



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO NORTE DO TOCANTINS  
CAMPUS DE ARAGUAÍNA  
CURSO DE ZOOTECNIA**

**JULIANA NOGUEIRA CAMPOS**

**QUALIDADE DO AR EM INSTALAÇÕES AVÍCOLAS**

**ARAGUAÍNA (TO)  
2022**

**JULIANA NOGUEIRA CAMPOS**

**QUALIDADE DO AR EM INSTALAÇÕES AVÍCOLAS**

Monografia apresentada ao curso de Zootecnia da Universidade Federal do Norte do Tocantins, como parte das exigências para a obtenção do grau de bacharel em Zootecnia.

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dra. Roberta Gomes  
Marçal Vieira Vaz

**ARAGUAÍNA (TO)**  
**2022**

## FICHA CATALOGRÁFICA

### **Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins**

---

- C198q Campos, Juliana Nogueira.  
Qualidade do ar em Instalações Avícolas. / Juliana Nogueira Campos. – Araguaína, TO, 2022.  
36 f.
- Monografia Graduação - Universidade Federal do Tocantins –  
Câmpus Universitário de Araguaína - Curso de Zootecnia, 2022.  
Orientadora : Roberta Gomes Marçal Vieira Vaz
1. Instalações avícolas. 2. Bem-estar animal. 3. Conforto térmico.  
4. Qualidade do ar. I. Título

**CDD 636**

---

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

**Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).**

**JULIANA NOGUEIRA CAMPOS**

**QUALIDADE DO AR EM INSTALAÇÕES AVÍCOLAS**

Monografia apresentada ao curso de Zootecnia da Universidade Federal do Norte do Tocantins, como parte das exigências para a obtenção do grau de bacharel em Zootecnia.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dra. Roberta Gomes Marçal Vieira Vaz

Data de Aprovação: 28/06/2022

Banca examinadora:

Documento assinado digitalmente  
 Roberta Gomes Marçal Vieira Vaz  
Data: 13/07/2022 08:43:00-0300  
Verifique em <https://verificador.iti.br>

---

Profa. Dra. Roberta Gomes Marçal Vieira Vaz  
(Orientadora), UFNT.

Documento assinado digitalmente  
 CARLA FONSECA ALVES CAMPOS  
Data: 12/07/2022 12:26:12-0300  
Verifique em <https://verificador.iti.br>

---

Prof. Dra. Carla Fonseca Alves Campos  
(Examinadora), UFNT.

Documento assinado digitalmente  
 GERSON FAUSTO DA SILVA  
Data: 12/07/2022 08:48:59-0300  
Verifique em <https://verificador.iti.br>

---

Prof. Dr. Gerson Fausto da Silva  
(Examinador), UFNT.

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, por ter me guiado e firmado em todos os momentos. Ao meu pai José Divino Duarte Campos, minha mãe Joseane Nogueira Gonçalves Campos, ao meu esposo Aldeir Borges Martins, e meu filho Gael Nogueira Borges, também à minha irmã Luana Nogueira Campos e minha sobrinha Esther Ferreira Campos. Que me apoiaram a cada passo dado, e me acolheram sempre que precisei.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por ter me mantido na trilha certa durante este trabalho, com saúde e forças para chegar até o final.

À Universidade Federal do Norte do Tocantins, essencial no meu processo de formação profissional, pela dedicação, e por tudo o que aprendi ao longo dos anos do curso.

À minha professora Roberta Gomes Marçal Vieira Vaz, por ter sido minha orientadora e ter desempenhado tal função com dedicação e amizade.

Aos meus pais e irmã José Divino Duarte Campos e Joseane Nogueira Gonçalves Campos, por todo apoio e ajuda.

Aos meus avós Severino Gomes De Souza Gonçalves e Maria De Jesus Nogueira Gonçalves, por estarem ao lado nas mais difíceis escolhas.

Aos meus sogros Aldemir Bezerra Martins e Ivaneide Borges Leal Martins, por ser meu porto seguro e pelas inúmeras oportunidades.

Ao meu esposo Aldeir Borges Martins e meu filho Gael Nogueira Borges, pelo companheirismo, amor e força em todo período de tempo em que me dediquei a este trabalho.

À toda minha família, Almir Borges, Thaynara Alves, Rute, Valdilene, Simone, Larissa, Sarah, Mony, Manoel e Geovanna, por sempre estarem comigo.

Aos meus colegas que fiz ao longo da graduação, que estiveram comigo durante toda a jornada, obrigada!

## RESUMO

Objetivou-se nesta revisão de literatura abordar sobre qualidade do ar no interior das instalações de frangos de corte, dotadas de sistemas de ventilação, com base no conforto térmico, bem-estar animal, qualidade do ar e desempenho dos animais. Ao considerar o ambiente de criação, é comum uma correlação direta com as variáveis ambientais como temperatura e umidade relativa do ar, estes fatores são extremamente importantes, tendo um impacto considerável na produtividade dos animais e no bem-estar dos trabalhadores. Mas há outros fatores, pois são mais difíceis de identificar e muitas vezes não recebem a atenção que merecem por parte dos produtores, mas são igualmente importantes. Entre esses fatores, os níveis de gases e poeira presentes no interior das instalações são particularmente proeminentes, este pode ser avaliado sob diferentes perspectivas, incluindo a qualidade do ar disponível e a avaliação de seus poluentes que podem ser inalados, tendo por base a termodinâmica existente entre as aves e seu ambiente circundante e, em última análise, o risco à saúde humana. O bem-estar animal está intimamente relacionado à necessidade de condições confortáveis nas quais os animais possam exercer suas funções físicas e comportamentais, livres de qualquer estresse causado por determinadas lesões.

**Palavra-chave:** instalações avícolas, bem-estar animal, conforto térmico.

## **ABSTRACT**

The objective of this literature review was to address air quality inside broiler facilities, equipped with ventilation systems, based on thermal comfort, animal welfare, air quality and animal performance. When considering the breeding environment, a direct correlation with environmental variables such as temperature and relative humidity is common, these factors are extremely important, having a considerable impact on the productivity of animals and the well-being of workers. But there are other factors, as they are more difficult to identify and often do not receive the attention they deserve from producers, but they are just as important. Among these factors, the levels of gases and dust present inside the facilities are particularly prominent, this can be evaluated from different perspectives, including the quality of the available air and the evaluation of its pollutants that can be inhaled, based on the existing thermodynamics. between birds and their surrounding environment and, ultimately, the risk to human health. Animal welfare is closely related to the need for comfortable conditions in which animals can perform their physical and behavioral functions, free from any stress caused by certain injuries.

