

Autores | Authors

Gabriel da Silva Oliveira*

gabriels.unb@gmail.com

Vinicius Machado dos Santos **

vinicius.santos@ifb.edu.br

Jullyana Carvalho Rodrigues***

jullyanacar@gmail.com

Sheila Tavares Nascimento ****

sheilatn@unb.br

**PROTÓTIPO PARA O ESTUDO DO COMPORTAMENTO E DA
ZONA DE CONFORTO TÉRMICO DE FRANGOS DE CORTE**

**PROTOTYPE TO THE STUDY OF BEHAVIOR AND THERMAL
COMFORT ZONE OF BROILER CHICKENS**

Resumo: A avicultura de corte é considerada uma das principais cadeias agropecuárias do Brasil. O manejo e a ambiência são fatores essenciais em todas as etapas de criação. Desta forma, é de suma importância a realização de estudos sobre as características do microambiente e suas influências sobre o comportamento e a produtividade de frangos de corte. Diante disso, esta revisão irá abordar os principais aspectos relacionados à ambiência e zona de conforto térmico de frangos de corte, bem como o comportamento das aves em condições de conforto e estresse térmico; condições experimentais e a utilização de protótipos na avicultura.

Palavras-chave: Ambiência, Bem-estar animal, Estresse térmico

Abstract: *The poultry industry is considered one of the main agricultural chains in Brazil. Management and ambience are essential factors in all stages of creation. Therefore, it is very important to carry out studies on the characteristics of the microenvironment and its influence on the behavior and productivity of broilers. In view of this, this review will address the main aspects related to the environment and thermal comfort zone of broiler chickens, as well as the behavior of the birds in conditions of comfort and thermal stress; experimental conditions and the use of prototypes in poultry farming.*

Keywords: *Ambience, Animal welfare, Thermal stress*

O estresse, seja por frio ou calor, é um dos principais fatores que interferem negativamente o desempenho das aves comerciais. Em caso de alterações bruscas de temperatura e umidade, as aves alteram seu comportamento utilizando recursos fisiológicos com objetivo de reter ou perder calor para o ambiente (SILVA, 2013). Além disso, as aves apresentam mudanças fisiológicas expressivas ao longo do ciclo de criação (NASCIMENTO, 2016). Para atender às exigências de conforto térmico das aves no início da vida é fundamental o fornecimento de fontes de calor, pois o sistema termorregulador desses animais ainda não está completamente desenvolvido (CORDEIRO *et al.*, 2010).

Após a maturação do sistema termorregulador, é necessário um cuidado maior com altas temperaturas e umidade relativa do ar, visto que, até a fase final de crescimento, os frangos de corte são sensíveis ao calor. Esses efeitos repercutem negativamente em seu desempenho, como a diminuição no ganho de peso, devido ao menor consumo de alimentos na tentativa de reduzir o incremento calórico (aumento da produção de calor metabólico após o consumo do alimento pelo animal). Assim, torna-se fundamental que os galpões de criação contenham sistemas de ventilação

e resfriamento, como sistemas de nebulização e o uso de placas evaporativas, que podem ser associadas à ventilação forçada de pressão positiva ou negativa para que ocorra a troca de ar e amenize o estresse térmico (CORDEIRO *et al.*, 2010).

Dessa forma, o desafio é monitorar o ambiente em que as aves estão e promover o conforto térmico com faixas de temperatura e umidade adequadas para cada fase de criação, de modo que as aves consigam manter sua homeotermia e conseqüentemente, expressarem sua máxima capacidade produtiva (ABREU; ABREU, 2011). Segundo Nascimento (2016), questiona-se a zona de conforto térmico para frangos de corte, em cada fase de criação, devido ao intenso processo de melhoramento genético alcançado nas últimas décadas, resultando em um frango de corte precoce com menor tolerância a temperaturas ambientais elevadas.

Apesar de Furlan e Macari (2002) e outros autores proporem faixas ótimas de temperatura e umidade relativa do ar para frangos de corte, considera-se necessária à sua adequação para as linhagens comercialmente exploradas. A sua determinação deve estar relacionada com a faixa de temperatura e umidade a qual os animais não necessitem ativar mecanismos para dissipação ou ganho de calor, e conseqüentemente, mantenha sua temperatura interna estável. Portanto, é de suma importância estudos dentro da área de bioclimatologia utilizando metodologias para a aferição da zona de conforto térmico dos animais dentro do aviário, como: avaliação da temperatura do ar, umidade relativa, carga térmica de radiação e velocidade dos ventos, aperfeiçoando, assim, a produção avícola intensiva com correta caracterização das variáveis ambientais (FURTADO *et al.*, 2003).

Estudos no ambiente de criação das aves tornam-se imprescindíveis devido a necessidade de controle das variáveis meteorológicas. Portanto, a utilização de câmaras climáticas é uma alternativa para estudos de zona de conforto térmico, cujos parâmetros de temperatura, umidade relativa do ar, concentração de gases, velocidade dos ventos, ambiência lumínica, podem ser controlados dentro de uma faixa pré-estabelecida, além de simular a exposição de seres vivos a situações de conforto ou estresse térmico (TREVISAN *et al.*, 2017). Entretanto, há fatores externos que podem interferir nos resultados de experimentos, como por exemplo, variações climáticas ocasionadas pela incorreta vedação da câmara, a necessidade de o pesquisador entrar na câmara com constantes aberturas da porta para uma observação direta e subjetiva e maior manipulação dos animais, alterando, por conseguinte, as variáveis ambientais, fisiológicas e comportamentais dos animais em

estudo (BARBOSA-FILHO, 2004).

Para obter-se melhor bem-estar na avicultura deve-se observar à integração entre o animal e o ambiente, a fim de que o custo energético dos ajustes fisiológicos sejam os menores possíveis (SOUSA, 2005). Assim, o desenvolvimento de protótipos com ferramentas de fácil aplicabilidade e acesso, e com melhores propostas para o maior controle das condições ambientais de aviários é imperativo. A utilização de protótipos poderá proporcionar um melhor controle das condições climáticas em relação a câmara climática, facilitando o atingimento da temperatura ideal para cada fase de criação de frangos de corte, bem como outras variáveis 3 climáticas como velocidade do vento, ambiente acústico (ruídos), gases/poeira e o ambiente social (SOUSA, 2005).

