

As aves poedeiras possuem mecanismos metabólicos (ex: maior ou menor ingestão de alimentos) fisiológicos e comportamentais para produzirem ou perderem calor para o meio, mantendo assim sua temperatura corporal interna constante (BRIDI, 2008).

A quantidade de energia térmica estocada por unidade da massa corporal determina a temperatura corporal da ave, que pode ser aumentada ou diminuída com os processos de termogênese e termólise (ALVES et al. 2007).

Segundo Rodrigues (2005), a temperatura das aves é de 41°C aproximadamente, essa temperatura varia de acordo com vários fatores, tais como: idade, nível produtivo, raça, a hora do dia, a estação do ano, a atividade do animal e o nível de energia da dieta.

Áreas descobertas de penas são fundamentais no processo termorregulatório (CASTILHO et al., 2015), pois possibilitam a troca de calor sensível do animal com o ambiente através da radiação, condução e convecção. Contudo, para aves a troca de calor latente através da respiração constitui a principal forma de troca de calor com o ambiente (SILVA, 2008).

As aves demonstram padrões comportamentais bastante específicos quando se encontram em estresse térmico pelo calor. Elas afastam as asas do corpo, eriçam suas penas, buscam se deitar expondo o máximo possível de seus corpos sobre o piso e aumentam a frequência respiratória, buscando aumentar a troca de calor com o ambiente (NASCIMENTO e SILVA, 2010; SANTOS, 2007).

Segundo Oliveira et al. (2014) as aves expostas a temperatura na faixa de 32 °C são afetadas pelo ambiente térmico, o que leva a alterações fisiológicas como: elevação do pH sanguíneo, aceleração do ritmo cardíaco, excreção de fezes líquidas e etc, assim elevando a ingestão de água e reduzindo o consumo de ração, ocorrendo a falta de parte de nutrientes para a manutenção corporal da própria ave que, conseqüentemente, reduz sua produtividade como mostra a Figura 2.

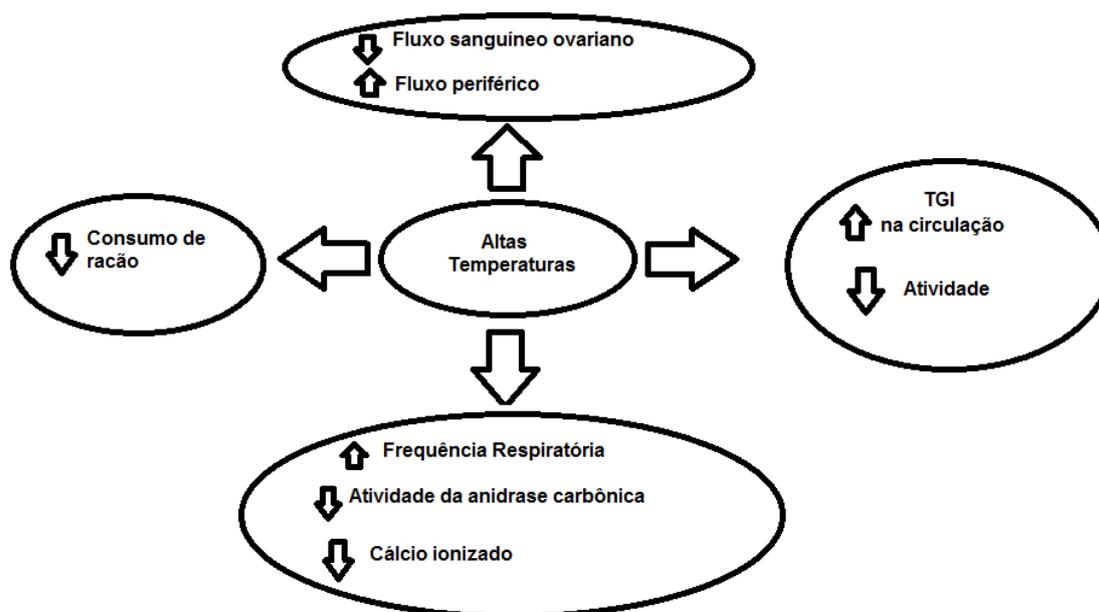


Figura 2: Fisiologia das aves submetidas a altas temperaturas
Fonte: elaborado pelo autor

As galinhas poedeiras que vivem em confinamento de gaiolas comerciais vivem em dificuldade com as adequações comportamentais de locomoção, ao se expor a condições ambientais extremas e impossibilidade de perder calor para o meio, podem gerar um aumento na temperatura corporal e resultar em um evento termorregulatório em cascata, ocasionando baixo consumo de ração e aumento de consumo de água (YAHAV, 2007).

Segundo Jácome et al. (2007) e Trindade et al. (2007) o desconforto térmico em aves de postura também ocasiona aceleração de ritmo cardíaco das aves, alteração da conversão alimentar, queda na produção de ovos e maior incidência de ovos com casca mole devido a condição do ambiente estar na faixa de 32 °C assim afetando diretamente o animal.

Segundo Furlan (2006) o sistema termorregulador é composto por quatro unidades funcionais: receptor, controlador, efetor e sistema passivo que controlam a temperatura conforme a Figura 3.

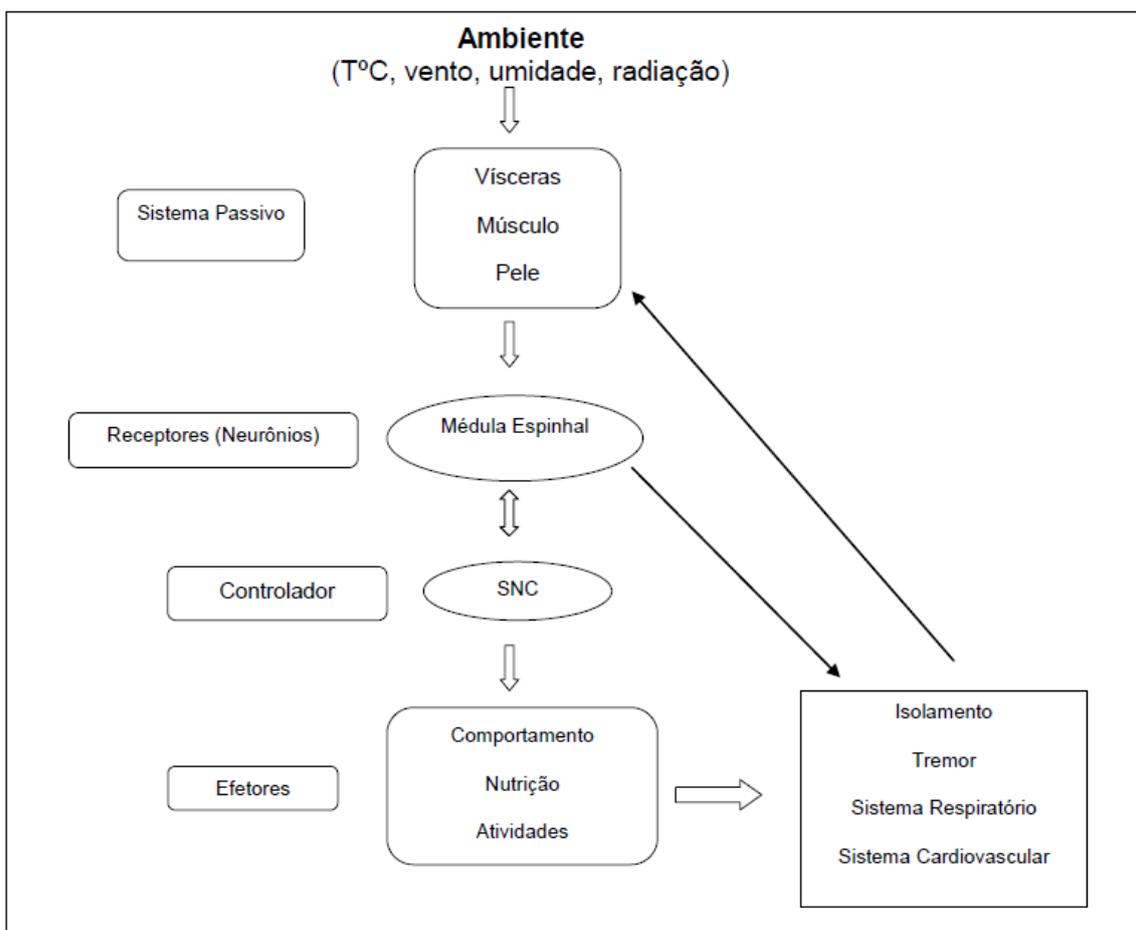


Figura 3: Sistema termorregulador de uma ave de postura.

Fonte: Furlan, (2006).

Devido às altas temperaturas e altas umidades relativas observadas dentro do ambiente térmico no Brasil, o organismo das aves tem dificuldade em transferir calor para o ambiente e elas expressam isso no comportamento, portanto a temperatura superficial elevada da ave pode indicar que ela está com dificuldade de perder calor (YAHAV et al. 2005).

2.2.2. Ambiente térmico

Existem vários fatores ambientais que afetam as aves poedeiras e seu desempenho, no entanto o principal é o estresse por calor, altas temperaturas combinadas com alta umidade relativa do ar, impõe um grande estresse sobre aves, o que afeta diretamente as perdas na produção e o bem-estar das aves (VIEIRA,2015).

O ambiente interno de uma instalação normalmente é resultante das condições externas do local e também tem muita influência das características da construção, os materiais usados, do número de animais alojados, dos equipamentos e componentes do sistema produtivo (BAÊTA E SOUZA,2010).

O ambiente de um mesmo aviário pode apresentar variações de temperatura e umidade relativa do ar muito elevadas, principalmente em regiões tropicais com altas temperaturas sujeitas a frentes de calor e esta situação é mais grave em aviários com construção em sistemas verticais de criação, devido ao número de aves e o espaço reduzido (COELHO, 2015).

Segundo Santos et al. (2012), as variações climáticas são elementos importantes que influenciam diretamente o confortotérmico das aves e o funcionamento geral dos processos fisiológicos, afetando a velocidade das reações que ocorrem no organismo da ave. Quanto maior a umidade relativa do ar se torna, mais difícil da ave dissipar calor interno pelas vias aéreas, levando ao aumento da frequência respiratória.

Desde o início da criação das aves de postura, necessitam de um ambiente térmico adequado a cada fase de sua vida, gerando condições de conforto com a finalidade de garantir um ótimo desenvolvimento, resistência e uma boa produção em geral, a capacidade das aves em direcionar a energia consumida e produtividade está diretamente ligada às condições ambientais onde estão inseridas (ANDRADE, 2017).

2.2.3. Indicadores (ITU, ITGU)

Já foram criados diversos índices com a finalidade de expressar o conforto térmico dos animais em função do ambiente térmico. Nestes índices são consideradas duas ou mais variáveis climáticas. Na avicultura destacam-se o ITGU e o ITU (MENDES, 2015).

O índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU), proposto por Buffington et al. (1981) e descrito na Eq. 1, é indicado para condições de clima quente por incluir variável de calor radiante (temperatura de globo negro). Considera-se em um único índice os efeitos da radiação, temperatura de bulbo seco e umidade relativa (MENDES 2015).

O termômetro de globo negro utilizado para determinar o ITGU e a carga é uma esfera pintada de preto fosco, que em seu interior aloja-se um termômetro. Esse equipamento fornece um valor de temperatura com efeitos combinados da temperatura do ar, velocidade do ar e da energia radiante do ambiente local. A diferença entre a temperatura do globo negro e a temperatura do ar reflete o efeito das radiações sobre as aves (LORENÇONI,2013).

$$\text{ITGU} = T_{gn} + 0,36T_{po} - 330,08 \quad [\text{Eq. 1}]$$

Em que:

ITGU = Índice de Temperatura de Globo e Umidade,

T_{gn} = Temperatura de globo negro, K;

T_{po} = Temperatura de ponto de orvalho, K.

O índice de temperatura e umidade (ITU) proposto por Thom (1959) descrito na Eq. 2, baseia-se na umidade relativa do ar e na temperatura de bulbo seco.

$$\text{ITU} = 0,8 \times T_{bs} + \frac{\text{UR} \times (T_{bs} - 14,3)}{100} + 46,5 \quad [\text{Eq. 2}]$$

Em que:

ITU = Índice de Temperatura e Umidade,

T_{bs} = Temperatura de bulbo seco, °C;

UR = Umidade relativa, %.

2.3. Rastreabilidade e distribuição espacial das aves

Na literatura encontram-se vários métodos para análise comportamental das aves poedeiras através de *softwares*.

Barbosa Filho (2004), em sua pesquisa utilizou o sistema de marcação no dorso da ave poedeira com tinta não tóxica que se mostrou a melhor maneira de identificação individual de cada ave durante a análise de imagem. Foram testados outros sistemas como: cordões coloridos nos pés, pintura da crista ou números tatuados, mas nenhum foi tão eficiente como a pintura no dorso.

Andrade (2017) mensuraram a temperatura superficial das asas, cabeça, canela e dorso das aves poedeiras, utilizando um termômetro infravermelho digital de aferição à distância, com mira a laser, que auxiliou nos resultados do comportamento das aves.

Oliveira et al. (2014) utilizou em um dos seus experimentos o sistema RFID (*Radio Frequency Identification*) para a detecção dos movimentos dos frangos de corte, colocando uma fita adesiva em cada perna do animal para ampliar a área de detecção, isso foi feito para analisar a quantidade de vezes que as aves visitavam o ninho.