**Keywords:** poultry facilities, animal welfare, thermal comfort.

## LISTA DE ILUSTRAÇÃO

Figura 1: Figura 1: Representação esquemática simplificada das temperaturas efetivas ambientais críticas. Valores de temperatura crítica inferior (TCI), zona de conforto térmico (ZCT) e temperatura crítica superior (TCS) de acordo com a fase da ave e, temperatura ambiente ideal para criação de aves.....	15
Figura 2: Sistema de ventilação do tipo pressão negativa. ....	18
Figura 3: aviário com sistema de exaustores, pressão negativa. Fonte: <a href="http://aviculturasp.blogspot.com">http://aviculturasp.blogspot.com</a> .....	19

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: concentração em ppm de amônia (NH <sub>3</sub> ) e dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> ) na produção de frangos de corte.....	25
Tabela 2: concentração em ppm de metano (CH <sub>4</sub> ) na produção de frangos de corte .....	25
Tabela 3: Concentração de dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> ) e amônia (NH <sub>3</sub> ) nos sistemas de produção de frangos de corte com e sem ventilação. ....	27
Tabela 4: Potencialidade de produção de amônia pela cama de frango, com diferentes alturas e densidade populacionais. ....	29

## Sumário

1-INTRODUÇÃO-	11
2-OBJETIVO	12
3-REVISÃO DE LITERATURA	13
3.1- Panorama da Avicultura brasileira	13
3.2 - Ambiente térmico e as aves	14
3.3- Ventilação x temperatura e qualidade do ar nos aviários	17
4 - Modelos de aviários	18
5 -Qualidade do ar nas instalações avícolas	21
5.1- Umidade relativa do ar e Umidade da Cama	22
5.2 - Gases e contaminantes aéreos	23
5.3- Poeira	23
5.5.1- Características físicas de alguns gases	24
5.5.2- Efeitos nos animais	25
5.5.3- Dióxido de carbono	26
5.5.4- Amônia	27
5.5.5 - Manejo da cama x produção de amônia	29
5.5.6 - Monóxido de Carbono	30
7 - Considerações finais	31
8- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	32

## 1- INTRODUÇÃO

De acordo com a ABPA (2022), o Brasil figura entre os maiores produtores e exportadores mundiais de carne de frango. Em 2021, a produção e exportação total de aves no país atingiu a casa de 14,3 e 4,6 milhões de toneladas, respectivamente.

Ao considerar a importância da avicultura brasileira e sua total dependência de material genético importado, é imprescindível a realização de pesquisas que visem desenvolver linhagens comerciais, geneticamente melhoradas e adaptadas, tornando o país autossustentável e competitivo nesse quesito.

Os frangos de corte caracterizam-se por seu rápido crescimento e sua capacidade de transformar alimentos em massa magra, o que tem sido continuamente aprimorada com a evolução da genética e nutrição, bem como as melhorias no ambiente térmico e da qualidade do ar no interior do galpão (VALE, 2008).

Nesse sentido, as condições ambientais ideais têm impacto significativo no desempenho e mortalidade das aves. A velocidade do ar e a temperatura são parâmetros importantes, portanto, capacidade, posição dos ventiladores e janelas de entrada de ar sob condições climáticas ambientais externas, são variáveis importantes para identificar áreas com alta ventilação, estagnação, frio e superaquecimento (EMBRAPA SUÍNOS E AVES, 2007)

A densidade, idade e atividade dos animais, qualidade e gestão da cama afetam diretamente a qualidade do ar no interior das instalações avícolas, portanto, interferem na dissipação do calor, vapor d'água e gases produzidos pelos animais, bem como na decomposição dos resíduos e poeira liberada por outras substâncias. Todos esses fatores poluem e alteram as características normais do ar, aumentando a suscetibilidade a doenças respiratórias causando danos ao processo produtivo (MACARI; FURLAN, 2001; TINÔCO, 2004).

A baixa qualidade do ar afeta a saúde do animal, o bem-estar, a qualidade do produto final, a conversão alimentar e a eficiência da produção. Estudos mostraram que a amônia e o sulfeto de hidrogênio podem causar danos nos tecidos, perda de apetite, diminuição da taxa de crescimento, atraso na maturação sexual e problemas pulmonares.

Outro contaminante presente nas instalações é a poeira, importante transmissor de doenças, absorvendo gases e líquidos e transportando microrganismos patogênicos (NEAMBE, 2013).

A poeira inalada pode ser removida pelo organismo pela ação mucociliar dos macrófagos brônquicos e alveolares, mas se contaminada com amônia pode danificar os cílios do sistema respiratório, prejudicando essa defesa. Homens que trabalham em ambientes com altos níveis de poluentes atmosféricos muitas vezes apresentam problemas respiratórios que afetam seus rendimentos e capacidade de trabalho (Núcleo de Estudos em Ambiente Agrícola e Bem-estar Animal (NEAMBE) Universidade Federal do Ceará – UFC, 2013).

Em ambientes com altos níveis de gases nocivos e poeira, o bem-estar animal estará comprometido. Um ambiente com essas condições também pode afetar o bem-estar dos trabalhadores, o que pode afetar suas interações com os animais e causar-lhes estresse desnecessário. É sabido que, quando um animal produtor está estressado, não consegue atingir todo o seu potencial produtivo.

Considerada a forma mais eficaz de controlar a qualidade do ar das instalações ainda é devido à ventilação adequada, que proporcionará um ar constantemente renovado. Portanto, para conseguir isso, o mecanismo deve ser de bom tamanho. Existem também métodos mais modernos e sofisticados, mas ainda não totalmente definidos, como o uso da radiação UV, que “queima” microrganismos, odores e impurezas que muitas vezes são difíceis de controlar pelos sistemas (Núcleo de Estudos em Ambiente Agrícola e Bem-estar Animal (NEAMBE) Universidade Federal do Ceará – UFC, 2013).

Efeitos combinados entre o manejo e as adequações dos fatores supracitados proporcionam desempenho zootécnico satisfatório em ciclos produtivos cada vez mais curtos da avicultura de corte.