Diante da importância dos estudos sobre as características do microambiente e suas influências sobre o comportamento e a produtividade de frangos de corte, esta revisão irá abordar os principais aspectos relacionados à ambiência e zona de conforto térmico de frangos de corte, bem como o comportamento das aves em condições de conforto e estresse térmico; condições experimentais e a utilização de protótipos na avicultura.

Ambiência na Avicultura

Os avanços obtidos na área de avicultura têm sido limitados por fatores ambientais aos quais os animais são submetidos, principalmente quando se trata de uma larga produção em galpões com alta densidade de animais. Os parâmetros de ambiência findados corretamente são fundamentais para a ave expressar seu comportamento natural e potencial genético (JACOB, 2015).

As aves dependem de um ambiente interno adequado para poder expressar seu potencial de produção (MENEGALI, 2009). Dessa forma, necessitam de faixas de temperatura e umidade adaptadas para cada fase de criação. Estas faixas, contudo, em função da evolução genética, vem sofrendo alterações ao passar dos anos junto às formas de manejos de criação, densidade de alojamento, intensidade de acondicionamento ambiental a que são submetidos e, por fim, a adaptação e aclimatização de galpões de criação (CASSUCE, 2011). As instalações devem proporcionar um ambiente saudável para as aves com o emprego de sistemas de ventilações artificial ou natural com um manejo adequado, evitando os problemas de produção excessiva de gases nocivos e temperaturas extremas, possibilitando um conforto melhor para as aves (CAMPOS, 2000).

Ainda, a produção de frangos de corte gera um grande volume de resíduos na forma de esterco, efluen-

tes camas e aves mortas. Estes resíduos possuem uma alta concentração de nitrogênio, fósforo, potássio, minerais e carga de bactérias (OVIEDO-RONDON, 2008). A rápida decomposição destes resíduos dentro e fora da produção avícola geram problemas como pó, volatilização de amônia e outros compostos orgânicos que aumentam os odores, além de atrair insetos e roedores (KRISTENSEN *et al.*, 2000).

A ventilação constitui uma das ferramentas mais utilizadas nos aviários capaz de condicionar em boa parte o êxito da produção, reduzindo a umidade produzida no galpão pela respiração das aves, a umidade presente na cama, renovando o ar, auxiliando na remoção do calor produzido na instalação e principalmente eliminando o gás amoniacal que se forma pela fermentação orgânica das camas (LIN *et al.*, 2006).

Dentre os parâmetros a serem levados em conta em um projeto de climatização, é importante que se atente a velocidade e a quantidade de ar, visto que a subestimação e a superestimação de ar são prejudiciais, pois além de gastos desnecessários de energia, o ambiente pode ficar seco provocando a produção excessiva de pó e problemas respiratórios nas aves, pois qualquer sistema de ventilação para ser eficiente necessita de atenção quanto ao seu funcionamento adequado (FURTADO *et al.*, 2003).

Assim sendo, a produtividade satisfatória dos frangos depende, entre outros fatores, das condições térmicas do ambiente de alojamento, prestante a redução dos efeitos climáticos indesejáveis, sendo necessário, portanto, a caracterização da sua ambiência (ABREU *et al.*, 1999). Aliado a isso, é de suma importância que os aviários possuam uma adequada densidade de animais no alojamento, mecanismos para o condicionamento térmico ambiental ideal, com sistemas de resfriamento do ar e climatização do ambiente, reduzindo o estresse térmico e alterações comportamentais, possibilitando as aves alcançarem um bom desempenho produtivo e redução na taxa de mortalidade (SILVA; VIEIRA, 2010).

Zona de conforto térmico para aves

De modo geral, as aves são sensíveis ao frio nos primeiros 10 a 15 dias de idade, tendo em vista a habilidade termorreguladora ainda não estar completamente desenvolvida e essas necessitam de temperaturas mais elevadas, com aquecimento artificial para manter o seu conforto térmico (CORDEIRO *et al.*, 2010). Depois de se obter a capacidade termorreguladora, os frangos se tornam sensíveis ao calor até a fase final de crescimento (FURLAN; MACARI, 2002).

A temperatura de conforto para frangos de corte varia principalmente em função da idade (NASCIMENTO, 2016). A temperatura ambiente de conforto na primeira semana de vida é 32°C, decrescendo até 26°C, 24°C, 20°C durante os períodos de 18 a 21, 22 a 28, 35 a 42 dias de idade, respectivamente (ROSS, 2009). Cassuce *et al.* (2013) desenvolveram uma pesquisa para atualizar as temperaturas ambientais que caracterizam o conforto térmico de frangos de corte de 1 a 21 dias de idade, sob condições brasileira de produção e constataram que os valores de temperatura ambiente que proporcionam maiores ganhos de peso para o crescimento de frangos de corte foram 31,3 °C, 25,5 °C e 21,8 °C, respectivamente para a primeira, segunda e terceira semana de idade. Essas diferenças de temperatura para cada idade dos frangos de corte apresentadas pelos autores se devem principalmente pela decorrência de alterações na genética e nutrição ao longo dos anos (NASCIMENTO, 2016).

Dentro da homeotermia, existe a zona térmica “termoneutralidade”, representado pelos limites temperatura crítica inferior (TCI) e temperatura crítica superior (TCS), que representa a faixa de variação da temperatura ambiente, na qual os animais não demonstram nenhum desconforto térmico, pois não são ativados mecanismos físicos e químicos de termorregulação, e assim, o metabolismo é mínimo (SILVA, 2000).

Quando a temperatura se encontra abaixo de seu conforto térmico (TCI), o animal pode desencadear hipotermia, sendo que grande parte da energia ingerida pela ração é desviada para o seu sistema termorregulador e, por consequência, o seu bem-estar e desenvolvimento são comprometidos (FURLAN; MACARI, 2002). Quando a temperatura do ar ultrapassa a TCS, o valor da temperatura corporal sobe, pois, o calor é armazenado no organismo e são ativados mecanismos fisiológicos para dissiparem calor para o ambiente. Temperaturas acima desse valor podem levar a hipertermia com desidratação e redução no consumo de ração (CORDEIRO *et al.*, 2010).