Por fim, existe também o modelo de *tracking*, método utilizado por Sergeant (1998), onde o autor analisou o comportamento das aves rastreando com ajuda de imagens e identificando os seus movimentos.

Segundo Leroy et al. (2003) foi desenvolvido um sistema de análise de imagens com uma técnica de processamento *on-line* para que se possa quantificar os comportamentos das aves poedeiras e depois para comparar com o sistema de observação visual humana. Concluíram que ambos os sistemas podem ser usados na avaliação, porém o sistema de vídeo automatizado tem um número menor de erros na quantificação total dos comportamentos do que a observação visual humana.

Segundo Rodrigues (2006), a análise visual de imagem beneficia o consumo de tempo dedicado à observação ao erro, já que as imagens registradas para depois serem analisadas são controladas conforme a necessidade, assim podendo chegar a melhores resultados e mais confiáveis.

O conforto animal é um dos assuntos mais importantes na ciência animal, porém a complexidade de variáveis exige medidas objetivas que envolvem

tecnologias que possam contribuir para as análises dos animais (MARIA, 2004). Segundo Rodrigues (2006), devido ao grande número de pesquisas na área do comportamento animal, aumentou a quantidade de informações, fazendo com que pesquisadores busquem por técnicas de processamento de imagem que gerem informações automáticas sem interferência humana para uma efetiva análise de sistemas de imagens.

Segundo Spink (2001), o rastreamento por vídeo é adequado para medir o comportamento como uma medida espacial, procurando saber qual a frequência do animal em cada região e a distância percorrida, ainda os sistemas de rastreamento permitem que o comportamento seja estudado de maneira confiável e consistente e por períodos mais longos do que se fossem gravados manualmente, capta um sinal de vídeo analógico, digitaliza cada quadro e analisa os *pixels* resultantes para determinar a localização dos animais rastreados.

Segundo o mesmo autor, a implementação de um sistema de Visão Computacional para rastreamento de aves pode apresentar uma grande capacidade de conjuntos de dados como o comportamento animal.

Será utilizado nessa pesquisa, um modelo de indicador de agitação para analisar o comportamento das aves com processamento de imagens, sendo esta, uma análise não intrusiva aos animais.

2.4. Visão computacional no agronegócio

Segundo Borth et al., (2014) a visão computacional é definida como um conjunto de métodos e técnicas computacionais que interpretam as imagens e ajudam no processo de tomada de decisão de um problema a ser resolvido, identificando padrões e imagens.

A visão computacional é uma área de pesquisa recente e responsável pela "visão" de uma máquina e tem a capacidade de extrair informações relevantes a partir de imagens capturadas por câmeras, sensores e outros dispositivos (SHAPIRO et al., 2001).

Existe uma busca constante por maior produtividade e qualidade dos produtos do agronegócio, exigindo um aumento em equipamentos tecnológicos para atividades agrícolas. Nesse contexto, a visão computacional é essencial para o

manejo de cultura no agronegócio, visando trabalhar junto na análise e processamento de imagens (ARAÚJO et al, 2003; BORTH et al., 2014).

Busca-se no agronegócio ajustar os produtos e processos à realidade internacional, exigindo cada vez mais dos produtores rurais um maior grau de especialização e profissionalismo, pois é essencial o produtor saber lidar com os recursos disponíveis das novas tecnologias. Muitos são os sistemas aplicados na área do agronegócio para gerar um aumento da produção, qualidade dos produtos e bem-estar, auxiliando as pessoas na busca por resultados mais rápidos em suas atividades (KITCHEN, et al. 2005; BORTH et al., 2014).

Algumas características utilizadas pelo sistema de visão computacional são as cores, formas, tamanho, textura e componentes que são obtidos por algoritmos como o *Speeded-Up*. Quanto melhor a representação da imagem, melhor os resultados apresentados (BORTH et al., 2014).

A função de *Gauss*, é muito utilizada em estágio de pré-processamento e realiza uma uniformidade na imagem, ela remove ruídos de distribuição normal alterando o valor de cada *pixel* da imagem pela média ponderada entre o *pixel* e seus vizinhos para suavizar a imagem (JESUS E JUNIOR, 2015). A equação 6 da função gaussiana é descrita como:

$$G(x, y) = G(x) \cdot G(y)^t = \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}} \quad [\text{Eq. 6}]$$

A binarização compreende em um método de segmentação para caracterização de objetos de interesse em uma imagem. Cada *pixel* da imagem pode representar somente duas cores diferentes, a cor preta e branca, valores respectivos de 0 e 255 (GALVÃO, 2015).

O processo procura definir um limiar em histograma chamado de *threshold* "Th" para separar as regiões da imagem, um valor distinto é assumido para alterar os valores dos *pixels* com base em Th (MOREIRA, 2011). A imagem binária é formada pela equação 7 abaixo

$$im_{bin}(i, j) = \begin{cases} 0, & \text{se } I(i, j) \leq T_h \\ 1, & \text{se } I(i, j) > T_h \end{cases} \quad [\text{Eq. 7}]$$

A visão computacional pode resolver problemas de qualquer área de pesquisa desde que envolva imagem. São usadas em várias aplicações como:

reconhecimento de objetos, sensores de movimento, reconhecimento de caracteres, reconhecimento de impressões, reconhecimento da íris humana, reconhecimento de animais, controle de qualidade de produtos, biometria, dentre outros (BORTH et al., 2014).

O desenvolvimento atual da disponibilidade tecnológica, como sensores inteligentes, detectores, câmeras e microfones, pode facilitar os sistemas integrados que permitam o manejo para a pecuária, com sistemas baseados em monitoramentos e controles contínuos em tempo real da produção, bem-estar animal e saúde, e também condições ambientais. Os sistemas de gerenciamento permitem que os agricultores detectem instantaneamente problemas como estresse térmico, infecção ou qualidade do ar e tomem medidas imediatas em resposta (FOURNEL et al, 2017).

A visão computacional vem sendo muito utilizada em diversas aplicações e diversas áreas. A identificação no entanto ou a classificação correta de formas em situações em que é difícil distinguir entre cores torna-se um desafio para sistemas de visão computacional (DUAN et al., 2007).

Segundo Pereira et al. (2013) quando se trata de análise de imagem, é necessário investigar formas e parâmetros significativos e diferenciados, relacionando-se cada um com seu comportamento, geralmente apresentam formas repetíveis e similares.

O processamento de imagem é um recurso utilizado para extrair informação de imagens capturada por máquina e transformada em código computacional, que analisado, gera resposta para o usuário (GALVÃO, 2015).

O processo é composto por etapas que compreende a aquisição da imagem, o computador em que programas específicos executam códigos e algoritmos que modelam a imagem em matriz matemática para ser analisada e armazenada, e a resposta da análise apresenta-se em imagem, ou impressa em relatório (ALBUQUERQUE E ALBUQUERQUE, 2000; QUEIROZ E GOMES, 2001).

Fuji et al. (2009) utilizaram uma técnica de visão computacional baseada em filtros de partículas para rastrear várias aves poedeiras. Porém, assim como outros sistemas computacionais desenvolvidos, o sistema deles não foi capaz de rastrear as aves poedeiras por um longo período de tempo, pois os filtros de partículas não conseguiam rastrear as aves quando faziam movimentos rápidos e repentinos.

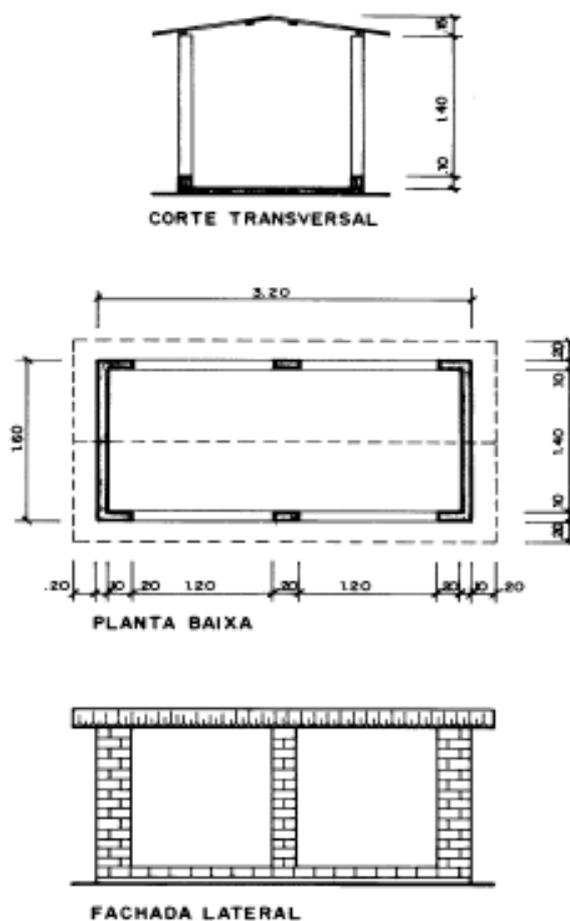
3. MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa utilizou imagens registradas em dois experimentos distintos. O primeiro foi realizado na Faculdade de Ciências e Engenharia (FCE/UNESP) localizada no município de Tupã, em galpões de escala reduzida e distorcida. O segundo foi realizado na Faculdade de Engenharia Agrícola (FEAGRI/UNICAMP) localizada no município de Campinas, em câmara climática.

3.1. Experimento 1

Este experimento foi realizado entre 25 de fevereiro e 03 de março de 2018, com 10 galinhas poedeiras da linhagem *nick chick* com 58 semanas de idade no início do experimento, em galpões de escala reduzida e distorcida, conforme croqui mostrado na Figura 4.

Figura 4: Galpões em escala reduzida e distorcida



Os galpões eram de alvenaria e possuíam orientação Leste-Oeste, sendo que as paredes leste e oeste são totalmente fechadas de alvenaria e as paredes norte e sul são fechadas com tela.

As aves tiveram o mesmo arraçoamento da granja de origem e acesso à água *ad libitum* através de bebedouros tipo *nipple*. Manteve-se o mesmo programa de iluminação com fotoperíodo de 16 horas, sendo aproveitada a iluminação natural e complementada com iluminação artificial provida por 2 lâmpadas *led*.

No manual da linhagem é estabelecido que na fase de produção a faixa de temperatura de conforto térmico varia entre 21°C e 27°C. Como não houve controle da temperatura, monitorou-se o ambiente usando dois *dataloggers* para registro de temperatura e umidade relativa do ar modelo U12-012 da marca HOBO®, sendo um instalado próximo ao teto e outro no centro do galpão na altura das aves. Os *dataloggers* foram programados em *software* proprietário para efetuarem os registros de temperaturas e umidade relativa do ar em intervalos de 10 minutos no período das 24 horas do dia.

As aves foram monitoradas por câmeras durante 5 horas por dia, no período da manhã. Os vídeos foram gravados utilizando equipamento *Digital Video Recorder* (DVR), instalado no Laboratório de Conforto Ambiental. As câmeras utilizadas (Figura 5) foram instaladas no teto em ângulo de 90°, visível para o piso do galpão e transmissão das imagens foram efetuadas por cabo coaxial até o DVR.

Figura 5: Câmera instalada no teto do galpão.



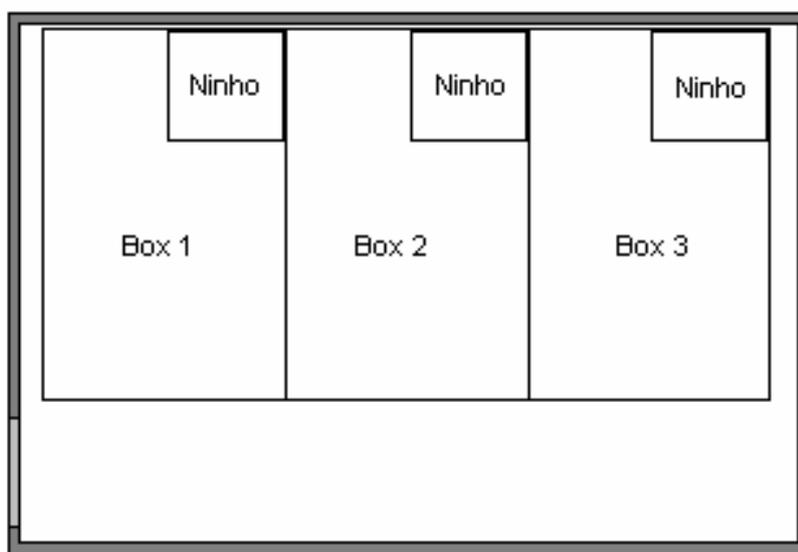
Para a captura das imagens foram instaladas câmeras de vídeo modelo AP2688W, marca POWER® com sensor de imagem charge-coupled-device(ccd) analógico, com resolução de 1200 linhas, lente de 3,6 mm, com abertura de 60° e padrão de vídeo NTSC–*National Television System(s) Committee* ou, em português Comitê Nacional do(s) Sistema(s) de Televisão.

Desses vídeos gravados, selecionou-se duas amostras de cinco minutos em condições de temperatura distintas (23°C e 27°C) para uso na validação do índice de agitação.

3.2. Experimento 2

Foi realizado um experimento em câmara climática na Faculdade de Engenharia Agrícola com 36 matrizes pesadas de três linhagens (Ross, Cobb e Hybro-PG). As aves foram alojadas em três box, um para cada linhagem, conforme croqui mostrado na Figura 6.

Figura 6. Esquema dos Box dentro da câmara climática.