## **2-Objetivo**

Nesse contexto, este trabalho tem por objetivo avaliar a qualidade do ar em instalações avícolas, bem como o emprego de sistema para redução de gastos, melhoria ambiental, desempenho produtivo, diagnosticar a qualidade do ar, visando o bem-estar dos animais em todas as fases de criação.

### 3-REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1- Panorama da Avicultura brasileira

A avicultura industrial foi integrada ao mercado de exportação, o que levou o Brasil a assumir a posição de segundo maior fornecedor de aves. Podemos vincular o desenvolvimento de frangos industriais com avanços no desenvolvimento genético animal, que permitiu que esses animais ganhassem maior peso, maior rendimento de carcaça e maior eficiência alimentar. Para monitorar o desempenho dessas aves, é necessário investir em tecnologia, em programas de reprodução para esses animais, a fim de garantir alta produtividade e bem-estar animal (GUIMARAES, 2009).

De acordo com NÄÄS (2004), altas concentrações de gases, de poeiras, de microrganismos e de microtoxinas foram encontradas em abrigos de animais, especialmente onde eles usam um ambiente fechado.

A quantidade do ar que o sistema de ventilação pode introduzir no aviário irá depender das condições internas, juntamente com a idade das aves. A renovação do ar pode ser dividida em: ventilação natural ou ventilação espontânea, ventilação artificial, mecânica ou ventilação forçada. (EMBRAPA SUÍNOS E AVES, DOCUMENTOS 63, 2000).

Baêta e Souza (1997) citaram partículas de poeira maiores que 1  $\mu$  (mícron) e menores que 150  $\mu$  (mícron). Além disso, segundo esses autores, a poeira gerada no aviário é de cerca de 50 mg/ave/dia, sendo que o sistema de gaiolas gera em torno de 25% a 33% menos poeira do que os sistemas de cama.

De acordo com Sarubbi (2003), partículas com menos de 7 mm de diâmetro conseguiram entrar nos alvéolos das aves, e a inalação de grandes quantidades de poeira promover irritação mecânica, aumentando assim as chances de infecção. O mesmo autor também cita os efeitos das endotoxinas no sistema respiratório, que não foram totalmente estudados em animais, mas em humanos é bem sabido que anos de exposição crônica podem causar alterações clínicas no sistema respiratório, como bronquite crônica.

Pesquisas conduzidas por Takai *et al.* (1997) em instalações avícolas indicou que a concentração de poeira no verão é de aproximadamente 45 mg/m<sup>3</sup>. Conforme Hinz e Linke (1998), essa concentração é maior no inverno (504 mg/ m<sup>3</sup>).

Durante este período, quando as cortinas laterais são fechadas com mais frequência e a taxa de ventilação é menor, a concentração de poeira aumenta. As substâncias gasosas são compostas de gás e vapor. O vapor é composto de substâncias gasosas e, em condições normais de temperatura e pressão, aparece como sólido ou líquido. Uma das propriedades mais importantes do gás e do vapor é que eles podem ser misturados com o ar e se tornar parte do ar.

Em conformidade com Curtis (1983), o efeito do ar poluído com gases é que, quando atuam diretamente no trato respiratório, pele e olhos que estão diretamente expostos ao meio ambiente, eles têm um grande impacto. Os efeitos colaterais referem-se a reações sistêmicas após o gás ser absorvido pelos vasos sanguíneos.

Segundo Baêta e Souza (1997), o gás concentra-se em diferentes locais do interior do galpão. Eles tendem a se difundir por convecção para formar um gradiente baseado no peso molecular, por exemplo, o dióxido de carbono é uma vez e meia mais pesado que o ar, e a concentração no teto é diferente em relação ao piso.

De acordo com a Commission Internationale du Génie Rural – CIGR (1989), o gás nas instalações provém da respiração animal e de outras fontes, como a decomposição microbiana da urina e fezes, sendo que as fezes são afetadas pela temperatura, pH e água.

Os poluentes gasosos mais importantes nas instalações de animais são amônia ( $\text{NH}_3$ ), dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), monóxido de carbono ( $\text{CO}$ ), metano ( $\text{CH}_4$ ) e gás sulfídrico ( $\text{H}_2\text{S}$ ) (CURTIS 1983).

### **3.2 - Ambiente térmico e as aves**

RUTZ (1994) e BAÊTA & SOUZA (1997) citam que as aves são animais homeotermos, isto é, mantêm a temperatura do núcleo corporal aproximadamente constante, por meio de processos de aumento e dissipação de calor, mediante as flutuações ocorridas no ambiente externo.

As instalações influenciam diretamente nessa troca de energia por meio dos processos físicos de transferência de calor, provenientes da radiação solar direta e difusa dos materiais construtivos do galpão, da temperatura do ar ambiente e da umidade relativa do local. Além disso, considera-se a densidade populacional e o

ganho de calor pelo microclima resultante do sistema de confinamento das aves (ESMAY, 1982).

A zona de conforto térmico ou zona termoneutra (figura 1) varia de acordo com a espécie, idade, sexo, tamanho corporal, peso corporal, dieta, estado fisiológico, exposição prévia ao calor, temperatura ambiente, radiação, umidade, velocidade do ar e potencial genético (CASSUCE, 2011).

Para frangos de corte, a temperatura ambiente deve ser de 21,1°C (figura 3), a umidade relativa deve ser de 50%, a renovação do ar deve ser concluída em 1,3 minutos e a velocidade máxima do ar deve estar entre 2,29 e 2,41 m/s (BARNWELL E ROSSI, 2003).