O ambiente do sistema de criação possui influência direta na condição de conforto, representados por temperatura, umidade, velocidade do ar e radiação, são alguns dos fatores que mais afetam os animais, pois comprometem a função vital mais importante das aves, que é a homeotermia e bem-estar animal, que pode ser alcançado pela minimização dos fatores estressantes como densidade animal, poluição sonora e ambiental e, efeito de gases tóxicos, promovendo, assim, a manutenção do balanço térmico no interior das instalações e na expressão de seus comportamentos naturais (COSTA *et al.*, 2012).

Comportamento das aves (em estresse por frio/calor e conforto térmico)

A preocupação em se atingir o bem-estar dos animais em uma produção avícola vem, ao longo dos anos ganhando maior importância pela complexidade com que os fatores de produção estão correlacionados (SEVEGNANI *et al.*, 2005). Inserido nesse contexto, há diversos fatores ambientais que influenciam a produção, o comportamento, a condição fisiológica dos animais e, conseqüentemente o bem-estar na criação de frangos de corte (SILVA *et al.*, 2013).

A intensificação dos sistemas de produção de aves durante as últimas décadas levou a um aumento das emissões de poluentes aéreos. Um deles é o gás amoníaco que é um dos poluentes mais abundantes nos sistemas de criações de aves. Esse gás é considerado nocivo e maximiza a má qualidade do ar e o bem-estar das aves, pois envolvem interações complexas entre fisiologia, comportamento e doença (KRISTENSEN *et al.*, 2000). Concentrações elevadas de amônia causam redução no consumo de ração, impedem o crescimento adequado, além de afetar a saúde das aves danificando as mucosas oculares e o sistema respiratório (POKHAREL *et al.*, 2017).

Kristensen *et al.* (2000) estudaram o comportamento de aves submetidas a diferentes concentrações de amônia. O experimento foi realizado em uma câmara de preferência ambiental dividida em três compartimentos e cada um com concentrações de amônia de 0, 25 e 45 ppm. Seis aves foram mantidas em cada compartimento da câmara por 48 horas de duração. Esse período foi escolhido para imitar a crônica exposição que as aves sofrem na produção comercial. O resultado obtido foi de que as concentrações de amônia de 25 e 45 ppm tem um efeito significativo no tempo de forrageamento dos animais, sendo que as aves passaram muito mais tempo forrageando, descansando e se alimentando no compartimento com ar fresco do que nos ambientes poluídos com amônia. A quantidade de vezes em que as aves tiveram contato físico com seu próprio corpo foi significativamente afetada e reduzida pela concentração de amônia, isso porque as penas quando em contato com esse poluente podem ter adquirido um gosto ou cheiro aversivo, indicando comprometimento do bem-estar.

Estudos anteriores já indicavam que a alimentação é afetada por altas concentrações de amônia e os efeitos comportamentais que esse gás nocivo pode causar (OVIEDO-RONDON, 2008). As aves tornam-se mais alertas e vigilantes quando detectam a presença de

amônia e, ainda, expressam comportamentos aversivos como espanto, sacudidas e paralisação da cabeça (POKHAREL *et al.*, 2017). Outro fator economicamente limitante na produção de frangos de corte é o estresse calórico, visto que as aves respondem de maneira diferente, dependendo da oscilação da temperatura, umidade relativa, radiação térmica e velocidade do ar dentro de um aviário (OLIVEIRA *et al.*, 2006). Esses fatores térmicos são os que mais afetam diretamente as aves, pois podem comprometer sua homeotermia (DAMASCENO *et al.*, 2010).

Para as aves aumentarem a dissipação de calor para o meio ambiente em situações de estresse por calor, elas procuram se dispersarem em relação às outras aves; maximizam a área de superfície corporal, mantendo as asas afastadas do corpo, agachando; aumentam o fluxo sanguíneo para os tecidos periféricos não cobertos com penas, como a barbela, pés e crista (FURLAN; MACARI, 2002; SCHIASSI *et al.*, 2015). Resultados do trabalho de Sevegnani *et al.* (2005) demonstram ainda, que a idade da ave também é relevante no que diz respeito ao comportamento frente às altas temperaturas, visto que quanto maior a temperatura e mais velha a ave, maior é a ingestão de água e menor é a ingestão de alimentos, em virtude do seu maior tamanho. Furlan e Macari (2002) afirmam ainda, que a temperatura da água deve estar próxima a 20° C, pois temperaturas acima do recomendado podem reduzir a frequência do uso de bebedouros pelas aves.

O estresse por calor também leva a taquipneia, e é visível que aves submetidas a altas temperaturas ficam com a respiração ofegante, com o propósito de perder calor para o ambiente pelo mecanismo evaporativo e conseqüentemente, abrem o bico para facilitar a expiração e inspiração (FURLAN; MACARI, 2002). Barbosa-filho (2004) cita que diante o estresse térmico por calor, as aves se mantêm por mais tempo sentadas e paradas para manter o metabolismo mínimo com reduzida produção de calor, além do mais, podem apresentar agressividade e estresse contra si e outros animais, como bicadas na crista e em outras partes do corpo.

Já no estresse por frio, os animais aumentam a ingestão de alimentos para ampliar a temperatura corporal interna, gerado pelo metabolismo dos nutrientes e tendem a ficarem agrupados para elevar o calor corporal pelo mecanismo sensível condução, com o objetivo de se aquecerem (SCHIASSI *et al.*, 2015). As aves de corte quando em conforto térmico apresentam indicadores de bem-estar como bater e esticar as asas e chacoalhar as penas. São comportamentos não vistos quando as aves estão em condições de estresse térmico e condicionadas em pequenos espaços com alta densidade

de de animais, que impedem tais movimentos (BARBOSA-FILHO, 2004).