Fonte: Pereira (2005)

As aves foram submetidas a três condições de temperatura (26°C, 29°C e 35°C) por três dias cada. O comportamento das aves foi monitorado por câmeras de vídeo da fabricante Mythos®, com resolução de 420 linhas e lente convergente de 3,6 mm, instaladas no teto da câmara climática, uma sobre cada Box, durante 15 minutos de manhã e 15 minutos a tarde.

Figura 7. Câmera de vídeo instalada no teto da câmara climática, sobre o box.



Para este trabalho foram selecionados vídeos de aproximadamente 7 minutos no período da tarde dos últimos dias de cada tratamento de temperatura.

3.3. Desenvolvimento do algoritmo de processamento e análise das imagens

Foi desenvolvido um algoritmo para processar e analisar imagens dos vídeos dos experimentos, permitindo obter dados do posicionamento das aves que foram usados para calcular um índice para o comportamento de agitação das aves. Foi utilizado o *software* MatLab[®] para processar e analisar as imagens gravadas.

Devido as imagens capturadas conter áreas de não tem interesse fixas, como paredes, tubulações e janelas, e que essas áreas interferem no processamento das imagens devido ao alto brilho, optou-se por eliminar essas áreas das imagens antes do processamento e processo de binarização, eliminando assim essas interferências e aliviando o processamento de imagens.

A função empregada nesta etapa carrega a imagem colorida que vai ser cortada, e faz a utilização de parâmetros compostos por 4 valores em coordenadas espaciais, a posição inicial de corte no eixo x, a posição inicial de corte do eixo y, a largura e altura de saída da nova imagem. De acordo com a equação Equação 3.

$$\text{imcrop}(\text{Imagem}, [x_{\text{inicio}} \ y_{\text{inicio}} \ \text{largura} \ \text{altura}]) \quad [\text{Eq. 3}]$$

A nova imagem possibilitou ter um melhor desempenho para etapa sequente do processamento de imagem. A imagem obtida do corte não altera a qualidade e seus valores de *pixels* (Figura 8).

Figura 8: Área de interesse na imagem a ser processada



De posse do *frame* já recortado, a sequência para o processamento é dada por meio da transformação da imagem em escala cinza, existem alguns métodos para transformar a imagem em escala de cinza: método por escolha de canal RGB (*Red, Green, Blue*), método máximo canal, método de conversão clássico e método media do canal.

O método de escolha de canal RGB, utiliza técnica de separar os canais de RGB, é o método mais simples a ser aplicado, o método de canal máximo, cada pixel em uma posição na matriz final será o maior pixel dentro da mesma posição entre os três canais. A equação deste método de conversão é observada na Equação. 4.

$$C = 0,2989R + 0,5870G + 0,1140B \quad [\text{Eq. 4}]$$

Nesta imagem foi aplicada técnica morfológica de dilatação e erosão das bordas, usando um elemento estruturante circular de 3 *pixels* de diâmetro. Na sequência, aplicou-se um filtro de passa baixa utilizando função de Gauss.

Estas aplicações foram importantes para obter melhor destaque das aves na imagem e oferecer o mínimo possível de ruídos que não prejudiquem as etapas seguintes a binarização.

As etapas anteriores foram importantes para o processo de binarização, pois a diferença dos valores encontrados em cada *pixel* vai ser alterado para zero ou 255 com o parâmetro de T_h definido, ou seja, qualquer *pixel* na matriz da imagem com valor considerado próximo a 255 será preenchido com o valor 255. A Figura 9 mostra as etapas do processamento até a binarização da imagem.

Figura 9: Exemplo de processamento de uma imagem. A) Imagem original recortada, B) imagem em escala de cinza, C) imagem tratada com técnica de dilatação e erosão e filtro de Gauss e D) imagem binarizada.



A)



B)



C)



D)

Na imagem binarizada, identificou-se e calculou-se a posição dos centróides de cada ave, conforme mostra a Figura 10.

Figura 10. Imagem classificada por ave (indivíduo) e posição dos respectivos centros de massa.



As coordenadas dos centros de massa das aves obtidas em cada *frame* analisado foram armazenadas em uma variável para posterior análise. O código desse processamento e análise das imagens pode ser visualizado no Anexo I e foi aplicado em vídeos de 5 minutos analisando *frames* a cada 1 segundo (captura das imagens foi a 30 fps) para o experimento com galinhas poedeiras e 7 minutos analisando *frames* a cada 1 segundo (captura das imagens foi a 2 fps) para o experimento com matrizes pesadas.

3.4. Índice de Agitação

Para o desenvolvimento do Índice de Agitação, fizeram-se os seguintes pressupostos:

a) Aves que não se movimentam mantêm as suas coordenadas (x,y) de centro de massa no tempo

b) Aves mais agitadas possuem deslocamentos maiores no tempo, de modo que nesses casos a variação das posições são maiores

c) O rebanho se movimenta no ambiente em torno de pontos fixos, tais como comedouro, bebedouro e ninho, produzindo uma variação pequena do centro de massa do grupo na cena

A medida pretendida deve ser diretamente proporcional a variação do espalhamento das aves na cena e também da movimentação do conjunto de aves. Imagina-se duas situações distintas e não concorrentes: 1) que o rebanho possa se locomover na cena mantendo-se com a mesma dispersão entre os indivíduos, sendo que nesse caso haverá apenas uma variação da posição do centro de massa do rebanho; e 2) que haja apenas variação no espalhamento (ou dispersão) das aves na cena, preservando a posição do centro de massa. Para ambas as situações propostas, o indicador de agitação deve ser capaz de medir a variação. Considerando que cada ave é um ponto de um conjunto definido pelo *frame*, a distância de Hausdorff mede exatamente essa variação de interesse.

A distância de Hausdorff entre dois conjuntos A e B é calculada pela seguinte equação:

$$dH(A, B) = \max\{d(x, B) : x \in A\}$$

onde: $d(x, B) = \min\{d(x, y) : y \in B\}$, ou seja, a distância do ponto x ao conjunto B

3.5. Teste e validação do Índice de Agitação

Retomando a hipótese deste trabalho de que o ambiente térmico afeta a agitação das aves e que esse comportamento de agitação pode ser usado para inferir o conforto térmico das aves, aplicou-se o *IndAgit* para dois conjuntos de dados obtidos nos experimentos distintos descritos anteriormente. O primeiro experimento foi conduzido com galinhas poedeiras em galpão de escala reduzida e distorcida e selecionados duas condições de temperatura (23°C e 27°C) e o segundo experimento foi conduzido com matrizes pesadas em câmara climática e avaliado três condições de temperatura (26°C, 29°C 35°C)

O indicador de agitação proposto retorna um valor a cada conjunto de dois *frames* analisados. Portanto, em uma filmagem de 5 minutos ou 7 minutos (tamanho dos vídeos utilizados para as análises), vários registros de *IndAgit* foram obtidos, permitindo que fosse realizado uma análise estatística descritiva e exploratória.

Para este trabalho comparou-se as diferenças entre as médias de *IndAgit* para cada condição ambiental, utilizando gráficos de intervalo de confiança da média. Desta análise é possível verificar visualmente se este indicador de conforto térmico mede variações significativas do comportamento de agitação em situações de conforto térmico e estresse térmico.

Também se comparou as distribuições de *IndAgit* para cada condição ambiental, usando gráficos de *boxplot* e calculando-se o índice de assimetria de *Skewness*. Nesta análise busca-se analisar principalmente as ocorrências de *outliers*, ou seja, valores de *IndAgit* que se distanciam da concentração maior de dados.

Por fim, elaboraram-se gráficos de controle para valores individuais, utilizando valores somados de *IndAgit* obtidos para 10 segundos, com o objetivo de verificar a existência de dados discrepantes, que possam não ser resultado do acaso. Nesta análise busca-se confirmar que os vídeos selecionados não tiveram fatores não previstos ou controlados que afetaram significativamente o comportamento das aves.

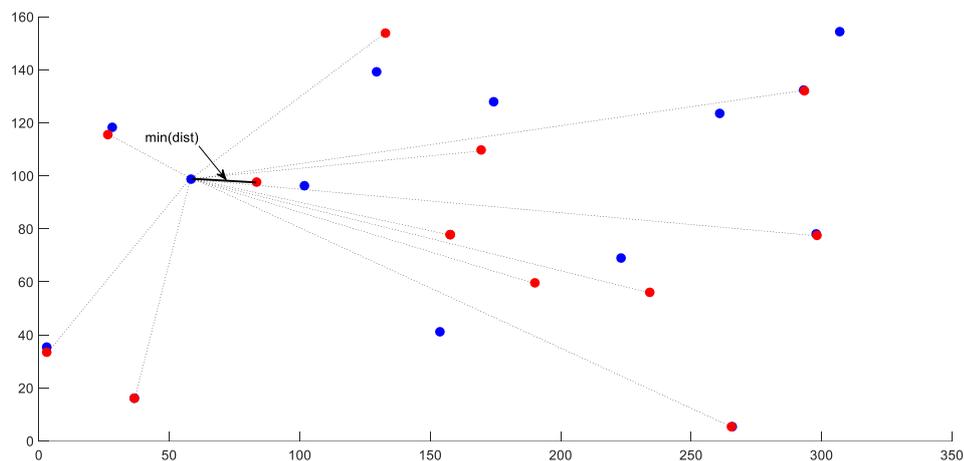
Todas as análises de comparação foram feitas dentro de cada experimento, e não entre experimentos, pois tanto as aves como as condições experimentais são diferentes.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

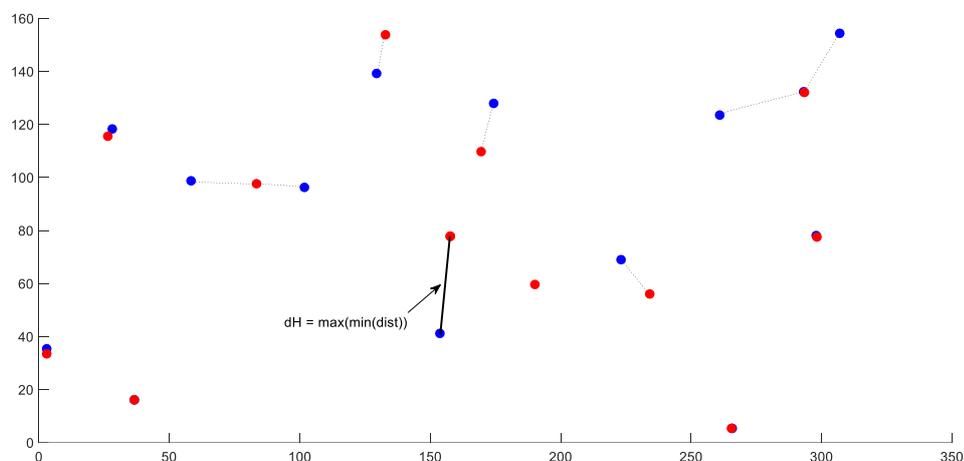
4.1. Índice de Agitação - *IndAgit*

Neste trabalho, buscou-se encontrar uma medida que resuma a agitação das aves entre dois *frames* seqüenciais. Utilizando o conceito da distância de Hausdorff, buscou-se entre os dois *frames* a maior distância dentre as menores distâncias encontradas entre a ave de um *frame* e todas as aves do *frame* seguinte. A Figura 11 ilustra as métricas envolvidas nesse conceito.

Figura 11. Dois frames que indicam os centroides das aves, no *frame 1* (azul) e *frame 2* (vermelho), sendo que em A) são apresentadas todas as distâncias de uma ave do *frame 1* para todas as demais no *frame 2*, com destaque para a menor dessas distâncias e B) são apresentadas todas as menores distâncias entre todas as aves do *frame 1* com as aves do *frame 2*, com destaque para a maior dessas distâncias, que corresponde exatamente a distância de Hausdorff entre o *frame 1* e *frame 2* ($dH(\text{frame 1}, \text{frame 2})$).



A)



B)

Para medir a $dH(\text{frame2}, \text{frame1})$ basta inverter as posições, de modo que para cada ave do *frame 2* (pontos vermelhos) encontra-se a menor distância entre qualquer ave do *frame 1*. Posteriormente encontra-se a maior distância entre as mínimas distâncias. Desta forma, propõe-se o seguinte Índice de Agitação para as aves.

$$\text{IndAgit}_{(i,i-1)} = \max\{\text{dH}(F_{(i)}, F_{(i-1)}), \text{dH}(F_{(i-1)}, F_{(i)})\}$$

Onde, $\text{IndAgit}_{(i,i-1)}$ é o Índice de Agitação das aves entre dois *frames* sequenciais, sendo que i é a posição de um *frame* em um vídeo com n *frames*, $F_{(i)}$ é o *frame* i , $F_{(i-1)}$ é o *frame* anterior e dH é a distância de Hausdorff entre as aves de um *frame* para o outro.

O *IndAgit* retorna um valor real da distância percorrida pelo grupo no tempo determinado entre os *frames* de análise, que neste trabalho foi definido como 1 segundo, ou seja, foram escolhidos os *frames* para análise a partir da taxa de gravação das imagens definida no sistema de monitoramento. Portanto, a medida pode ser interpretada como uma velocidade de deslocamento do grupo de aves entre dois *frames*. Além disso, por mensurar espaços entre um indivíduo de uma cena original e todos os indivíduos da cena seguinte, carrega-se nessa medida uma variação da dispersão das aves entre os *frames*.

A vantagem matemática de se usar a distância de Hausdorff como indicador de agitação para as aves, está no fato de que mesmo que as aves se movimentem em torno do centro de massa do grupo, por exemplo em um movimento de rotação na qual não há variação do centro de massa nem da dispersão entre as aves, essa medida ainda assim irá retornar um valor maior a zero.