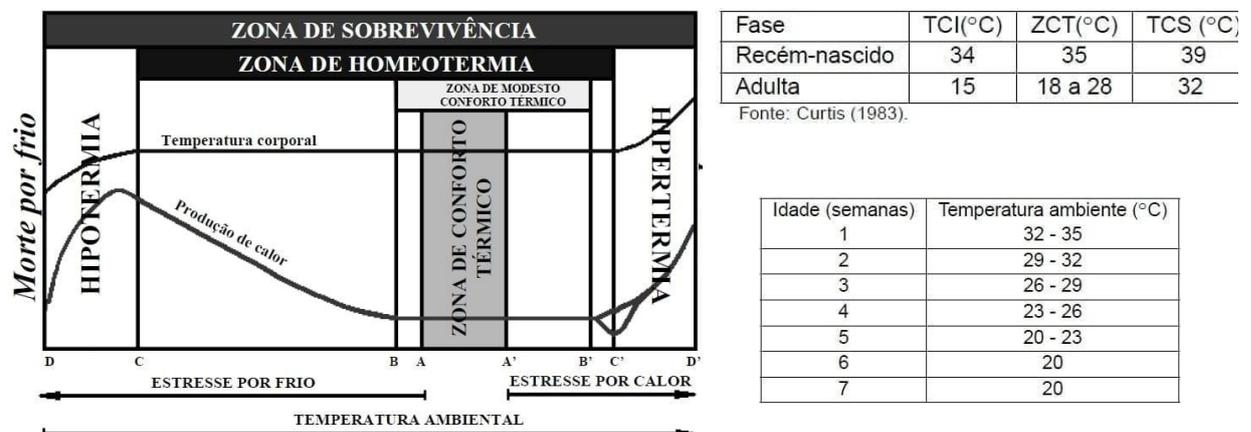


Figura 1: Representação esquemática simplificada das temperaturas efetivas ambientais críticas. Valores de temperatura crítica inferior (TCI), zona de conforto térmico (ZCT) e temperatura crítica superior (TCS) de acordo com a fase da ave e, temperatura ambiente ideal para criação de aves.

TAO e XIN (2003) relatam que a temperatura ambiente dentro da zona termoneutra, a temperatura corporal dos adultos era mantida em torno de 41,2-42,2°C. Temperatura ambiente acima da TCS provoca os mecanismos biofísicos, como redução da ingestão de alimentos. Se esses mecanismos não forem suficientes para manter uma temperatura constante, o aumento da temperatura interna leva à morte por "exaustão pelo calor".

As aves dissipam o calor principalmente de duas maneiras: sensível e latente. As perdas de calor sensível estão na forma de transferência de calor da pele para o

ambiente por radiação, por condução através de superfícies, e por convecção, pelo movimento de ar fresco através do corpo da ave. Por outro lado, a perda de calor latente é devido à evaporação, o contato do ar fresco inalado com as superfícies internas do sistema respiratório (XIN, 2003).

O desenvolvimento das aves é influenciado pelas condições internas e externas de seu ambiente (Baracho *et al.*, 2013). Sabe-se que o modelo de criação empregado na produção de frangos de corte afeta diretamente o bem-estar dos frangos, promovendo o balanço energético do sistema de aviário, a qualidade do ar e a expressão do comportamento natural do animal, afetando o desempenho (PONCIANO *et al.*, 2011).

Segundo Silva *et al.* (1995), a zona de termoneutralidade dos animais está relacionada com o ambiente térmico ideal em que a amplitude térmica, ou seja, a diferença de temperatura máximas e mínimas é bem estreita. Para que os animais, assim, possam expressar suas melhores características produtivas.

TEIXEIRA (1997) afirma que quando a temperatura ambiente é igual à temperatura corporal, a ave não pode perder calor por meios não evaporativos; todavia, pode perdê-los pela evaporação da água, principalmente, no aparelho respiratório.

Devido às altas temperatura e umidade relativa dentro dos aviários encontrados no Brasil, as aves têm dificuldade em dissipar calor para o ambiente, apresentando alterações comportamentais e baixos rendimentos OLIVEIRA NETO *et al.* (2000).

A perda de calor para o ambiente está relacionada com a temperatura da superfície da ave e consiste na soma das contribuições ponderadas em área de cada segmento segundo Oliveira neto *et al.* (2000).

A dificuldade de perder calor para o ambiente pode ser medida por pequenas mudanças de temperatura entre a superfície da ave e o ar circundante (SILVA, 2000; YAHAV *et al.*, 2005). Portanto, a temperatura da pele do frango é difícil de dissipar e pode estar em estado de estresse térmico.

Estudos de Brown-Brandl *et al.* (1997) e Welker *et al.* (2008) mostraram que um aumento na temperatura corporal das aves está associado ao aumento na temperatura ambiente.

O índice de temperatura e umidade do bulbo negro (ITGU), proposto por Buffington *et al.* (1981), é considerado mais adequado para avaliar o ambiente

térmico em condições de clima tropical. Essas métricas levam em consideração os efeitos da temperatura de bulbo seco, umidade relativa, radiação e velocidade do ar em um único valor, deve-se medido na altura da respiração dos animais dentro da instalação.

Investigar o estado da qualidade do ar de cada sistema de ventilação empregado pela avicultura brasileira, para cada uma das diferentes regiões e estações climáticas do país, é uma necessidade imediata e urgente para a pecuária, fornecendo assim dados de interesse para o inventário nacional, que faz parte do banco de dados de concentração de gases perigosos ativos em resposta à demanda do mercado internacional, visando à exportação e atendimento às leis de proteção ambiental.

### **3.3- Ventilação x temperatura e qualidade do ar nos aviários**

Segundo Baêta (1998), os aviários podem ser divididos em abertos e fechados para fins de ventilação. Foi constatado por Wang *et al.* (1999) que a poeira é uma das razões para a incidência de doenças respiratórias em trabalhadores de granjas, que varia com as mudanças climáticas e fazendo que usem ventiladores artificiais.

O tipo de alojamento pode ter impacto negativo ou positivo sobre o desempenho das aves. Os animais precisam ser mantidos em ambiente de termoneutralidade, evitando assim a perda de energia na manutenção da temperatura corporal.

Contudo, a avicultura desempenha um papel na regulação da diversidade climática, quando aliado ao manejo sanitário e ao desenvolvimento genético, sendo possível alcançar maiores níveis de produtividade e saúde animal. Ao investir em frangos de corte, é possível ter total controle de variáveis como: temperatura, umidade relativa dentre outras.

Existem várias maneiras de atingir adequada temperatura no interior do aviário, uma das quais é a ventilação, que controla convenientemente a entrada de calor na casa ou galpão, e facilita à saída de calor gerada, assim, a ventilação se torna um suplemento aos requisitos de conforto.

Ventilação eficiente dos aviários promove troca de calor por convecção, devido ao estresse, desvios das condições ideais de conforto resultarão em mau

desempenho do lote, sendo necessárias técnicas estruturais para manter o equilíbrio térmico entre o lote e o meio ambiente.