Sevegnani *et al.* (2005) apontam em estudos que o uso de câmeras de vídeo é uma alternativa efetiva para a análise de comportamento de frangos de corte em conforto e estresse térmico, visto que os dados podem ser analisados em tempo real, sem a interferência no comportamento animal pela presença do pesquisador. Atribuída à importância da avicultura de corte para a economia brasileira, é de suma importância compreender e identificar novos indicadores de bem-estar inerentes ao animal que contribui para o aumento da eficácia produtiva, estudando-se diferentes reações comportamentais de matrizes de frango de corte (PEREIRA *et al.*, 2005).

Condições experimentais na Avicultura

Com a evolução da produção avícola, as instalações tiveram que passar por adaptações físicas para alcançar os índices de produtividade desejados pelos padrões da genética (RODRIGUES, 2015). A crescente importância da questão climática e da sustentabilidade do ambiente construído dão impulsos para os estudos do conforto ambiental e da arquitetura bioclimática (TREVISAN *et al.*, 2017). O uso da câmara climática é uma alternativa para estudos de ambiência térmica e é definida como um volume fechado que permite controlar variáveis ambientais e pessoais, além de simular a exposição de seres vivos a situações de conforto ou stress térmico (TREVISAN *et al.*, 2017).

Estudar a preferência ou aversão do animal com relação ao ambiente térmico pode ser uma ferramenta útil para auxiliar no estabelecimento de um adequado manejo. A manifestação da preferência pode estar relacionada com o bem-estar. Nos testes de preferência são dados aos animais duas ou mais opções de recursos para escolha, permitindo, assim, escolher o ambiente de sua preferência. Maia (2014) desenvolveu uma Câmara de Preferência Ambiental (CPA) para realização de testes de avaliação de preferência ou aversão de frangos de corte a diferentes tipos de ambientes para analisar respostas comportamentais quanto a diferentes condições de temperatura do ar (Figura 1).

A câmara foi projetada para estudos com animais de pequeno porte, principalmente frangos de corte, e para controle do ambiente quanto à temperatura do ar e umidade relativa. A CPA consistiu em três compartimentos conectados em paralelo (1,6 m x 1,4 m x 3,0m, comprimento, largura e altura, respectivamente) separados por uma parede de acrílico transparente e interligados ao compartimento adjacente por uma porta

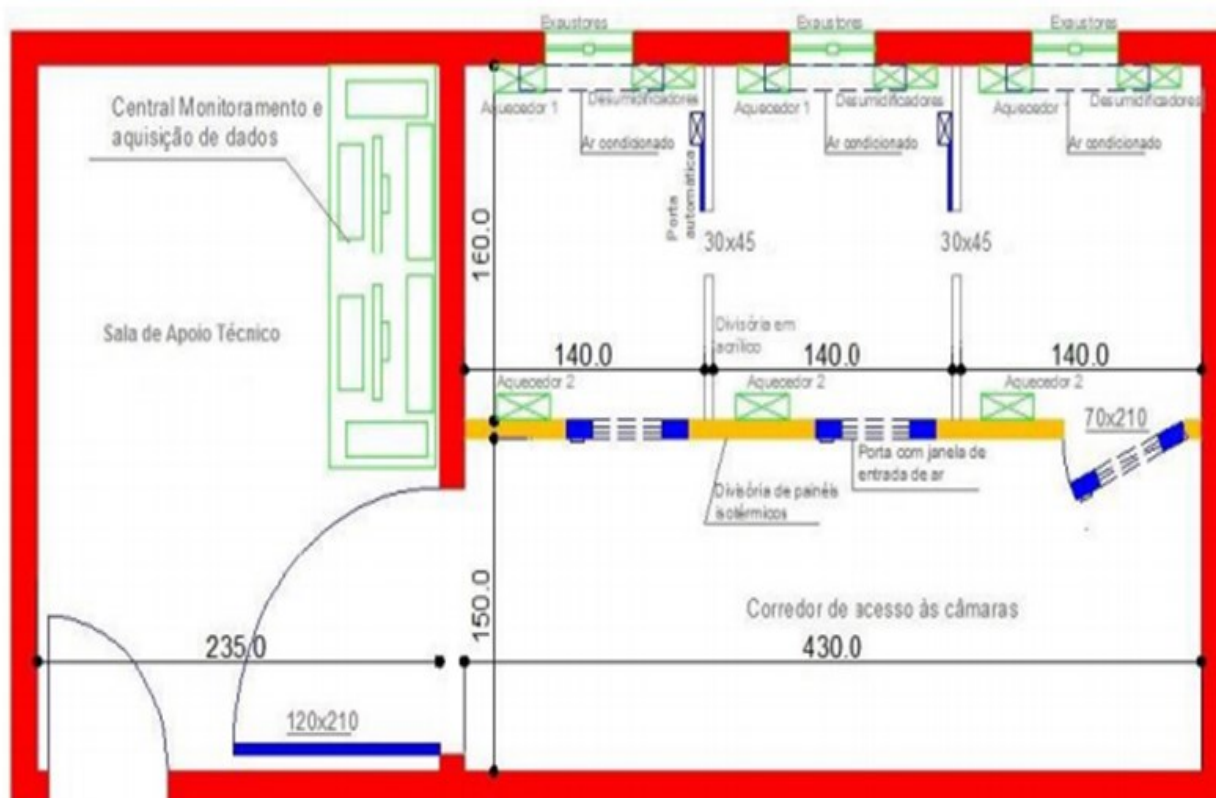
com abertura e fechamento automático com sensores de movimento, a qual permite a passagem dos animais de um compartimento para outro. Esta porta foi projetada a fim de minimizar a troca de ar de um compartimento para o seu adjacente, garantindo a estabilidade dos diferentes ambientes durante um teste de preferência (MAIA, 2014).

Cada compartimento era composto de uma porta de acesso a um corredor principal com comedouro e bebedouro, permitindo o manejo de forma independente, e outros equipamentos: sensor de temperatura do ar, um aparelho de ar condicionado e dois aquecedores para controle da temperatura; um sensor de umidade relativa do ar e dois desumidificadores para monitoramento da umidade; um exaustor para renovação do ar; e uma câmera de vídeo para monitoramento do comportamento das aves. Um sistema automatizado para controle e aquisição de dados foi desenvolvido para manipular os dados de ambiente térmico (temperatura do ar e umidade relativa). Toda automação foi controlada em uma sala de apoio técnico, que permitiu, também, monitorar e analisar o comportamento dos animais. Assim, quaisquer desvios de fatores controláveis, como a temperatura, poderiam ser corrigidos (MAIA, 2014).