Este *IndAgit* somente assumirá o valor zero quando todas as aves estiverem no *frame* 2 exatamente na mesma posição do *frame* 1, não ocasionando assim nenhuma alteração na dispersão ou posição do centro de massa dos dois grupos. Esta característica do *IndAgit* tem aplicação direta da detecção de uma mortalidade súbita total do lote.

Para qualquer outra situação, seja aumento ou redução da dispersão, ou ainda apenas a variação da posição do centro de massa do rebanho entre duas cenas, ou ainda um movimento de rotação perfeito em que se preserve o centro de massa e a dispersão, o *IndAgit* retornará um valor positivo.

Diversos trabalhos utilizam índices para resumir duas ou mais variáveis do ambiente e inferir o conforto dos animais em ambiente de produção. Oliveira et al. (2006) sugerem a faixa de ITGU que favorecem o desempenho animal em condições controladas (câmara climática), está entre 69,8. Outros autores (Moraes, 2002 e Tinôco, 1988) sugerem que o limite máximo da faixa de conforto térmico de

ITGU é de 76,0, quando ultrapassa esse valor as aves começam a entrar em estresse térmico.

Mogami (2009) desenvolveu em sua pesquisa um Índice de Competição Relativa no Comedouro, que representa a estimativa de número de aves na região do comedouro, este índice mostrou um maior número de aves no comedouro no tratamento com aspersão em comparação ao tratamento sem aspersão, sendo que o ITGU situava entre 80 e 85, indicando condição de estresse térmico em ambos os tratamentos.

No caso de índices de conforto baseados em variáveis do ambiente térmico, é possível estabelecer um valor ideal, ou limites inferior e superior para uma faixa de termoneutralidade, para cada espécie, pois são baseados em dados físicos do ambiente. O *IndAgit* a princípio seria difícil de determinar esses valores de limite, pois é baseado em medidas de distância e está diretamente relacionado com a resolução da câmera e a distância desta do piso. Contudo, é possível determinar limites para cada condição de registro (experimento). Também por esta razão não se comparou os dados obtidos entre os experimentos nesse trabalho.

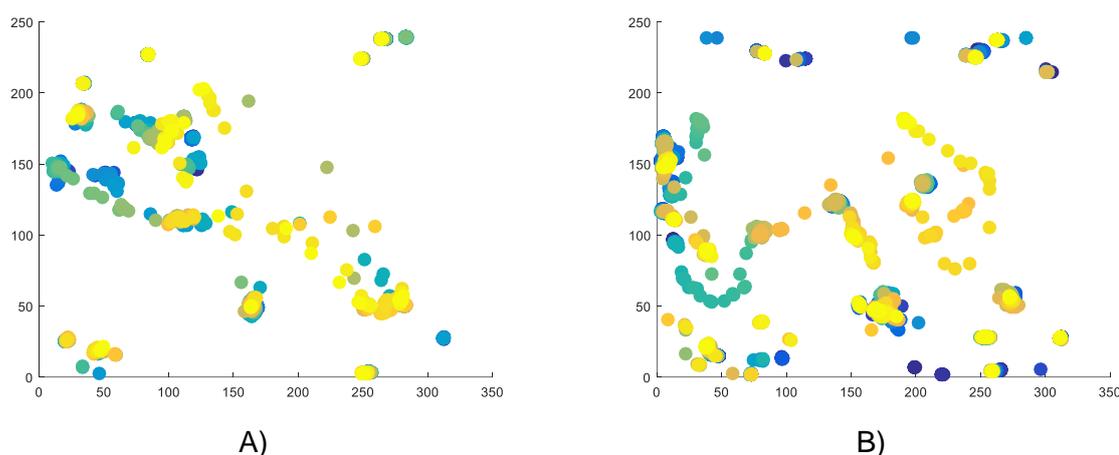
Outros trabalho também buscaram identificar o conforto térmico de aves em função do comportamento dos animais. Figueiredo et al. (2003) criaram um algoritmo onde avaliaram a posição das aves em zonas predefinidas, consideradas zonas quentes e conseguiram verificar que as a comportamentos que não são naturais devido ao estresse por calor. Sevegnani et al. (2005) e Rodrigues (2006) avaliaram o comportamento de frangos de corte em diversas temperaturas através de análise de imagem, concluíram que é possível identificar determinadas condições de estresse térmico dentro do aviário.

4.2. Aplicação do *IndAgit* e estimativa do conforto térmico de aves

Para cada experimento utilizado como teste para o *IndAgit*, aplicou-se o algoritmo de processamento e análise das imagens em *steps* diferentes. Para o experimento com galinhas poedeiras, analisou-se as cenas a cada 30 *frames* e no experimento com matrizes pesadas a cada 2 *frames*, respeitando as taxas de gravação definidas nos respectivos sistemas de monitoramento de cada experimento.

Para as galinhas poedeiras, selecionou-se dois vídeos de cinco minutos, ambos às 10:35 da manhã, sendo um na temperatura de 23°C e outro na temperatura de 27°C. A Figura 12 a seguir mostra como as aves se movimentaram em cada condição ambiental analisada em função dos centros de massa.

Figura 12. Distribuição espacial de galinhas poedeiras na cena durante 5 minutos de filmagem para a condição de temperatura A) 23°C e B) 27°C.



Nos gráficos da Figura 12A, cores iguais indicam as posições das aves de um mesmo *frame* analisado. Como se observa pontos de cores diferentes sobrepostos pode-se afirmar que as aves durante os cinco minutos analisados se mantiveram próximas as posições de origem do início da filmagem, mas em torno dessas origens se movimentaram.

Nota-se nesses gráficos que há uma maior dispersão das aves nas cenas do ambiente mais quente. Esse comportamento de espalhamento e redução da locomoção em condições acima da termoneutralidade foram relatados por vários autores (Branco et al., 2019, Etches et al., 2008, Maria et al., 2004, Schiassiet al., 2015). Cabe salientar que esses vídeos foram gravados no período da manhã, onde a oferta de ração é maior e afeta o comportamento das aves (PEREIRA et al., 2005). Essas condições provavelmente favoreceram baixa movimentação das aves no aviário.

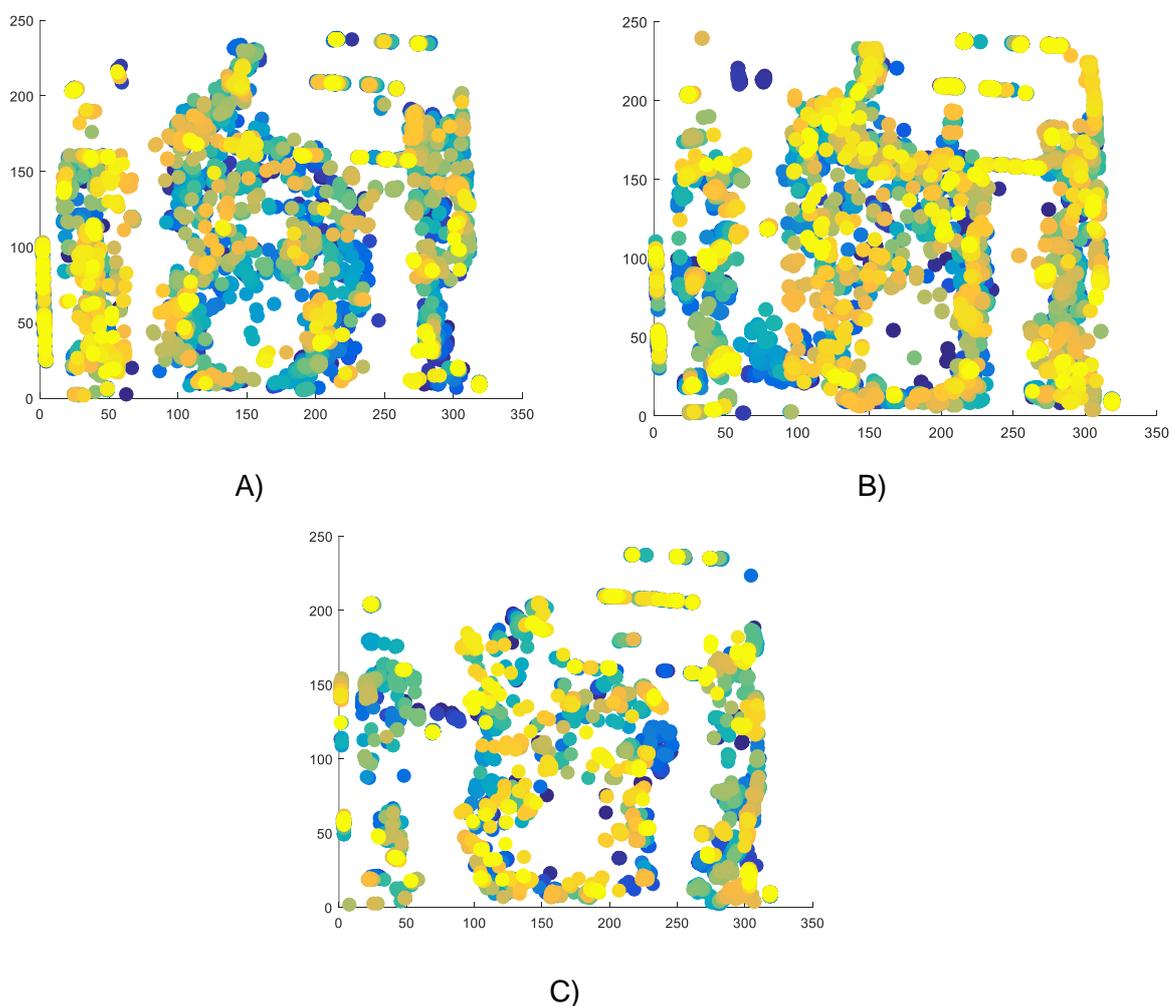
Na Figura 12B verifica-se uma concentração um pouco maior na parte superior do aviário, onde se encontravam os bebedouros, corroborando com as observações de Rodrigues et al. (2006). Esse padrão pode demonstrar que as aves

nessa condição ambiental buscaram mais o bebedouro por causa da temperatura já não estar mais na zona de conforto (Etches et al., 2008).

Apesar de se verificar diferenças no padrão das movimentações nas duas temperaturas, sendo que na temperatura mais amena as aves transitaram mais na diagonal da cena e na temperatura mais alta aparentemente as aves mantiveram-se mais separadas, essas não são suficientes para afirmar que há diferença significativa no comportamento de movimentação das aves entre essas duas condições de temperatura, podendo essas diferenças ser causadas pelo acaso.

Já para o experimento com matrizes pesadas, selecionou-se três vídeos de 7 minutos cada para as condições de 26°C, 29°C e 35°C, todos com início às 14:30 da tarde. A Figura 13 mostra a distribuição espacial das matrizes pesadas alojadas em câmara climática para essas condições de temperatura.

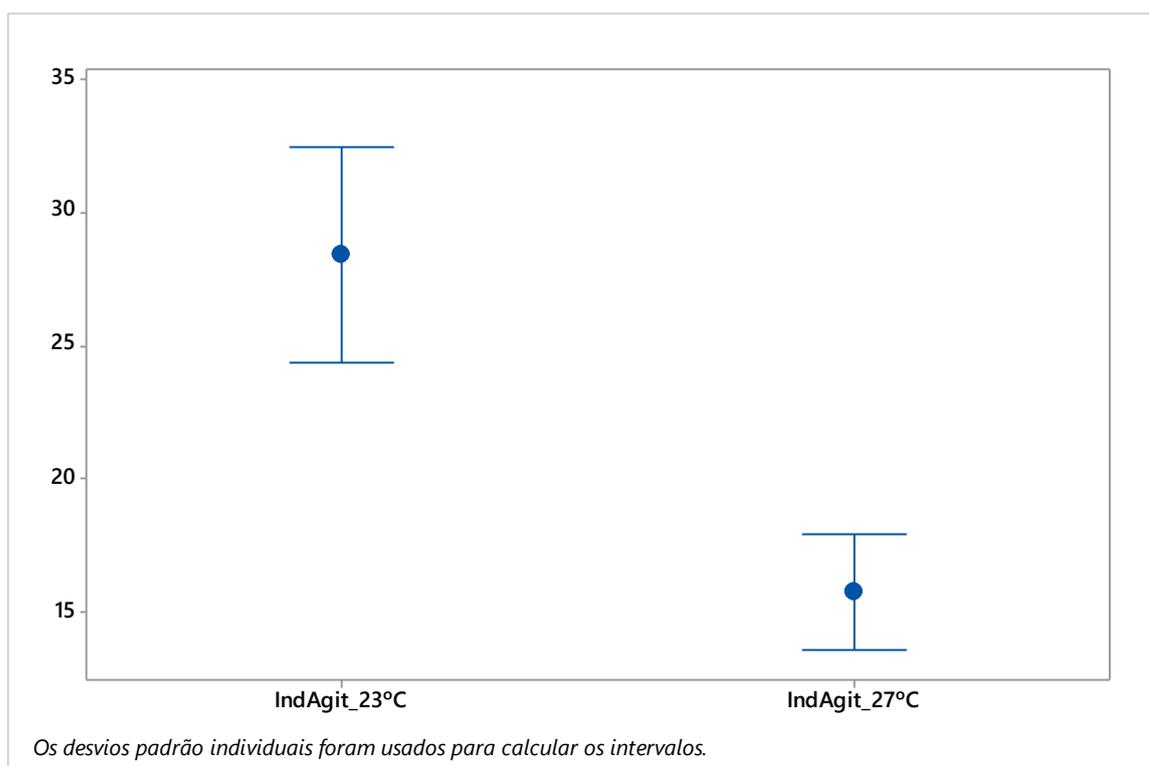
Figura 13. Distribuição espacial de matrizes pesadas na cena durante 7 minutos de filmagem para a condição de temperatura A) 26°C, B) 29°C e C) 35°C.