Ventilação adequada também é necessária para eliminar resíduos do ambiente por excesso de umidade, a água liberada da respiração e fezes das aves, ajustando o nível de oxigênio exigido pelas aves, eliminando o dióxido de carbono e os gases de fermentação e renovar os resíduos no ar.

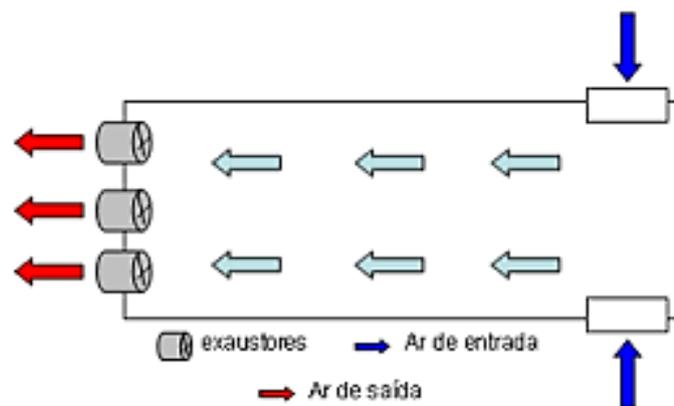


Figura 2: Sistema de ventilação do tipo pressão negativa.

Em circunstâncias normais, o ar contém minerais, poeiras de origem vegetal ou animal, bem como microrganismos, esporos e odores. Atualmente, o conceito conforto térmico na produção avícola e de suma importância é necessário monitorar cuidadosamente o ambiente interno das instalações para entender os níveis anormais de substâncias sólidas e líquidas suspensas no ar e as substâncias gasosas produzidas.

#### 4 - Modelos de aviários

Aviários fechados são mais complexos e, mas caros, além de requererem ventilação forçada e resfriamento evaporativo, que pode ser positivo ou negativo.

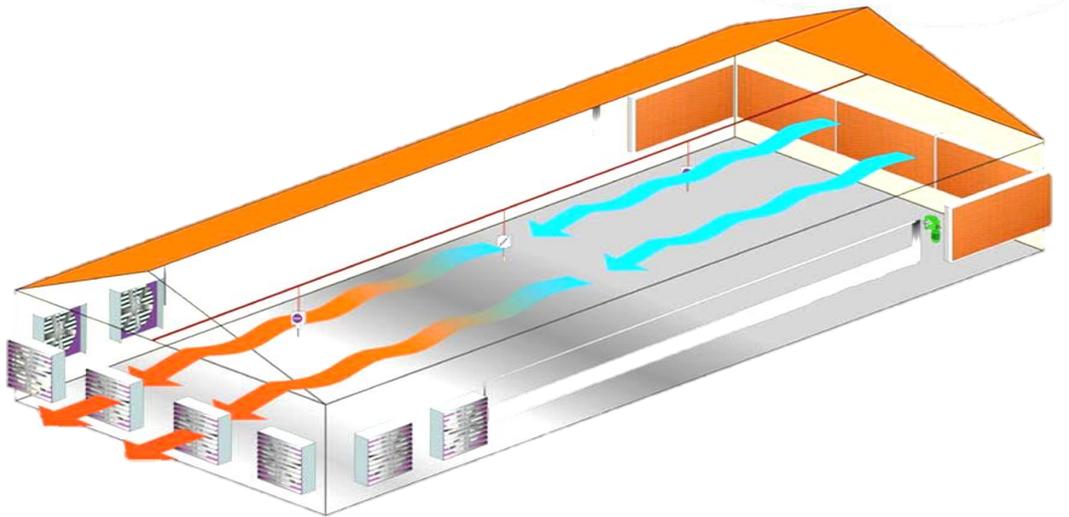


Figura 3: aviário com sistema de exaustores, pressão negativa. Fonte: <http://aviculturasp.blogspot.com>

Aviários abertos são mais simples e têm porosidade aceitável, sendo mais indicado para regiões onde possui uma boa diversidade climática, mesmo quando as cortinas estão fechadas, devido seu baixo custo e em áreas com clima ameno, onde costumam ser usados. Nesse sistema, a ventilação natural tem prioridade devido ao termo sifão e ao vento. Durante os períodos de calor, as cortinas são mantidas abertas para maximizar a ventilação natural, com temperaturas muito altas e em áreas com pouco vento, é necessária ventilação artificial, que pode ser realizada por fluxo horizontal ou vertical (EMBRAPA AVES E SUÍNOS, DOCUMENTOS 71, 2000 2013).

O rápido desenvolvimento da produção de frangos de corte tem permitido a prática de aumentar a resistência térmica dos aviários. Neste caso, reduz o acesso de radiação ao interior, reduzindo assim a quantidade de calor do telhado para o galpão.

No sistema convencional, é um modelo simples, mas antigo, requer maior mão de obra, os resultados zootécnicos são mais baixo quando comparados aos demais sistemas de produção, além de possuir controle de temperatura e umidade, o gerenciamento das cortinas externas do aviário e a função dos ventiladores instalados no interior são os métodos básicos para controlar a temperatura e a umidade. O sistema apresenta uma versão com alimentador tubular e bebedouro pendular, este princípio exige grande atenção dos avicultores, que devem levar em

consideração as necessidades das aves em um ambiente propício para suas operações (ABREU E ABREU, 2000).

Os aviários com pressão negativa são mais modernos, sendo chamados de blue house ou dark house, nesses sistemas possuem mais controle sobre as condições térmicas do que os sistemas convencionais. Neste sistema, o ar é aspirado de dentro para fora da através de um exaustor, criando um vácuo parcial no interior, as cortinas são mantidas sempre fechadas e requerem uma boa vedação para que apenas o ar entre os painéis, o que garante a exaustão, onde a maior eficiência dos ventiladores e melhor conforto térmico no galpão (Oliveira & Gai, 2016).

Painéis evaporativos (pad cooler) são instalados na entrada de ar do aviário, geralmente utilizando blocos cerâmicos ou painéis de celulose (mais eficientes), por onde a água circula, e conforme o ar quente passa pela água nos painéis, é transferido para o água, permitindo que ela evapore e entre no galpão a uma temperatura mais baixa (ANDREAZZI et al., 2018).