A experimentação consistiu em aplicar duas condições de temperatura (termoneutralidade e estresse por calor) nos três compartimentos da CPA e avaliar o tempo de permanência e o comportamento dos frangos de corte em cada condição. Por meio desse teste, acreditava-se que as aves evitariam o ambiente de estresse e permaneceriam no ambiente que proporcionasse a condição de 23 conforto. A temperatura do ar é a principal variável nessa avaliação, visto que os frangos de corte são muito sensíveis ao estresse por calor e tendem a procurar ambientes mais confortáveis (MAIA, 2014).

Nove frangos com 18 dias de idade foram separados em três grupos de três aves e cada grupo foi alojado em um compartimento. Em um compartimento criou-se um ambiente com temperatura termoneutra (24 ± 2 °C) e nos outros dois compartimentos um ambiente com alta temperatura (31 ± 2 °C). As duas condições de temperatura foram atribuídas aleatoriamente aos três compartimentos da CPA em três períodos, de modo que o ambiente termoneutro fosse aplicado em todos os compartimentos. A umidade relativa foi programada para manter-se em torno de $60 \pm 10\%$ em todos os compartimentos. Para complementar os resultados de ocupação da câmara, foi conduzida uma análise de comportamento para verificar a atividade dos animais durante as visitas em cada ambiente (MAIA, 2014).

Durante o período experimental, os frangos evitaram o ambiente de estresse por calor, e, quando fica-

Figura 1 – Planta baixa da sala da câmara climática: apoio técnico e a Câmara de Preferência Ambiental.

Fonte: MAIA (2014).

vam nesse local, permaneciam por um curto período de tempo. As aves passaram a maior parte do tempo dentro da câmara no ambiente de termoneutralidade, cerca de 93%, e a escolha por esse ambiente persistiu por todo o período experimental. Por outro lado, dois fatores podem explicar a visita das aves ao ambiente de estresse pelo calor, e incluem: qualidade da água do bebedouro e identificação de mudanças no ambiente, visto que as aves tendem a retornar ao ambiente visitado para verificar se houve alguma alteração. Durante o teste, foram utilizados bebedouros do tipo pendular para fornecimento de água. Nesse tipo de bebedouro, a água pode ser facilmente contaminada por resíduos de ração, penas, poeira e cama, reduzindo a qualidade. Esse fator pode ter levado os animais a buscarem uma nova fonte de água potável nas câmaras com temperatura de estresse, visto que nesses ambientes havia uma incidência menor de aves e, logo, menor proporção de contaminação (MAIA, 2014).

É possível apontar algumas limitações nesse teste. Primeiro, apesar de a autora considerar o experimento econômico, verifica-se a necessidade de se ter equipamentos em quantidade suficiente para três compartimentos, não sendo, assim, um experimento de baixo custo. Segundo as câmaras são fixas, o que gera a

necessidade de se construir outros compartimentos em locais novos de teste. Terceiro, a quantidade de aves em cada compartimento não representa com mais fidedignidade a quantidade em um aviário real, sendo alojada uma quantidade muito pequena, o que repercute, consequentemente, no comportamento do animal.

Ainda, é importante salientar que há condições experimentais que impedem os animais expressarem o seu comportamento natural, levando a interpretações comportamentais errôneas, uma vez que o comportamento está intrinsecamente ligado ao conforto térmico e ao bem-estar animal. (PEREIRA *et al.*, 2005). A necessidade de o pesquisador entrar na câmara para uma observação direta e subjetiva, muitas vezes com constantes aberturas da porta para uma maior manipulação dos animais, alteram os fatores fisiológicos, ambientais e comportamentais (BARBOSA-FILHO, 2004). Dessa forma, a observação do comportamento com as câmaras de vídeo é uma alternativa eficiente e barata, pois permite que os dados sejam analisados a qualquer tempo sem a interferência do comportamento pela presença humana (SEVEGNANI, 2005).

Portanto, o desafio é o desenvolvimento de metodologias mais convenientes, que avaliem as reais necessidades ambientais das aves, minimizando também os riscos de erros, com manutenções adequadas dos

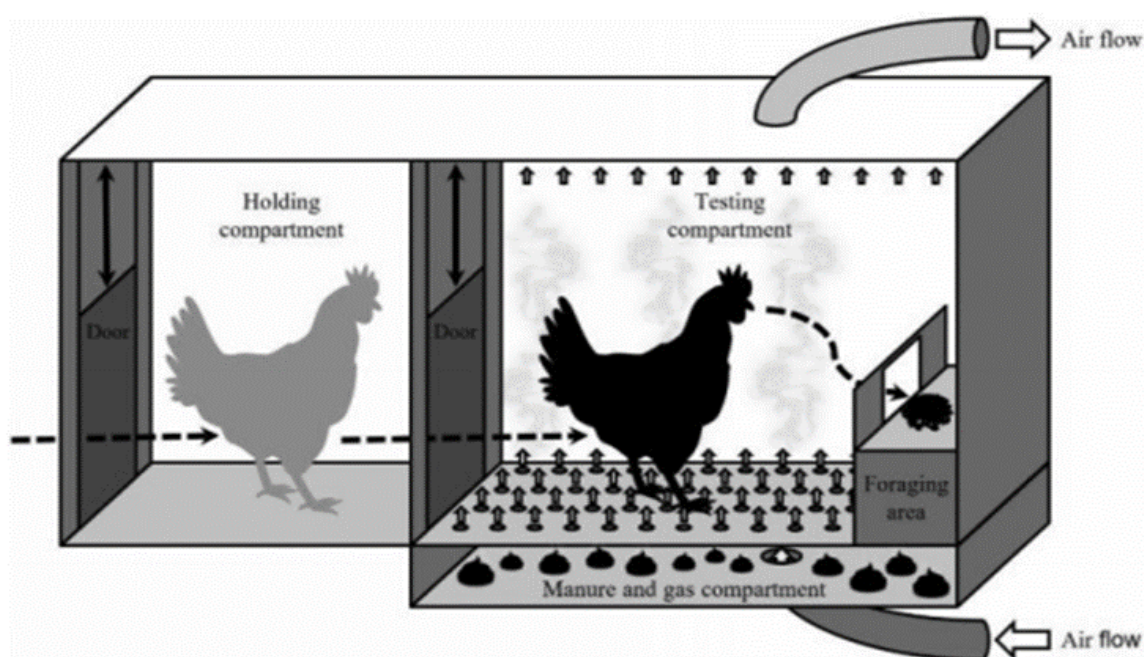
equipamentos para o acionamento de controles de sistemas de climatização (PEREIRA *et al.*, 2005). A necessidade do controle das variações climáticas externas à câmara a dificuldade em manter a umidade relativa ideal à condição pretendida, falhas na ventilação e distribuição de vapor, vedação inadequada da porta de entrada e saída, queda de energia que pode ser fatal para os animais, são alguns dos exemplos que podem trazer consequências negativas à confiabilidade dos dados. As aves por serem sensíveis a alterações da temperatura do ambiente e se submetidas a condições de estresse térmico, o seu bem-estar e o seu desempenho produtivo serão significativamente afetados (TREVISAN *et al.*, 2017).