É nítido que nas Figuras 13A e 13B (26°C e 29°C, respectivamente) as aves se movimentaram mais, pois ocuparam uma área visivelmente maior quando comparado com a Figura 13C (35°C). Essa redução da movimentação das aves em temperaturas acima da zona de termoneutralidade foi observada por outros autores (Etches et al., 2008, Maria et al., 2004, Pereira et al., 2005, Mogami, 2009). Essa movimentação foi observada no período da tarde, onde não havia oferta de alimento (restrição alimentar), favorecendo que as aves explorassem mais o ambiente do criatório e expressassem mais os seus comportamentos naturais (Pereira et al., 2005). Além disso, é esperado que as matrizes pesadas se comportem diferente das poedeiras observadas nesse trabalho, pelo fato desses animais serem de tamanhos diferentes e também pelo fato das poedeiras terem sido obtidas em granjas convencionais, com criação em gaiolas, enquanto que as matrizes pesadas já eram criadas sobre cama de maravalha na granja de origem.

Apesar de no experimento com matrizes ter sido possível observar alguma diferença na movimentação, no experimento com poedeiras visualmente não se verifica tal diferença e para ambos os casos, não há como extrair uma medida confiável apenas da observação desses gráficos. Para obter uma medida confiável do deslocamento das aves no tempo, caracterizando a agitação delas, calculou-se o *IndAgit* para esses vídeos selecionados e comparou-se os resultados. A comparação entre os intervalos de confiança da média para os *IndAgit* de 23°C e 27°C são apresentados na Figura 14.

Figura 14. Análise intervalo de confiança do *IndAgit* para galinhas poedeiras nas condições de 23°C e 27°C.



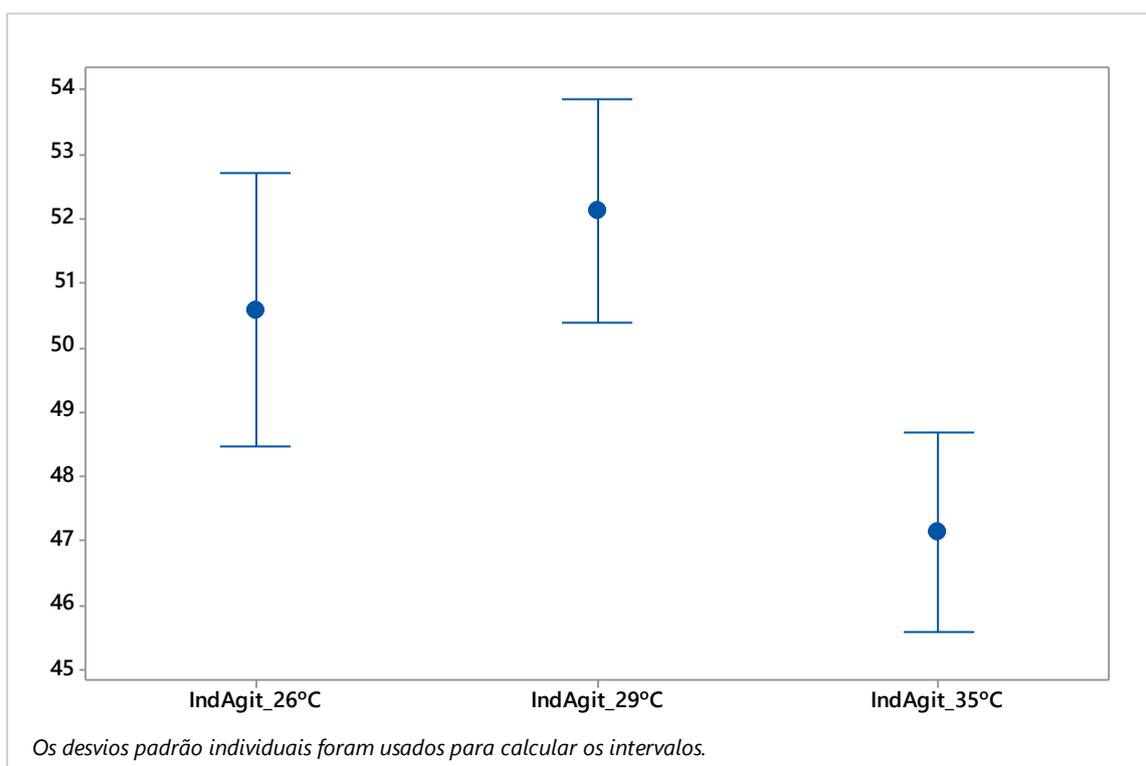
O *IndAgit* retorna um valor de distância percorrida, no caso deste trabalho em *pixels*. Como essa distância percorrida é avaliada sobre um intervalo de tempo, pode-se considerar também que esse índice expressa uma velocidade, configurando assim um indicador de agitação.

Essas médias observadas na Figura 14 correspondem as distâncias médias medidas em os dois conjuntos de aves, definidos pelo *frame* atual e o anterior. Portanto, médias maiores significam que as distâncias das aves de um *frame* para o outro foram maiores e, portanto, a velocidade dessa agitação foi maior.

Verifica-se uma diferença significativa na agitação das aves na condição de temperatura mais amena (23°C) e temperatura mais alta (27°C), sendo que as aves se movimentaram menos na temperatura mais alta (Figura 14). Tal decréscimo na movimentação das aves em temperaturas mais elevadas foi relatada por vários autores (Etches et al., 2008, Maria et al., 2014, Pereira et al., 2005, Silva, 2012), que corroboram com os resultados encontrados.

A mesma queda do comportamento de agitação em alta temperatura foi observada para as matrizes pesadas, conforme mostra o gráfico da Figura 15.

Figura 15. Análise intervalo de confiança do *IndAgit* para matrizes pesadas nas condições de 26°C, 29°C e 35°C.



A Figura 15 ainda indica que provavelmente as temperaturas de 26 e 29°C não representam diferença importante de temperatura para esses animais que interfira no comportamento de agitação do grupo. Como optou-se por selecionar o terceiro dia de exposição a condição térmica do experimento, e a temperatura de 29°C não ser tão distante do limite superior da termoneutralidade dessas aves, esse resultado pode representar uma aclimação desses animais a condição ambiental, demonstrando inclusive que essa temperatura poderia ser considerada dentro da zona termoneutra. Pereira et al. (2008) em estudos com matrizes pesadas observaram um deslocamento da zona de termoneutralidade dessas aves quando expostas a temperaturas elevadas, corroborando com os resultados encontrados nesse trabalho.

Os resultados obtidos neste trabalho corroboram com vários outros descritos na literatura. Algeri et al. (2018) rastrearam a movimentação das aves dentro de um aviário e concluíram que é possível obter informações quanto a agitação das aves e a avaliação do bem-estar, permitindo monitorar seu comportamento. Schiassi et. al, (2015) observaram que em condições de estresse

térmico por frio, as aves apresentaram tendência de permanecer maior parte do tempo agrupadas, já em temperaturas de estresse térmico por calor ocorreu maior presença das aves em áreas intermediárias, com consequente aumento da presença no bebedouro e redução da presença no comedouro, caracterizando um desconforto térmico. Ruzal et al. (2011) observaram as aves em ambiente controlado e concluíram que quando as aves foram expostas a altas temperaturas o seu comportamento foi afetado significativamente e as aves permaneceu mais paradas do que em relação as temperaturas mais baixas.

As aves poedeiras quando expostas a temperaturas acima da zona de conforto térmico tendem a mudar seu comportamento natural, ficando mais dispersas e se movimentando menos (BARBOSA FILHO, 2004; VIEIRA,2015). Porém quando estão em uma temperatura dentro da zona de conforto térmico as aves expressam seus comportamentos naturais e ideias para seu bem-estar (SILVA,2012; OLIVEIRA,2014).

Segundo Kiefer et al. (2009), avaliaram o comportamento animal se suínos, considerando a temperatura de 21.5 °C como zona de conforto térmico e a temperatura de 31,3 °C como zona de estresse térmico, concluíram que os animais ficam mais de pé e expressam melhor seus comportamentos na zona de conforto térmico e quando estão expostos ao estresse térmico, ficam a maior parte deitados e dormindo.

Sergeant et al. (1998) determinaram as áreas de interesse como comedouro e bebedouros e observaram as trajetórias dos animais por meio de processo digital de imagens, apresentando uma abordagem para o rastreamento de frangos de corte confinados por meio de uma sequência de imagens. Concluíram que esta análise indica o comportamento dos animais em relação ao ambiente térmico, pois as aves em conforto térmico passam grande parte do tempo ocupando a região dos comedouros e bebedouros e quando estão em estresse térmico as aves reduzem a frequência nestas áreas (SEVEGNANI et al. 2005).

Nas Figuras 16 e 17 são apresentados os gráficos de Boxplot para os experimentos com poedeiras e matrizes pesadas, respectivamente.

Figura 16. Gráfico *boxplot* do *IndAgit* para as galinhas poedeiras nas condições de temperatura avaliadas.

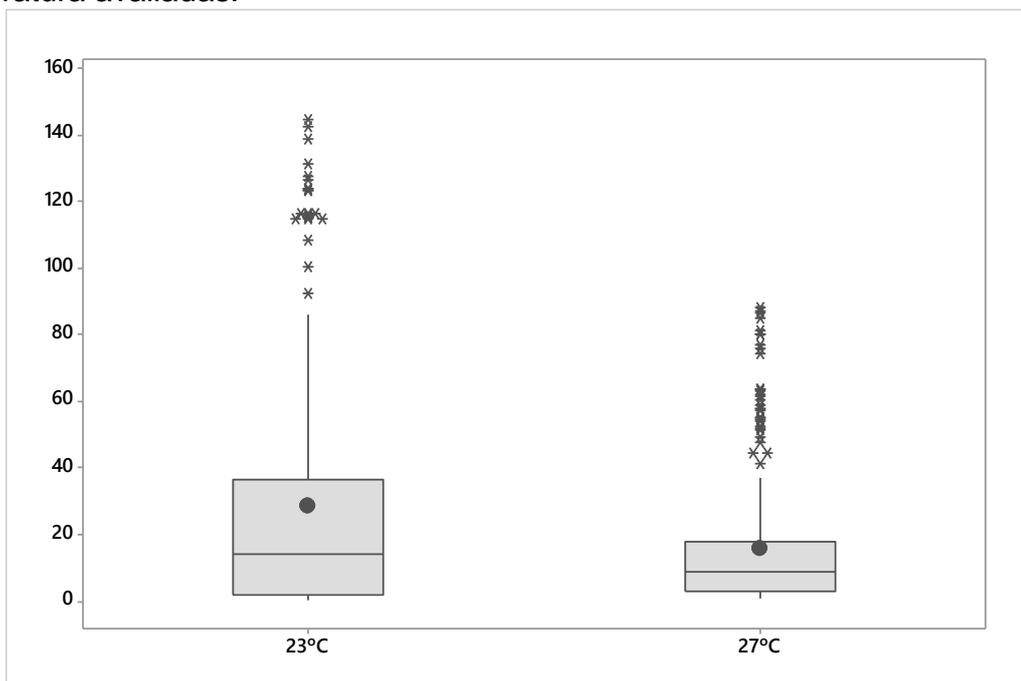
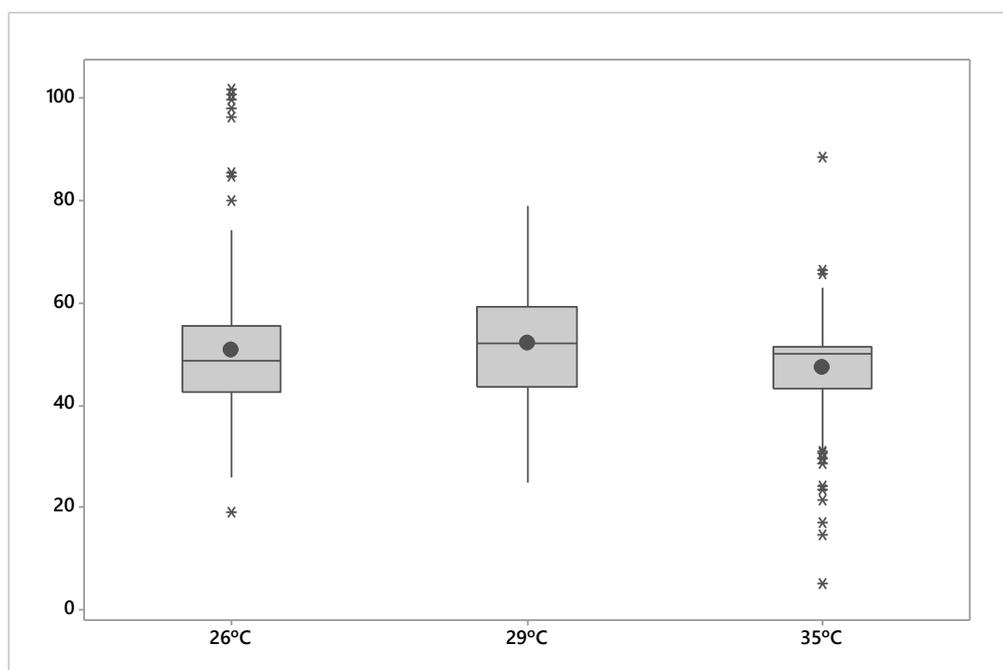


Figura 17. Gráfico *Boxplot* do *IndAgit* para as matrizes pesadas nas condições de temperatura avaliadas.