No sistema Dark House, um sistema altamente técnico, suas principais características incluem alimentação automática, bebedouro de bico, descompressão insuficiente, sistema de refrigeração, retenção de líquidos, controle de luz e presença ou ausência desvios. Devido ao grande número de equipamentos, deve haver geradores na área para manter o equipamento funcionando (Abreu & Abreu, 2011).

O sistema Dark house possui vedação completa em ambos os lados da instalação, com refrigeração interno feita por um painel evaporador montado em um lado e um conjunto de exaustores no outro para proporcionar a troca de ar. O sistema também possui controle de luz dentro do edifício. A luz desempenha papel indireto na produção: luz muito intensa pode ser usada para aumentar a atividade das aves, abrindo em momentos estratégicos quando as temperaturas são mais baixas para elevar o consumo das aves; luzes de baixa potência ajudam a melhorar a eficiência da alimentação, pois reduzem o desperdício de ração (ABREU, 2010).

A diferença entre o sistema Dark house e o sistema Blue house é que ele pode controlar a intensidade da luz, os galpões onde são utilizadas duas camadas de cortinas pretas, devem ser bem vedados para evitar a entrada de luz natural, caso em que o uso de armadilhas de luz (vedação de luz na entrada e saída de ar) torna-se imprescindível (Rovaris et al., 2014).

A maioria dos aviários modernos da Dark house é construída com paredes de alvenaria, que são mais eficientes para vedar o ar e a luz que entram na unidade e garantir o isolamento térmico. Use cortinas azuis nas casas de pássaros azuis, a cor tem um efeito calmante nas aves e as deixa menos agitadas, o que pode melhorar o desempenho da produção (ABREU, 2010).

São utilizados materiais isolantes para dispersão de calor, controle mais eficiente da ventilação e armazenamento, aumentando significativamente o bem-estar animal. Dessa forma, avaliamos as propriedades físicas do galpão, aliadas ao isolamento da cobertura, para reduzir o calor gerado pela radiação (ROCHA et al., 2008).

## **5 -Qualidade do ar nas instalações avícolas**

Os poluentes atmosféricos provêm dos próprios animais (penas, pele e excrementos), ração, cama e, em menor grau, poluentes que entram na instalação animal com ar externo. A composição da ração e as taxas de ventilação são fatores que juntos afetam a qualidade do ar (NÄÄS, 2004).

Os poluentes do ar podem encerrar poeira, fumaça, neblina, orvalho, vapor e gases, que transportam substâncias biológicas como pólen, pelos e microrganismos. Muitos estudos relacionaram os efeitos da má qualidade do ar ao desenvolvimento de doenças respiratórias em aves e seres humanos (NÄÄS, 2004).

Em galpões utilizados para avicultura, o aumento das concentrações de poluentes no ar pode estar relacionado à ventilação insuficiente, manejo sanitário malsucedido e, geralmente, são gases oriundos da degradação de dejetos liberados pelos animais (ESMAY, 1982).

A má qualidade do ar afeta a saúde, a qualidade do produto final, a conversão alimentar e a produtividade tanto dos animais quanto dos colaboradores. A amônia e o gás sulfídrico podem causar danos aos tecidos quando presentes em altas concentrações, provocando queda no consumo, crescimento reduzido, atraso na maturação sexual e problemas pulmonares (VERSTEEGEN et al. 1994).

Meio eficaz de controlar a qualidade do ar nos galpões é a ventilação adequada para proporcionar renovação contínua do ar. O tamanho do galpão e a densidade de animais adequada podem evitar altos índices de contaminação, além de adotar boas práticas de gestão sanitária, evitando assim o acúmulo de resíduos e

poluentes no meio ambiente, aumentando assim a produtividade e a qualidade do lote (RONCHI, 2004).

Em clima frio, os animais em instalações ventiladas são normalmente mais sensível às ações de gases fortes, desenvolve novas técnicas de controle do conforto do ar que é acessíveis, simples, adequando-se ao conforto do ar, onde se monitorando os níveis dentro das instalações (AVILA, 2004).

### **5.1- Umidade relativa do ar e Umidade da Cama**

A umidade relativa do aviário é função da temperatura ambiente, do fluxo de vapor de água para dentro do aviário através do sistema de ventilação e da quantidade de vapor de água das aves e da cama. De acordo com Baião (1995), o valor de umidade relativa do ar não pode ultrapassar 80%, de forma a não prejudicar a perda de calor das aves por via evaporativa.

Camas com mais de 35% de umidade encontram-se emplastadas, onde podem causar desconforto às aves, afetar o desempenho zootécnico e reduzir a resistência a doenças. A cama deve ser manejada de forma que sua umidade fique entre 20 a 30% (ALMEIDA, 1986).

A umidade relativa do ar em torno de 50-70% é condição apropriada para manter boa qualidade de cama sem que se torne muito seca ou emplastada. Assim, essa deve ser mantida em torno de 65-70% durante os primeiros 10 dias de alojamento por prevenir o ressecamento das membranas mucosas dos pintinhos e permite reduzir o risco de doenças cardíacas e pulmonares no futuro (AGROCERES, 1997).

Portanto, se a umidade relativa do ar ambiente for muito baixa (abaixo de 30%), grande quantidade de poeira será gerada e o número de microrganismos em suspensão e material particulado elevará, aumentando a suscetibilidade a doenças respiratórias, principalmente nas primeiras semanas do pintinho (BAIÃO, 1995).

Na prática, alta na umidade no interior do galpão poderá ser problema na temporada de inverno quando ocorre diminuição na taxa de ventilação para manter a temperatura. Com a presença de muitos animais e pesados, a umidade pode chegar a valores maiores que 80%, no verão, os problemas são o aumento de temperatura e ventilação insuficiente, promovendo elevação da taxa de mortalidade. Neste caso,

após um pequeno tempo a umidade relativa pode chegar a 90% ou mais, o que pode levar os animais a morrerem por hipertermia e/ou hipóxia (NORTH, 1972).

## **5.2 - Gases e contaminantes aéreos**

O ambiente pode ser avaliado através de diferentes métodos. Um deles é a avaliação da qualidade do ar disponível próximo aos animais e os poluentes que podem ser inalados e, em última análise representar um risco para a saúde humana e animal; o outro é a termodinâmica que existe entre as aves e seu entorno (NÄÄS et al., 2004).