Utilização de protótipos na Avicultura

A utilização de protótipos para pesquisas pode ser uma alternativa à câmara climática no controle de fatores ambientais, como a intensidade luminosa, temperatura ambiental, umidade relativa do ar, velocidade e qualidade do ar, concentração de gases e poluentes, e percepção sensorial dos frangos de corte nos ambientes de criação, trazendo ganhos quanto ao comportamento animal, repercutindo no bem-estar e conseqüentemente na produtividade (TREVISAN *et al.*, 2017). Desse modo, o aprimoramento no controle do ambiente dentro das instalações avícolas é um fator crítico a ser considerado quando se busca melhor desempenho produtivo e bem-estar animal (ABREU; ABREU, 2011).

Pokharel *et al.* (2017) desenvolveram uma câmara experimental (Figura 2) para testar se as galinhas poedeiras diferenciam entre ar fresco com nenhuma concentração de amônia, misturas de ar com amônia de origem artificial (gás cilindro) e natural (a partir de excretas de galinha); e como a exposição a amônia afeta o comportamento das aves de forrageamento e aversivo. A câmara experimental ($1 \times 0,4 \times 0,76 \text{ m}^3$) foi construída com material de policarbonato sob encomenda e consistia em dois compartimentos: um compartimento de suporte ($0,4 \times 0,4 \times 0,76 \text{ m}^3$) e um compartimento de teste ($0,6 \times 0,4 \times 0,76 \text{ m}^3$). O compartimento de suporte levava as aves ao compartimento de teste através de uma porta de guilhotina, operada por uma corda. O compartimento de teste continha comedouro e abaixo desse compartimento estava o estrume e o compartimento de gás artificial ($0,6 \times 0,4 \times$

Figura 2 – Câmara experimental de policarbonato dividida em dois compartimentos (suporte e teste). O compartimento de suporte ($0,4 \times 0,4 \times 0,76 \text{ m}^3$) levava as aves ao compartimento de teste ($0,6 \times 0,4 \times 0,76 \text{ m}^3$) através de uma porta de guilhotina. O compartimento de teste continha comedouro e abaixo, o estrume e o compartimento de gás.



Fonte: POKHAREL *et al.*, (2017).

0,15 m³). O estrume e o compartimento de gás foram conectados ao compartimento de teste através de pequenos orifícios presentes em todo o piso do compartimento.

Para testes com misturas de ar com amônia de origem natural, eram necessárias uma média de 590 e 690 gramas de excretas frescas mantidas em repouso no compartimento de teste por aproximadamente 45 minutos para produzir 25 e 45 ppm de amônia, respectivamente. Uma bomba foi usada para misturar adequadamente o ar no compartimento do teste, retirando o ar do compartimento de esterco abaixo do comedouro e introduzindo na parte superior do comedouro (POKHAREL *et al.*, 2017).

Foram utilizadas 20 aves e cada uma foi exposta a um estímulo (ar fresco; ar com amônia de origem artificial e ar com amônia de origem de excretas, ambas com 25 e 45 ppm de amônia) por dia. Uma vez que a concentração desejada de gás fosse alcançada no compartimento de teste, uma ave individual era colocada no compartimento de espera, que fornecia visão clara do compartimento de teste e da recompensa alimentar. Quando a ave colocava os dois pés no compartimento de teste, a porta da guilhotina era fechada, ela então permanecia nesse compartimento por 5 minutos e era removida. Após o teste, todo o aparato experimental era limpo e desinfetado com álcool etílico e seco ao ar para preparar o próximo lote de teste (POKHAREL *et al.*, 2017).

Para a análise dos resultados, uma câmera de vídeo foi instalada na lateral do compartimento de teste e conectada a um iPad externo para operar a câmera sem perturbar as galinhas durante as condições experimentais. Os resultados confirmaram que a amônia age como um estímulo aversivo para galinhas. As aves gastaram mais tempo em forrageamento no ambiente com ar fresco, em comparação aos ambientes amonizados. O número de episódios de forrageamento foi maior no tratamento em ambiente com mistura de ar com amônia de fonte natural comparado ao tratamento em ambiente com mistura de ar com amônia de origem artificial, ambas nas mesmas concentrações. Além do mais, as aves apresentaram respostas aversivas por longos períodos de tempo no tratamento com amônia de origem artificial em comparação ao de origem natural. Uma interpretação para esse achado é que os estímulos olfativos familiares que acompanham a amônia dos excrementos podem ter atenuado a resposta aversiva a amônia (POKHAREL *et al.*, 2017).

A partir desse experimento, é possível mostrar que as galinhas são capazes de detectar ambientes amonizados e também são capazes de diferenciar entre

ambientes amonizados produzidos a partir de excretas de galinhas e aqueles de um cilindro com amônia artificial (POKHAREL *et al.*, 2017).