Na Figura 16, verifica-se que a distância interquartil para a condição de 27°C é menor que para a condição de 23°C. Essa mesma concentração dos dados de *IndAgit* foi observada na condição de 35°C na Figura 17. Esses resultados

sugerem que o *IndAgit* aplicado a grupos de aves em condições de estresse térmico tende a variar menos que em condições de conforto térmico. Outra característica importante e interessante que se verifica nos dados é a inversão da medida de assimetria das distribuições de *IndAgit* em condições de conforto e estresse térmico, conforme observa-se na Tabela 1.

Tabela 1. Índices de *Skewness* mensurados para *IndAgit* para as diferentes temperaturas.

| Experimento | Temperatura | Skewness |
|----------------------|-------------|----------|
| 1 Galinhas poedeiras | 23°C | 1,18 |
| | 27°C | 0,65 |
| 2 Matrizes pesadas | 26°C | 1,01 |
| | 29°C | 0,38 |
| | 30°C | -0,67 |

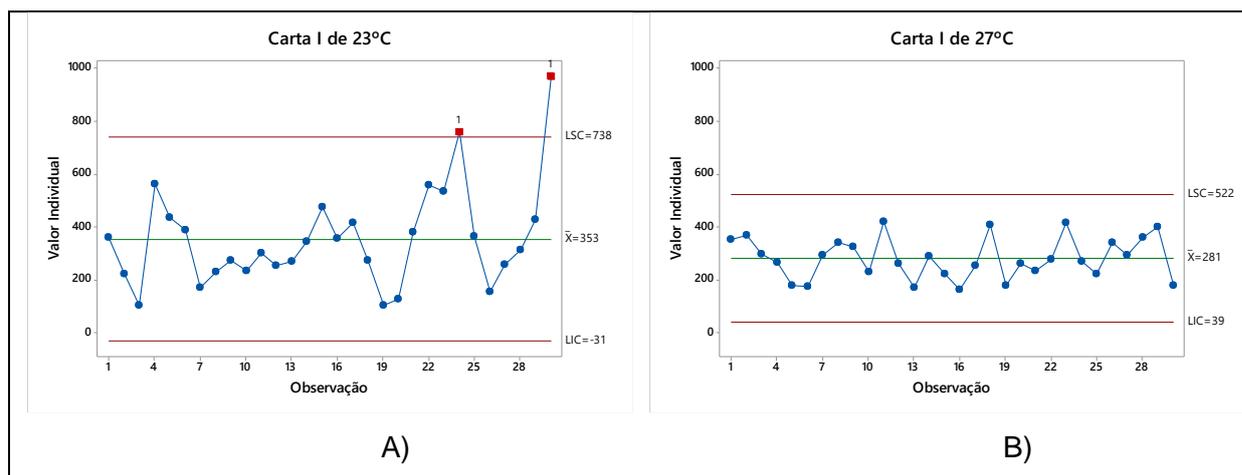
Assimetria positiva indica que há cauda da distribuição é alongada na direção de valores maiores, indicando que apesar da concentração dos dados estarem em torno da mediana, há uma quantidade expressiva de dados com valores bem acima da mediana. No caso do comportamento de agitação, isso significa que apesar do *IndAgit* mensurado em determinada condição ambiental de conforto térmico se concentrar em torno da mediana, há vários momentos registrados em que o grupo de aves se agitou significativamente mais, provavelmente por causa da condição térmica favorável. Já quando o índice de assimetria é negativo, observado na condição de 35°C no experimento com matrizes, a cauda da distribuição é alongada para a esquerda, ou seja, para valores menores que a mediana e, no caso do *IndAgit*, significa que as aves em vários momentos se movimentaram significativamente menos em condições de estresse por calor.

Apesar das médias já demonstrarem essa tendência de menor agitação das aves em altas temperaturas, a medida de assimetria da distribuição do *IndAgit* contribui para o esclarecimento desse comportamento de agitação.

Nas Figuras 18 e 19 fez-se gráficos de controle com valores acumulados de *IndAgit* para intervalos de tempo de 10 segundos, com o objetivo de suavizar os efeitos causados por *outliers* e verificar se há evidências de que as variações do

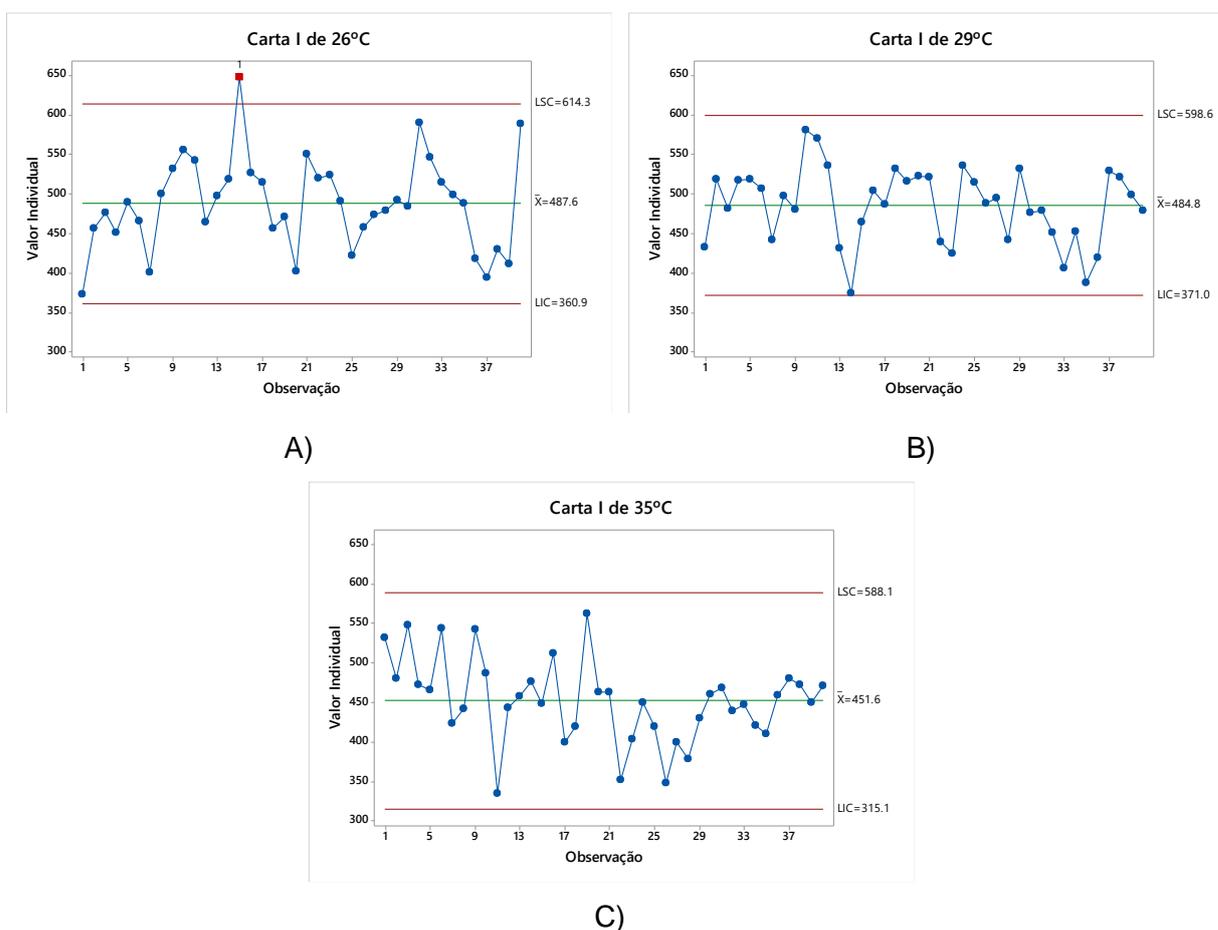
IndAgit no tempo sejam ocasionadas por algum fator não previsto ou determinado, ou seja, que a variação não seja decorrente puramente do acaso.

Figura 18. Gráficos de controle para valores individuais do *IndAgit* para as condições de 23°C e 27°C para galinhas poedeiras.



No experimento com poedeiras, verifica-se que para a condição termoneutra (23°C) a variação do *IndAgit* foi maior que para a condição de 27°C. Os pontos que extrapolam o limite superior na temperatura de 23°C são situações em que pode ter um fator de causa, ou seja, não é possível atribuir essa variação apenas ao acaso. Essa variação maior em condição de temperatura mais amena pode ser interpretada como uma “liberdade” do grupo de aves expressar comportamentos diferentes, no caso, se movimentarem mais livremente. Na temperatura de 27°C, por estar mais próximo ao limite superior da zona de termoneutralidade, as aves tendem a manter um padrão de movimentação mais constante e menor, provavelmente tendendo a prostração.

Figura 19. Gráficos de controle para valores individuais do *IndAgit* para as condições de 26°C, 29°C e 35°C para matrizes pesadas.



A mesma variação observada para as poedeiras foi observada na Figura 19 para as matrizes pesadas. Na temperatura de 26°C houve maior variação do *IndAgit*, que foi reduzindo conforme o aumento da temperatura. Portanto, a variação do *IndAgit* também constitui importante medida para avaliação da movimentação das aves em função do ambiente térmico.

5. CONCLUSÕES

Utilizando técnicas de análise de imagens, foi possível extrair medidas de posição das aves poedeiras criadas em cama de maravalha, de vídeos gravados previamente em dois experimentos distintos. A partir das medidas de posição (centros de massa) das aves, propôs-se um indicador de agitação (*IndAgit*) com base nas variâncias dessas posições entre dois *frames* (atual e anterior).

O indicador de agitação das aves (*IndAgit*) proposto possibilitou observar diferenças significativas na movimentação das aves entre condições de conforto e estresse térmico, confirmando as hipóteses iniciais deste trabalho.

A estimativa de agitação das aves através de métodos automáticos e remotos não é tarefa simples. Há necessidade de testar o índice e a técnica proposta em outros vídeos, com animais diferentes, para que ajustes possam ser realizados e efetivamente validar este sistema de estimativa do conforto térmico de poedeiras criadas sobre cama de maravalha.

6. PROPOSTA DE TRABALHOS FUTUROS

A inversão da assimetria das distribuições de *IndAgit* para condições de conforto e estresse por calor sugere que em alguma condição de temperatura pertencente ao intervalo de temperatura observado no experimento 2 a distribuição seja simétrica. Esta temperatura está muito próxima a 29°C, uma vez que para essa condição ambiental específica observou-se índice de *skewness* 0,38. Como essa temperatura é muito próxima ao limite de termoneutralidade das matrizes pesadas, levanta-se a hipótese de que a temperatura que proporcione distribuição simétrica do *IndAgit* possa ser a temperatura do limite superior da termoneutralidade. Sugere-se que esta hipótese seja testada em trabalhos futuros.

O algoritmo foi eficiente em destacar as aves brancas de fundos escuros. Em situações onde o fundo é mais claro ou quando as aves forem de linhagens vermelhas, o algoritmo desenvolvido não será eficiente. Sugere-se que um novo algoritmo que seja eficiente para essas outras situações seja desenvolvido.

Em condições térmicas abaixo da zona de termoneutralidade é esperado que as aves também reduzam a sua movimentação. A avaliação do *IndAgit* nessas condições ambientais também se mostra interessante para validação do indicador de conforto para todas as situações de ambiente térmico possíveis em aviários.

6. REFERÊNCIAS

- ABREU, P. G.; ABREU, V. M. N.; COLDEBELLA, A.; JAENISH, F. R. F.; PAIVA, D. P. Condições térmicas ambientais e desempenho de aves criadas em aviários com e sem o uso de forro. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 59, p. 1014-1020, 2007.
- ABREU, P. G. et al. Avaliação do condicionamento térmico em aviário de postura. In: VI Simpósio Nordeste de Produção Animal, 5., 2008, Aracaju. **Anais...** Aracaju: Centro de Convenções de Sergipe, 2008. p. 26-32.
- ANDRADE, R.R. **Determinação da faixa de conforto térmico para galinhas poedeiras na faixa inicial de criação**. 77 f. 2017. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2017.
- ALBINO, L. F. T.; CARVALHO, B. R.; MAIA, R. C.; BARROS, V. R. S. M. **Galinhas poedeiras: criação e alimentação**. Viçosa, Minas Gerais: Aprenda Fácil, 2014.
- ALBUQUERQUE, M.P.; ALBUQUERQUE, M.P. **Processamento de imagens: métodos e análises**. Rio de Janeiro: Brasil, 2000.
- ALGERI, T.; ABREU, P.G.; PAULA FILHO, P. Rastreamento da movimentação em aviário através de processamento digital de imagens. **XVII Seminário Técnico Científico de Aves e Suínos – AVESUI**. Medianeira, 01 a 03 de agosto. 2018. -
- ALVES, S.P.; SILVA, I.J.O.; PIEDADE, S.M.S. Avaliação do bem-estar de aves poedeiras comerciais: efeitos do sistema de criação e do ambiente bioclimático sobre o desempenho das aves e a qualidade de ovos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p.1388-1394, 2007.
- ALLAHVERDI, A.; FEIZI, A.; TAKHTFOOLADI, H.A.; NIKPIRAN, H. Effects of heat stress on acid-base imbalance, plasma calcium concentration, egg production and egg quality in commercial layers. **Global Veterinária**, v. 10, n. 2, p. 203-207, 2013.
- ALVES, S. P.; SILVA, I. J. O. da.; PIEDADE, S. M. de S. Avaliação do bem-estar de aves poedeiras comerciais: efeitos do sistema de criação e do ambiente bioclimático sobre o desempenho das aves e a qualidade de ovos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.1388-1394, 2007.
- ARAÚJO, M. J. **Fundamento de agronegócio**. São Paulo: Atlas, 2003.
- AZEVEDO, M. et al. Estimativa de níveis críticos superiores do índice de temperatura e umidade para vacas leiteiras 1/2, 3/4 e 7/8 Holandês-Zebu em lactação. **R. Bras. Zootec.**, v.34, n.6, p. 2000-2008, 2005.
- BAÊTA, F.C.; SOUZA, C.F. **Ambiência em edificações rurais: conforto animal**. 2.ed. Viçosa: UFV, 2010.
- BAGGIO, R. A. **Desempenho e bem-estar de galinhas poedeiras submetidas a diferentes métodos de debicagem em dois sistemas de criação**. 45 f. 2017.

Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Chapecó, 2017.

BAPTISTA, R.I.A.A.; BERTANI, G.R.; BARBOSA, C.N. Indicadores do bem-estar em suínos. **Revista Ciência Rural**, v.41, n.10, p. 1823-1830, 2011.

BERGMANN, S.; SCHWARZER, A.; WILUTZKY, K.; LOUTON, H.; BACHMEIER, J.; SCHMIDT, P.; ERHARD, M.; RAUCH, E. Behavior as welfare indicator for the rearing of broilers in an enriched husbandry environment: a field study. **Journal of Veterinary Behavior: Clinical Applications and Research**, v. 19, p. 90-101, 2017.

BERTECHINI, A. G. **Nutrição de monogástricos**.Lavras:Editora UFLA/FAEPE, 2012.

BRANCO, T., MOURA, D.J., NÄÄS, I.A., OLIVEIRA, S.R.M. Detection of broiler heat stress by using the generalised sequential pattern algorithm. **Biosystems Engineering**. In Press. Nov. 2019.

BROOM, D.M. Welfare of animals: behavior as a basis for decisions. **Reference Module in Life Sciences**, v. 3, p. 1-4, 2010.

BRIDI, A.M. Instalações e ambiência em produção animal. 2008. Disponível em:<http://www.uel.br/pessoal/ambridi/Bioclimatologia_arquivos/InstalacoeseAmbien CIAEMProducaoAnimal.pdf>. Acesso em: 21 jan. 2020.

BORTH, R.M.; IACIA, C.J.; PISTORI, H.; RUVIARO, F.C. A visão computacional no agronegócio: aplicações e direcionamentos. In: II Seminário internacional de integração e desenvolvimento regional, 2014, Ponta Porã.**Anais...**Ponta Porã: 2014.

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

CARVALHO, T.S.G.; ZANGERONIMO, M.G.; SAAD, C.E.P.; ALVARENGA, R.R.; ASSIS, V.D.L.; PEREIRA, V.M.; SCALON, J.D.; SILVA, J.P. Behaviour of cockatiels (*Nymphicus hollandicus*) at two temperatures in captivity. **Arq. Bras. Mad. Vet. Zootec.**, v.67, n.6, p.1669-1674, 2015.

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, p. 122-131, 2015.

COELHO, D.J.R; TINOCO, I.F.F.; VIEIRA, M.F.A.; MENDES, M.A.S.A.; SOUSA, F.C.; FRANÇA, L.G.F. Mapeamento do ambiente térmico de aviários de postura abertos em sistema vertical de criação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.19, n.10, p.996-1004, 2015.

COSTA, E. M. S.; DOURADO, L. R. B.; MERVAL, R. R. Medidas para avaliar o conforto térmico em aves. **Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.6, n. 31, p. 1-20, 2012.

COSTA NETO, H.N. **Conforto térmico aplicado em bem-estar animal**. 39 f. 2014. Trabalho de Conclusão do Curso (Bacharel em Zootecnia) – Escola de Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Goiás, Goiás, 2014.

COUTINHO,G.S.; MAGALHÃES,P.C.M.; FORMIGONI,A.S.; VALLE,G.R.; MOREIRA,A.H. Conforto térmico e manejo de suínos na maternidade levando em consideração o bem-estar animal. **Revista eletrônica nutritime**, v.11, n.1, p.3109-3119,jan./fev., 2014.

CURTIS, S. E. **Enviromental Management in Animal Agriculture**. 2nd. ed. Ames, Iowa: Iowa State University Press, 1983.

DUAN, F.; WANG, Y.N.; LIU, H.J.; LI, Y.G. A machine vision inspector for beer bottle.**Engineering Applications of Artificial Intelligence**, v. 20, p. 1013-1021, 2007.

ETCHES R.; JOHN T.; GIBBINS A. V.; DAGHIR N.Behavioural, physiological, neuroendocrine and molecular responses to heat stress. In:**Poultryproduction in hot climates**: secondedition. 2008. p. 31-66.

FERREIRA, R. A. **Maior produção com melhor ambiente para aves, suínos e bovinos**. Viçosa: AprendaFácil, 2005.

FIGUEIREDO, G.F.; DICHERSON, T.W.; BENSON, E.R.; VAN WICKLEN, G.L.; GEDAMU, N. Development of machine vision based poultry behavior analysis system.In: ASAE Metting, Las Vagas, USA. 2003. **Anais...** Las Vagas, USA. 2003.

FILHO,B.D.A.J.; SILVA,O.J.I.; SILVA,N.A.M.; SILVA,M.J.C. Avaliação dos comportamentos de aves poedeiras utilizando sequencias de imagens. **Eng. Agríc.Jaboticabal**, v.27, n.1, p.93-99, jan./abr., 2007.

FILHO, B. D.A.J. **Avaliação do bem-estar de aves poedeiras em diferentes sistemas de produção e condições ambientais, utilizando análise de imagem**. 141 f.2004. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade de São Paulo, Piracicaba,2004.

FUJI, T.; YOKI, H.; TADA, T.; SUZUKI, K.; TSUKAMOTO, K. Poultrytracking system with câmera usingparticulefilters. **Robotics and Biometrics**, p. 1888-1893, 2009.

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

FOURNEL, S.; ROSSEAU, N. A.; LABERGE, B. Rethinking environment control strategy of confined animal housing systems through precision livestock farming. **Biosystems Engineering**, v. 155, p. 96-123, mar., 2017.

FRASER, A.F. Assessing animal well-being: common sense, uncommon science. In: *FOOD Animal Wellbeing*, 1993, West Lafayette: USA. **Anais...** West Lafayette: Purdue University Press, 1993. p.37-54.

FROST, J.R.; SCHOFIED, C.P.; BEAULAH, S.S.; MOTTRAM, T.T.; LINES, J.A.; WATHES, C.M. A review of livestock monitoring and the need for integrated systems. **Computers and Eletronics in Agriculture**, v. 17, p. 139-159, 1997.

GALVÃO, W. C. **Desenvolvimento de um aplicativo para processamento de imagens obtidas por fotografias aéreas**. 69 f. 2015. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2015.

GARCIA, J. R. M. Avanços na nutrição da poedeira moderna. In: Simpósio sobre manejo e nutrição de aves e suínos. 2003. **Anais...** 2003.

GUINEBRETIERE, M.; MICHEL, V.; ARNOULD, C. Dustbathing, pecking and scratching behaviours of laying hens in furnished cages are enhanced by the presence of rubber mats and litter distribution. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 171, p. 128-137, 2015.

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.

JESUS, E. O.; JUNIOR, R. C. A. Utilização de filtros gaussianos na análise de imagens digitais. **Proceeding Series of the Brazilian Society of Applied and Computational Mathematics**, v. 3, n. 1, p. 1-7, 2015.

KIEFER, C.; MEIGNEN, B.C.G.; SANCHES, J.F.; CARRIJO, A.S. Resposta se suínos em crescimento mantidos em diferentes temperaturas. **Archivos de Zootecnia**, v. 58, n. 221, p. 58-64, 2009.

KITCHEN, N. R.; SUDDUTH, K. A.; MYERS, D. B.; MASSEY, R. E.; SADLER, E. J.; LERCH, R. N.; HUMMEL, J. W.; PAL, H. L. Development of a conservation-oriented precision agriculture system: Crop production assessment and plan implementation. **Journal of Soil and Water Conservation**, v. 60, p. 421-430, 2005.

KUCUK, O.; SAHIN, K.; SAHIN, N.; GURSU, M. F.; GULCU, F.; OZCELIK, M.; ISSI, M. Egg production, egg quality, and lipid peroxidation status in laying hens maintained at a low ambient temperature (6 deg C) and fed a vitamin C and vitamin E-supplemented diet. **Veterinarni Medicina-Czech**, v. 48, p. 33-40, 2003.

LEROY, T.; CEUNEN, J.; STRUELENS, E.; JANSSEN, A.; TUYTTENS, F.; DE BAERE K.; ZOONS, J.; SONCK, B.; VRANKEN, E.; BERCKMANS, D. Developing a quantitative computer vision method for on-line classification of poultry behaviour in furnished cages. In: ASAE Meeting, 2003, Las Vegas, USA. **Anais...** Las Vegas: 2003.

LINARES, J. A.; MARTIN, M. Poultry: behavior and welfare assessment. **Encyclopedia of Animal Behavior**, v. 53, n. 1, p. 750-756, 2010.

LORENÇONI, D. **Análise do ambiente em galpões de poedeiras comerciais telados**. 89 f. 2013. Dissertação (Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.

LUDTKE, C.; COSTA; O.A. D.; ROHR, S.A.; COSTA, F.S.D. **Bem-estar animal na produção de suínos: transporte**. Brasília, DF: ABCS, Sebrae, 2016.

MANTENCA, X. Bienestar animal em explotaciones de porcino. In: Congresso Brasileiro de Veterinários Especialistas em Suínos aboves, 15., 2011, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: ABRAVES, 2011. p.13-17.

MARIA, G.A.; ESCOS, J.; ALADOS, C.L. Complexity of behavioural sequence and their relation to stress conditions in chicken (*Gallus gallus domesticus*): A non-invasive technique to evaluate animal welfare. **Applied Animal Behavior Science**, v. 89, p. 93-104, 2004.

MASHASLY, M. M.; HENDRICKS, G. L.; KALAMA, M. A. Effect of heat stress on production parameters and immune responses of commercial laying hens. **Poultry Science**, v.83, p.889-894, 2004.

MADDOCKS, S.A.; CUTHILL, I.C.; GOLDSMITH, A.R.; SHERWIN, C.M. Behavioural and physiological effects of absence of ultraviolet wavelengths for domestic chicks. **Animal Behaviour**, v. 62, p. 1013-1019, 2001.

MENDES, M.A.S.A. **Caracterização do ambiente térmica de aves de postura, em sistemas verticais, ventilados naturalmente e por pressão negativa em modo túnel**. 151 f. 2015. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2015.

MELO, S.A.; FERNANDES, V.T.R.; MARINHO, M.B.J.; ARRUDA, V.M.A.; FIGUEIREDO, C.L.; FERNANDES, V.T.R. Relação temperatura e nutrição sobre o desempenho de galinhas poedeiras. **PUBVET**, v. 10, n.11, p.855-860, nov., 2016.

MOGAMI, C.A. **Desenvolvimento de metodologias para determinação do bem-estar e massa corporal de frangos de corte por meio de análise digital de imagens**. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2009.

MOREIRA, A.C. Métodos para segmentação binária para imagens em tons de cinza. **LFNATEC – Publicação Técnica do Laboratório de Física Nuclear Aplicada**, v.15, n.2, p. 1-28, 2011.

MORAES, S. R.P. **Caracterização de sistemas de semiclimatização de ambiente, em galpões para frangos de corte, no sudoeste de Goiás**. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2002.

NÄÄS, I.A. Princípios de Bem-estar Animal e sua Aplicação na Cadeia Avícola. **Biológico**, v.70, n.2, p.105-106, 2008.

NASCIMENTO, S.T.; SILVA, E.J.O. As perdas de calor das aves: entendendo as trocas de calor com o meio. 2010. Disponível em: http://www.avisite.com.br/cet/img/20100916_trocasdecalor.pdf. Acesso em: 04 ago. 2019.

NAZIROGLU, M.; SAHIN, K.; SIMSEK, H.; AYDILEK, N.; ERTAS, O. N. The effects of food withdrawal and darkening on lipid peroxidation of laying hens in high ambient temperatures. **Deutsche tierärztlicheWochenschrift**, v. 107, p.199-202, 2000.

NAZARENO, A. C.; PANDORF, H.; ALMEIDA, G.L.P.; GIONGO, P.R.; PEDROSA,E.M.R.;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.

NETO, H.N.C. **Conforto térmico aplicado ao bem-estar animal**. 39 f. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Zootecnia) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2014. Disponível em:<https://evz.ufg.br/up/66/o/CONFORTO_T%C3%89RMICO_APLICADO_AO_BE_M-ESTAR_ANIMAL.pdf>. Acesso em: 04 ago. 2019.

OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L.; ABREU, M.L.T.; FERREIRA, R.A.; VAZ, R.G.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.; ROSTAGNO, H.S.; FERREIRA, R.A.; MAXIMIANO, H.C.; GASPARINO, E. Efeito da temperatura ambiente sobre o desempenho e características de carcaça de frango de corte alimentados com dieta controlada e dois níveis de energia metabolizável. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, 183-190, 2017.