Segundo Torreira, s. d., (2000), os poluentes do ar podem ser classificados em pó, emanações, fumaça, neblina, orvalho, vapores e gases, e carrear materiais biológicos, tais como pólen, pelos e microrganismos, de uma forma geral.

Um gás é uma substância que existe em estado de vapor dentro da faixa de temperatura normal. Eles podem atingir o trato respiratório em grande medida. Muitos são absorvidos pela membrana da mucosa, de modo que suas concentrações no ar inalado são reduzidas após atingir os pulmões, dependendo de sua concentração em água, se o gás é relativamente solúvel, mas absorvido no trato respiratório superior. A profundidade de penetração de gases e vapores não afeta necessariamente a absorção total, mas afeta o caminho de difusão do gás para os capilares da via aérea superior, onde a difusão é mais fácil e as substâncias têm maior probabilidade de atingir os alvéolos para serem absorvidos pelos capilares (WILSON et al., 1950).

A maior parte do material absorvido através da mucosa do trato gastrointestinal superior é frequentemente engolida. A relação entre a profundidade de deposição e o destino do material depositado é mais importante para partículas insolúveis (CURTIS, 1983).

## **5.3- Poeira**

Segundo Baêta e Souza 1997, a poeira gerada no aviário é de cerca de 50 mg/ave/dia, sendo que no sistema de gaiolas gera-se em torno de 25% a 33% menos poeira do que outros sistemas. Dos mesmos autores, afirmam que partículas

de poeira maiores que  $1\mu$  (mícron) e menores que  $150\mu$  (mícron) podem absorver gases e líquidos, além de conduzir vírus e bactérias.

Poeiras e outros poluentes são vetores de transmissão de doenças, onde podem absorvem gases e transportam microrganismos patogênicos. O bem-estar animal é afetado pelo acúmulo de gases nocivos e poeira. Para monitorar esses gases, existem dispositivos que medem seus níveis, a partir dos quais determinam se o ambiente é adequado para animais, acionando ventiladores, exaustores e sistemas de nebulização (WATHES, 1998).

### **5.5.1- Características físicas de alguns gases**

Os gases são expressos em parte por milhão, em volume, sua abreviação é ppm, uma parte por milhão representa em volume de poluente por milhões de partes ar poluído, outras vezes são expressos em peso por gás por unidade de volume (ALBRIGHT, 1990).

A composição do ar está em 78,09% de nitrogênio, 20,95% de oxigênio, 0,93% de argônio, e 0,03% (ou 300 ppm) de dióxido de carbono. Juntos formam 99,99% do ar seco normal, aproximadamente, faz-se presente em uma relação e proporção mesmo quando o ar contém vapor de água.

De acordo com CURTIS (1983), os mais importantes gases lançados pelas fezes e pela cama são amônia, dióxido de carbono, metano e sulfito de hidrogênio.

A densidade de ar seco a  $0^{\circ}\text{C}$  e 760 mm Hg é de 1,29 gramas por litro, já o dióxido de carbono  $1,98\text{ g.L}^{-1}$  e o gás sulfídrico  $1,54\text{ g.L}^{-1}$  são mais densos que o ar, o metano  $0,72\text{ g.L}^{-1}$  a amônia  $0,77\text{ g.L}^{-1}$  são mais leves. Essas diferenças, as concentrações de amônia, dióxido de carbono e sulfito de hidrogênio em uma instalação para os animais onde existe movimentação de ar é mais ou menos uniforme do piso ao forro. De acordo com Curtis (1983) a exceção é para o metano, que pode se acumular no telhado ou forro, e pode se tornar perigoso, já que em concentrações entre 50.000 e 150.000 ppm este gás é inflamável.

Amônia, dióxido de carbono e gás sulfídrico são solúveis em água, enquanto metano é relativamente insolúvel. A presença de amônia aérea, por exemplo, é menor em dejetos líquido em relação aos dejetos sólidos (cama), quando em pH é baixo.

### 5.5.2- Efeitos nos animais

Os gases vindos do ar podem ter efeitos diversos nos animais, sendo eles classificados em primários e secundários. Os primários afetam os tecidos, agindo diretamente sobre o trato respiratório, pele e olhos, que são expostos ao ambiente. Os efeitos secundários se referem a reações sistêmicas após o gás ter sido absorvido pelos vasos sanguíneos (CURTIS, 1983).

Segundo OENEMA et al., (2001) o nitrogênio no resíduo animal pode ser convertido em amônia pela combinação de mineralização, hidrólise, e volatilização. A amônia e o sulfeto de hidrogênio são mais importantes intoxicantes, sulfeto de hidrogênio é o principal causador de envenenamento.

Enquanto dióxido de carbono possui efeitos secundários metabólicos e respiratórios, CURTIS (1983) afirma assim como o metano é um simples asfixiante, e a presença de altos níveis desses gases reduz a conteúdo de oxigênio para níveis necessários para dar suporte à vida.

Tabela 1: concentração em ppm de amônia (NH<sub>3</sub>) e dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) na produção de frangos de corte.

Dias <sup>1</sup>	NH <sub>3</sub> (ppm)		CO <sub>2</sub> (ppm)	
	Interno	Externo	Interno	Externo
14	2,11±0,41	2,09±0,47	633,21±17,57	554,75±85,24
27	2,27±0,39	1,29±0,20	559,72±12,80	485,43±5,48
29	2,22±0,25	0,99±0,14	622,65±10,30	493,81±5,04
34	2,08±0,19	1,29±0,20	554,75±1,71	453,13±3,76
41	3,10±0,54	1,70±0,30	776,78±30,62	456,89±8,72

<sup>1</sup>Dias de alojamento

Tabela 2: concentração em ppm de metano (CH<sub>4</sub>) na produção de frangos de corte

Dias <sup>1</sup>	CH <sub>4</sub> (ppm)	
	Interno	Externo
14	13,35±0,87	13,59±1,47
27	19,97±2,08	20,55±0,76
29	17,16±1,09	19,47±0,91
34	8,20±0,65	6,47±1,30
41	2,72±1,79	7,84±1,64

<sup>1</sup>Dias de alojamento

### 5.5.3- Dióxido de carbono

O CO<sub>2</sub> é um gás sem odor, presente normalmente na atmosfera numa concentração próximo a 300 ppm (NI, 1998). A quantidade produzida é proporcional a produção de calor do animal (1 litro de CO<sub>2</sub> para cada 24,6 kj do total de calor produzido; ALBRIGHT, 1990). Isso corresponde aproximadamente a 1,5 litros/horas/kg de animal (LE MÉNEC, 1987).