Ainda, é possível citar alguns pontos interessantes quanto ao desenvolvimento da câmara utilizada nesse experimento. O material policarbonato empregado na construção do aparato possui características de transparência, alta resistência mecânica e vantagens como seu baixo peso, excelente isolamento termo acústico, que o tem tornado muito conhecido e utilizado em aplicações diversas (SODRE, 2010). No compartimento de espera, as aves tinham uma visão clara da recompensa alimentar da porta transparente. A antecipação positiva da recompensa pode ter influenciado as decisões das aves antes que elas soubessem da presença de amônia nos testes. Ainda, a câmara era pequena e totalmente selada e isso garantiu o nível correto de amônia ao longo do experimento, pois a rápida difusão de amônia pode interferir na estimativa precisa das concentrações desejadas. Os achados nesse estudo podem fornecer novas abordagens para o teste comportamental de aves em ambiente amonizado, além disso, os resultados 28 podem ter implicações para recomendações sobre os níveis de amônia dentro dos aviários (POKHAREL *et al.*, 2017).

Com o avanço tecnológico, as atividades manuais para o controle ambiental e manejo de aviários, antes exercidas pelos operadores estão sendo substituídas pela automatização dos sistemas de controle perante a modernização, isso porque parte da modernização tecnológica se tornou viável financeiramente para ser aplicada na avicultura. Santos *et al.* (2014) desenvolveram um protótipo para controlar a temperatura em um aviário, utilizando a plataforma arduino e componentes eletrônicos (sensores). O protótipo foi validado pelo funcionamento do sistema, considerando as características necessárias ao controle de temperatura de um aviário, e o microcontrolador aponta como grande vantagem o custo baixo.

O desenvolvimento de protótipos móveis, de baixo custo, com ferramentas de fácil aplicabilidade, e com melhores propostas para maior controle das condições ambientais e com menor intervenção no comportamento dos animais é fundamental (TREVISAN *et al.*, 2017). O desenvolvimento de protótipos poderá proporcionar um melhor controle das condições climáticas, facilitando o atingimento da temperatura ideal para cada fase de criação de frangos de corte. Nesse contexto, torna-se de extrema importância a elaboração de novos métodos para a avaliação da zona de conforto térmico de frangos de corte ao longo do ciclo de criação, com a

possibilidade do seu deslocamento para outros locais para posteriores estudos.

Considerações finais

A temperatura e a umidade relativa acompanhados de outros fatores climáticos estão intimamente relacionadas às respostas fisiológicas dos animais, repercutindo, assim, no seu desempenho. Com vista à garantia do bem-estar e o aumento do desempenho das aves, é fundamental a correta caracterização ambiental no qual os animais estão expostos. É ideal que sejam feitos testes com animais, condicionando-os em diversas variações ambientais, como: temperatura, umidade relativa do ar, concentração de gases, velocidade do vento, quantidade e período de exposição à luz benéfica aos animais, com a finalidade de se aproximar o máximo possível do conforto térmico com a manutenção da homeotermia, atestando que eles não acionem mecanismos para ganho ou perda de calor e ampliando, dessa forma, os estudos sobre a ambiência e as condições ideais de criação para aves de corte.

Referências

- ABREU, P. G.; ABREU, V. M. N.; MAZZUCO, H. **Uso do resfriamento evaporativo (adiabático) na criação de frangos de corte**. Concórdia: EMBRAPA-CNPISA, 1999. 50 p. (EMBRAPA-CNPISA. Documentos, 59).
- ABREU, V. M. N.; ABREU, P. G. Os desafios da ambiência sobre os sistemas de aves no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Concórdia, v.40, p.1-14, 2011.
- BARBOSA-FILHO, J. A. D. **Avaliação do bem-estar de aves poedeiras em diferentes sistemas de produção e condições ambientais, utilizando análise de imagens**. 2004. 123 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.
- CAMPOS, E. J. O Comportamento das Aves. **Rev. Bras. Cienc. Avic**, Campinas, v.2, n.2, p.93-113, 2000.
- CASSUCE, D. C.; TINÔCO, I. F. F.; BAÊTA, F. C.; ZOLNIER, S.; CECON, P. R.; VIEIRA, M. F. A. Thermal comfort temperature update for broiler chickens up to 21 days of age. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.33, n.1, p. 28-36, 2013.
- CASSUCE, D.C. **Determinação das faixas de conforto térmico para frangos de corte de diferentes idades criados no Brasil**. 2011. 91 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2011.
- CORDEIRO, M. B.; TINÔCO, I. F. F.; SILVA, J. N.; VIGODERIS, R. B.; PINTO, F. A. C.; CECON, P. R. Conforto térmico e desempenho de pintos de corte submetidos a diferentes sistemas de aquecimento no período de inverno. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.39, n.1, p.217-224, 2010.
- COSTA, E. M. S.; DOURADO, L. R. B.; MERVAL, R. R. Medidas para avaliar o conforto térmico em aves. **PUBVET**, Londrina, v.6, n.31, Ed. 218, Art. 1452, 2012.
- DAMASCENO, F. A.; YANAGI JR, T.; LIMA, R. R.; GOMES, R. C. C.; MORAES, S. R. P. Avaliação do bem-estar de frangos de corte em dois galpões comerciais climatizados. **Ciênc. agro-tec.**, Lavras, v. 34, n. 4, p. 1031-1038, 2010.
- FURLAN, R. L.; MACARI, M. Termorregulação. In: MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. **Fisiologia Aviária Aplicada a Frangos de Corte**. Jaboticabal: FUNEP, 2002. cap.17, p. 209-230.
- FURTADO, D. A.; AZEVEDO, P. V.; TINÔCO, I. F. F. Análise do conforto térmico em galpões avícolas com diferentes sistemas de acondicionamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. V;7, n.3, p.559-564, 2003.
- JACOB, F. G. **Ambiência e problemas locomotores em frangos de corte**. 2015. 82 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2015.
- KRISTENSEN, H, H., BURGESS, L. R.; DEMMERS, T. G. H; WHATES, C. M. The preferences of laying hens for diferente concentrations of atmospheric ammonia. **Appl. Anim. Behav. Sci.** v. 68, Issue 4, p. 307-318, 2000.
- LIN, H.; HAO, H.C.; BUYSE, J.; DECUYPERE, E. Strategies for preventing heat stress in poultry. **Poultry Science**, v.65. p.71-95.2006.
- MAIA, A. P. A. **Desenvolvimento de uma câmara para teste de preferência**. 2014. 172 p. Campinas. Tese (Doutorado), Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2014.
- MENEGALI, I.; TINÔCO, I. F. F.; BAÊTA, F. C.; CECON, P. R.; GUIMARÃES, M. C. C.; CORDEIRO, M. B. Ambiente térmico e concentração de gases em instalações para frangos de corte no período de aquecimento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v. 13, p. 984-990, 2009.
- NASCIMENTO, D. C. N. **Desempenho, descrição do crescimento e produção de calor de frangos de corte de três linhagens comerciais**. 2016. 109 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2016.
- 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**, Viçosa, v.35, n.3, p.797-803, 2006.
- OVIEDO-RONDON, E. O. Technologies to mitigate the environmental impact of broiler production. **R. Bras. Zootec**, Viçosa, v. 37, n. spe, p. 239-252, July 2008.
- PEREIRA, D. F.; NÃAS, 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**, Jaboticabal, v.25, n.2, p.308-314, 2005.
- POKHAREL, B. B.; SANTOS, V. M.; WOOD, D.; HEYST, B. V.; HARLANDERMATAUSCHEK, A. Laying hens behave differently in artificially and naturally sourced ammoniated environments. **Poultry Science**, v. 96, Issue 12, p. 4151- 4157, 2017.