OLIVEIRA, D.L.; NASCIMENTO, J.W.B.; CAMERINI, N.L.; SILVA, R.C.; FURTADO, D.A.; ARAUJO, T.G.P. Desempenho e qualidade de ovos de galinhas poedeiras criadas em gaiolas enriquecidas e ambiente controlado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n.11, p.1186-1191, 2014.

PEREIRA, D. F.; NÄÄS, I. A. estimating the thermoneutral zone for broiler breeders using behavioral analysis. **Science Direct**, v. 62, p. 02-07, 2008.

PEREIRA, D. F.; MYAMOTO, B. C. B.; MAIA, G. D. N.; SALES, T. G.; MAGALHÃES, M.; GATES, R. S. Machine vision to identify broiler breeder behavior. **Computers and electronics in agriculture**, v. 99 p. 194-199, nov., 2013.

PEREIRA,F.D.; BATISTA,S.E.; SANCHES, T.F.; GABRIEL,A.R.L.; BUENO,F.G.L. Comportamento de poedeiras criadas a diferentes densidades e tamanhos de grupo em ambiente enriquecido. **Pesq. agropec. bras., Brasília**, v.48, n.6, p.682-688, jun., 2013.

PEREIRA, F.D.; BATISTA, S.E.; SANCHES, T.F.; GABRIEL, A.R.L.; BUENO, F.G.L. Diferenças comportamentais de poedeiras em diferentes ambientes térmicos. **Energ. Agric., Botucatu**, v. 30, n.1, p.33-40, jan.-mar., 2015.

PEREIRA, D.F.; MIYAMOTO, B.C.B., MAIA, G.D.N.; SALES, G.T.; MAGALHÃES, M. M. G. Machine vision to identify broiler breeder behavior. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 99, p. 194-199, 2013.

PEREIRA, D.F., NÄÄS, I.A., ROMANINI, C.E.B., SALGADO, D.D., PEREIRA, G.O.T. Indicadores de bem-estar baseados em reações comportamentais de matrizes pesadas. **Engenharia Agrícola**, v. 25, p. 308-314, 2005.

PIZZUTTO, C.S.; SCARPELLI, K.C. ROSSI, A.P. CHIOZZOTTO, E.N. LESCHONSKI, C. Bem-estar no cativeiro: um desafio a ser vencido. **Revista de Educação Continuada em Medicina Veterinária e Zootecnia do CRMV**, v. 11, n. 2, p. 6-17, jul., 2013.

PLAVNIK, I. Nutrição de aves em climas quentes. In: Conferência Apinco, 1., 2003, Campinas. **Anais...** Campinas, 2003.

QUEIROZ, J. E. R.; GOMES, H. M. Introdução ao processamento digital de imagens. **Revista RITA**, v. 3, n. 1, p. 1-31, 2001.

RODRIGUES, J.S. **Bem-estar nos sistemas de produção de aves**. 26 f. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Zootecnia) – Universidade Federal de Goiás, Jataí, 2016.

RODRIGUES, E. **Conforto térmico das construções**. 2005. Disponível em: <<http://ead.sitescola.com.br/arquivo/documento/homeotermia.pdf>>. Acesso em: 20 jan. 2020.

RODRIGUES, E. **Fisiologia da Homeotermia**. 2006. Disponível em: <<http://www.ufrj.br/institutos/it/dau/profs/eduardo>>. Acesso em: 21 jan. 2020

RODRIGUES, V.C. **Distribuição espacial e bem-estar de aves poedeiras em condições de estresse e conforto térmico utilizando Visão Computacional e Inteligência Artificial**. 102 f. 2006. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

RUDKIN, C.; STEWART, G.D. Behaviour of hens in cages: a pilot study using video tapes. **Report for the Rural Industries Research and Development Corporation (RIRDC)**, v. 40, n. 477, p. 102-114, 2003.

RUZAL, M.; SHINDER D.; MALKAL, I.; YAHAV, S. Ventilation plays an important role in hens' egg production at high ambient temperature. **Poultryscience**, v. 90 n.4, p. 856-862, 2011.

SANTOS, M.J.B, RABELLO, C.B.V., PANDORFI, H., TORRES, T.R., SANTOS, A.P.; CAMELO, L.C.L. Fatores que interferem no estresse térmico em frangos de corte.

Revista estresse térmico em frangos de corte, v. 9, n. 3, p.1779-1786, maio/jun., 2012.

SANTOS, C.C. **Mecanismos adaptativos em frangos submetidos a estresse térmico agudo pré-abate e suas implicações na funcionalidade proteica muscular**. 58 f. 2007. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal em Pastagens) – Escola Superior de Agricultura Luiz Alves de Queiroz, Piracicaba, 2007.

SAVEGNANI, K.B.; CARO, I.W.; PANDORFI, H.; SILVA, I.J.O.; MOURA, D.J. Zootecnia de precisão: análise de imagens do comportamento de frangos de corte em estresse térmico. **Revista Brasileira de Engenharia agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.9, n.1, p.115-119, 2005.

SCHIASSI, L.; YANAGI JUNIOR, T.; FERRAZ, P.F.P.; CAMPOS, A.T.; SILVA, G.R.; ABREU, L.H.P. Comportamento de frangos de corte submetidos a diferentes ambientes térmicos. **Eng. Agrícola**, Jaboticabal, v.35, n.3, p.390-396, maio/jun., 2015.

SERGEANT, D.; BOYLEA, R.; FORBES, M. Computer visual tracking of poultry. **Computers and electronics in agriculture**, v. 21 p. 1-18, set., 1998.

SILVA, I. J. O. da; BARBOSA FILHO, J. A. D.; SILVA, M. A. N. da; PIEDADE, S. M. DE S. Influência do sistema de criação nos parâmetros comportamentais de duas linhagens de poedeiras submetidas a duas condições ambientais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.1439-1446, 2006.

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

SILVA, I.J.O.; MIRANDA, K.O.S. Impactos do bem-estar na produção de ovos. **Revista Thesis**, São Paulo, v. 6, n.11, 2009.

SILVA, R. C.; NASCIMENTO, J. W. B. do; OLIVEIRA, D. L. Força de ruptura da casca do ovo em função das temperaturas da água e do ambiente. **Revista Educação Agrícola Superior**, v.27, p.13-18, 2012.

SILVA C.R.; RODRIGUES R.L.; RODRIGUES P. V.; ARRUDA S. A.; SOUZA B.B. Análise do efeito do estresse térmico sobre produção, fisiologia e dieta de aves. **Revista ACSA**, v. 11, n. 2, p. 22-26, abr./jun., 2015.

SHAPIRO, L.; STOCKMAN, G. **Computer vision**. New Jersey: Prentice Hall, 2001.

SPINK, A.J.; TEGELENBOSCH, R.A.J.; BURNA, M.O.S.; NOLDUS, L.P.J.J. The ethovision video tracking system: a tool for behaviour phenotyping of transgenic mice. **Physiology and Behaviour, Wageningen**, v.73, p. 731-734, 2001.

TAHAMTANI, F.M.; FORKMAN, B.; HINRICHSEN, L.K.; RIBER, A.B. Both feather peckers and victimis are more asymmetrical than control hens. **Applied Animal Behaviour Science**, Elsevier, v. 195, p. 67-71, 2017.

TINÔCO, I.F.F. **Sistemas de resfriamento adiabático (evaporativo) na produção de frangos de corte**. 92 f. 1988. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1988.

TRINDADE, J. L.; NASCIMENTO, J. W. B. do; FURTADO, D. A. Qualidade do ovo de galinhas poedeiras criadas em galpões no semi-árido paraibano. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental*, v.11, p.652-657, 2007.

THOM, E. C. The discomfort index. *Weatherwise*, v.12, n.1, p.57-59, 1959.

VIEIRA, M.F.A. **Efeitos de duas condições climáticas, duas linhagens e dois sistemas de ventilação no desempenho produtivo de galinhas poedeiras alojadas em sistemas verticais de criação**. 86 f. 2015. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2015.

VITS, A.; WETZENBÜRGER, D.; HAMANN, H.; DISTL, O. Production, egg quality, boné strength, claw length, and keel bone deformities of laying hens housed in furnished cages with different group sizes. *Poultry Science*, v. 84, p. 1551-1519, 2005.

XIAOLIN, Z.; MINNA, B.; JILEI, G.; SIYU, W.; TIEMIN, Z. Development of an early warning algorithm to detect sick broilers. *Computers and electronics in agriculture*, v. 144, p. 102-113, jan., 2018.

YAHAV, S.; SHINDER, D.; TANNY, J.; COHEN, S. Sensible heat loss: the broiler's paradox. *World's Poultry Science Journal*, Beekbergen, v.61, n.3, p.419-434, 2005.

YAHAV, S. Thermal manipulation during the perinatal period-does it improve thermotolerance and performance of broiler chickens?. In: Proceedings of the 19th Australian Poultry Science Symposium, 19., 2007, Sydney. *Anais...Sydney*: New South Wales, Australia, 2007. p. 12-14.

ANEXO I – Código do algoritmo MatLab® para processamento e análise de imagens

```

clc;
close all;
clear all; %Limpa as memórias para a execução do programa.

video = 'C:\Users\Danilo\Desktop\Arquivos\Alunos\José
Eduardo\Programa\Videos\26-VTB2_2107_1530.avi'; %Declara o endereço do
video em uma variável
vid = VideoReader(video); %Carrega o vídeo de interesse

numframes = vid.NumberOfFrames;
i = 1; %Contador AC
kk = 1; %Contador IndAgit
step = 2; %Intervalo de frames a serem processados. Considerar qtos fps da
gravação para manter um frame por segundo

frame1 = []; %Variáveis utilizadas para armazenar os frames que serão usados
para calcular a distância de Hausdorff
frame2 = [];

for z = 1:step:numframes

I = read(vid,z); %Carrega o frame z na variável I
%I = imcrop(I, [0 35 330 165]); %Seleciona da cena a área de interesse
para processamento e análise das poedeiras
%I = imcrop(I, [65 0 200 330]); %Seleciona da cena a área de interesse
para processamento e análise das matrizes

k = rgb2gray(I);

se = strel('ball',3,3);
k1 = imerode(k,se);
k2 = imdilate(k1,se);
k3 = imgaussfilt(k2, 2);

bw = im2bw(k3);
bw2 = bwareaopen(bw, 20, 8);

bw3 = bwlabel(bw2);
stat = regionprops(bw3,'centroid');
bw3 = 7*bw3;

h = 1; %Contador para preenchimento dos registros nos frame1 e frame2

for t = 1: numel(stat) %Loop para cálculo desde 1 a todas as aves
encontradas
%-----plot(stat(x).Centroid(1),stat(x).Centroid(2),'ro'); % Plota na
imagem os centroides encontrados
xc = stat(t).Centroid(1);
yc = stat(t).Centroid(2);

if and(z > 1, t == 1) %Se já processou o primeiro frame e está registrando
centroide na primeira ave
if size(frame2) > 1 %Verifica se o frame2 já foi preenchido
dH = hausdorff(frame1, frame2); %Calcula a distância de Hausdorff
IndAgit(kk,:) = [z-step, dH]; %Acumula as distâncias de Hausdorff na
variável IndAgit

```

```

kk = kk+1;

frame1 = frame2;
frame2 = [];

end

frame2(h,:,:,:) = [xc, yc];
h = h+1;
elseif z == 1 %qdo está processando o primeiro frame do vídeo
frame1(h,:,:,:) = [xc, yc];
h = h+1;
elseif and(z > 1, t > 1)
    frame2(h,:,:,:) = [xc, yc];
h = h+1;
end

AC(i,:,:,:) = [z, t, xc, yc]; % Variável "A" recebe o vetor com Valor do
Numero do centro de gravidade, coordenada xc e coordenada yc
i = i+1;
end

end

dH = hausdorff(frame1, frame2);
IndAgit(kk,:) = [z, dH];

figure(1), scatter(AC(:,3), AC(:,4), 100, AC(:,2), 'fillet')

```

```

%% Hausdorff Distance: Compute the Hausdorff distance between two point
clouds.
% Let A and B be subsets of a metric space (Z,dZ),
% The Hausdorff distance between A and B, denoted by dH (A, B), is defined
by:
%  $dH(A, B) = \max\{\sup_{a \in A} d(a, B), \sup_{b \in B} d(b, A)\}$ , for all a in A, b in B,
%  $dH(A, B) = \max(h(A, B), h(B, A))$ ,
% where  $h(A, B) = \max(\min(d(a, b)))$ ,
% and d(a, b) is a L2 norm.
% dist_H = hausdorff( A, B )
% A: First point sets.
% B: Second point sets.
% ** A and B may have different number of rows, but must have the same
number of columns. **
% Hassan RADVAR-ESFAHLAN; Universit  du Québec;  TS; Montréal; CANADA
% 15.06.2010
%%
function [dist] = hausdorff( A, B)
if(size(A,2) ~= size(B,2))
fprintf( 'WARNING: dimensionality must be the same\n' );
dist = [];
return;
end
dH = max(compute_dist(A, B), compute_dist(B, A));
dist = dH;
%% Compute distance
function [dist] = compute_dist(A, B)
m = size(A, 1);
n = size(B, 1);
dim= size(A, 2);

```

```
for k = 1:m
C = ones(n, 1) * A(k, :);
    D = (C-B) .* (C-B);
    D = sqrt(D * ones(dim,1));
dist(k) = min(D);
end
dist = max(dist);
```