RODRIGUES, M. M. **Equilíbrio eletrolítico e condicionamento térmico precoce na criação de frangos de corte submetidos ao estresse térmico**. 2015. 53 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Estadual Paulista, Araçatuba, 2015.

ROSS. **Manual técnico de manejo para frangos de corte**. 2009, 109 p.

SANTOS, D. C.; LOMBA, L. F. D.; LUIZ JÚNIOR, O. J. Protótipo para o controle da temperatura de um aviário utilizando microcontrolador de baixo custo. **Anais do Computer on the Beach**, 2014, p. 418-420.

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

SEVEGNANI, K. B.; CARO, I. W.; PANDORFI, H.; SILVA, I. J. O.; MOURA, D. J. Zootecnia de precisão: análise de imagens no estudo do comportamento de frangos de corte em estresse térmico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, n.1, p.115-119, 2005.

SILVA, I. J. O.; VIEIRA, F. M. C. Ambiência animal e as perdas produtivas no manejo pré-abate: O caso da avicultura de corte brasileira. **Archivos de Zootecnia**, v. 59, p.113-131, 2010.

SILVA, L. F. **Influência da ambiência sobre o desempenho de frangos de corte**. 2013. 62 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Zootecnia) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

SILVA, R. G. **Introdução à Bioclimatologia Animal**. 1 ed. São Paulo: EdNOBEL, 2000. 286 p.

SODRE, D. **Construção e análise de desempenho de um sistema de aquecimento solar de água utilizando placa de polícarbonato como superfície absorvedora**. 2010. 75f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal – RN, 2010.

SOUSA, P. Avicultura e clima quente: **Como administrar o bem-estar às aves? Pesquisadora da Embrapa Suínos e Aves**, Área de transferência de tecnologia, 2005.

TREVISAN, L. Y. I.; KRUGER, E. L.; FERNANDES, L. C.; TAMURA, C. A. **Proposta de construção de câmara climática móvel de baixo custo para estudos de ambiência térmica no Brasil**. In: Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, 14, 2017, Balneário Camboriu, 27-29 set. 2017, p. 652-661.

CURRÍCULO

* Mestrando em Ciências Animais na Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária (FAV) da Universidade de Brasília..

** Graduado em Zootecnia pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro e Doutorado. em Zootecnia pela Universidade de Brasília. Atualmente é professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Brasília - Campus Planaltina. PhD. estudante visitante do Centro Campbell Animal Welfare, da Universidade de

Guelph, Canadá. Vinícius tem experiência em Zootecnia, com ênfase em nutrição e produção de aves em sistemas industriais e agroecológicos.

*** Graduanda do curso Superior de Tecnologia em Agroecologia do Instituto Federal de Brasília.

**** Atualmente, é professora adjunta da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária (FAV) da Universidade de Brasília (UnB). Coordena o grupo de pesquisa Bio-Cer - A Biometeorologia aplicada ao Cerrado brasileiro. A docente é membro da Diretoria Executiva da Sociedade Brasileira de Biometeorologia, atuando como secretária-geral na gestão 2017 a 2019, e vice-coordenadora da Comissão "Bio-Physics of Adaptation and Responses" junto a Sociedade Internacional de Biometeorologia, onde também é membro do Grupo de Estudantes e Jovens Pesquisadores. Recebeu durante o VII Congresso Brasileiro de Biometeorologia, Ambiência, Comportamento e Bem-estar Animal o prêmio Jovem Pesquisador "Professor Mateus José Paranhos da Costa". Possui graduação em Zootecnia pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, UNESP - Câmpus de Ilha Solteira (2007). No ano de 2010 concluiu o Mestrado em Ciências (área de concentração Física do Ambiente Agrícola), em Bioclimatologia Animal, no Núcleo de Pesquisa em Ambiência - NUPEA, na Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - ESALQ/USP, sob a orientação do prof. Dr. Iran José Oliveira da Silva, onde foi bolsista CAPES. Em 2015 concluiu o Doutorado em Zootecnia (área de concentração em Produção Animal) junto ao Laboratório de Bioclimatologia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV/UNESP), sob a orientação do prof. Dr. Alex Sandro Campos Maia, na área de Bioclimatologia, com bolsa da Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo, FAPESP. Realizou estágio sanduíche na Universidade de Cornell, sob a supervisão do professor Dr. Kifle Gebremedhin, onde foi bolsista CAPES. Foi professora colaboradora do Departamento de Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá (UEM), atuando nas áreas de Bioclimatologia e Comportamento e Bem Estar Animal entre 2014 a 2016.