WATHES (1999) afirma que nas instalações avícolas, recomenda o limite de 3.000 ppm para dióxido de carbono como o máximo para exposição contínua dos animais nas instalações, valor também recomendado por NADER (2002).

Vários autores demonstraram que quando os níveis de CO<sub>2</sub> são aumentados experimentalmente, acima de 1,2%, surgem efeitos negativos que são registrados em pintos e frangos, como ofegação, anóxia, redução do consumo de ração e redução na taxa de crescimento (WILSON e EDWARD, 1950; HELBACKA et al., 1963; ROMIJN e LOCKHORST, 1964; REES e LOTT, 1980). Com suas concentrações altas e um ambiente mal ventilado.

Normalmente, em condições comerciais se uma taxa de ventilação mínima for definida para remover o excesso de umidade, o CO<sub>2</sub> não atingirá concentrações que causam riscos aos animais, pois, a taxa de ventilação definida para remover o excesso de umidade é suficiente para remover o CO<sub>2</sub> da cama e dos animais. A acumulação só ocorre quando o sistema de aquecimento direto produz volume adicional e opera com taxas de ventilação muito baixa. Dentro da instalação, devido ao metabolismo animal e aos processos biológicos, o CO<sub>2</sub> está presente em concentração que varia de 600 a 4000 ppm, o que não afetará as aves ou humanos (ALENCAR *et al.*, 2002). De acordo com Nader *et al.* (2002), quando a concentração de CO<sub>2</sub> é de 500 ppm, a frequência respiratória do animal aumentará, colocando a aves em ofegação constante.

O dióxido de carbono é um gás tóxico e inodoro que existe nas instalações avícolas, especialmente na estação fria. Um dos principais efeitos é o envenenamento por monóxido de carbono, onde dificulta o trabalho das moléculas a transportarem oxigênio, porque o carbono compete com certas proteínas pela ligação com oxigênio, então o envenenamento por monóxido de carbono leva a hipóxia em animais (CURTIS, 1983).

O *Nacional Institute for Occupational Safety and Health*, recomenda os limites de 5.000 ppm para TWA (Limites de exposição á concentração média diária de 8 horas de trabalho) e 30.000 ppm para STEL ( Limites de exposição para períodos curtos).

Tabela 3: Concentração de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) e amônia (NH<sub>3</sub>) nos sistemas de produção de frangos de corte com e sem ventilação.

Gás (ppm)	Sistema de ventilação	
	Com ventilação	Sem ventilação
CO <sub>2</sub>	1427,3b	1527,7 <sup>a</sup>
NH <sub>3</sub>	23,2b	29,3 <sup>a</sup>

Médias seguidas das mesmas letras nas linhas não apresentaram diferença pelo Teste Tukey (P>0,05)

Fonte: Vigoderis et al. (2010).

#### 5.5.4- Amônia

A amônia é um gás incolor irritante da membrana mucosa formado pela degradação microbiana do ácido úrico excretado pelas aves. Em ambientes aviários, quando as concentrações de amônia excedem 60 ppm, as aves são suscetíveis a doenças respiratórias, aumentando o risco de infecção secundária. Se a concentração de amônia no ambiente atingir 100 ppm, a taxa de respiração é reduzida prejudicando os processos fisiológicos é troca gasosa. Esses altos níveis de amônia (60 a 100 ppm) podem ser observados no início da criação, bem como na cama reaproveitada (GONZÁLES e SALDANHA, 2001). No Brasil, não há restrições legais à exposição de aves à amônia, mas os exportadores de frango.

Foi utilizado um limite máximo de exposição de 20 ppm, porém, concentrações de amônia em sistemas fechados de alimentação intensiva podem apresentar valores de até 50 ppm durante a última semana de produção (JONES et al., 2005). Alojamentos com concentrações de amônia a partir de 10 ppm podem causar danos à superfície pulmonar, a partir de 20 ppm aumentar a suscetibilidade a doenças respiratórias e a partir de 50 ppm pode reduzir a taxa de crescimento e a produtividade dos sistemas de avicultura (CURI, 2004).

Segundo CARLILE (1984), a amônia é o poluente tóxico mais frequentemente encontrado em altas concentrações, especialmente onde os dejetos se decompõem em pisos sólidos. Os humanos podem detectá-lo em concentrações de 10 ppm ou

menos, é menos denso que o ar e se move facilmente pelo galpão. A amônia é um estressor crônico, embora sua concentração normalmente permaneça em 30 ppm mesmo em condições de baixa ventilação, pode atingir valores tão altos quanto 50 ppm ou mais em nível dos animais durante as operações, como por exemplo, de manejo da cama dentro das instalações (CURTIS, 1983).

Sinais de lesão causada por intoxicação por amônia dá-se por idade das aves, grau de exposição e gases presentes. Concentração de 20 ppm por 42 dias, os pintinhos apresentam edema pulmonar e hemorragia, frangos de corte uma diminuição de 7 a 24% no aparelho respiratório em níveis de 100 ppm (WALTER, 1998).

De acordo com HOMIDAN et al., (1998) Os níveis de amônia são afetados por um grande número de fatores, como temperatura, taxa de ventilação, densidade, qualidade da cama, e decomposição da ração.

A amônia no ar pode irritar as membranas mucosas dos olhos e do sistema respiratório, de modo que os sintomas comuns de intoxicação por amônia são lacrimejamento, dificuldade para respirar e excesso de muco, além de letargia.

De acordo com CASTELLÓ (1993) mostram que, em geral, a incidência de doenças respiratórias aumenta com o aumento dos níveis de amônia, e REECE et al. (1980) detectaram um decréscimo da taxa de crescimento com o os níveis de amônia acima de 50 ppm. Segundo TERZICH et al. (1998) alguns efeitos adversos no bem-estar dos frangos foram documentados quando as concentrações são altas, detectou a ocorrência de ascite.

Sinais e danos de intoxicação por amônia variam dependendo da idade da ave, nível de exposição e concentrações de gás. Segundo CAFÉ e ANDRADE, 2001. com 20 ppm durante 42 dias, aves apresentaram edema e hemorragias pulmonares. Frangos de corte mostraram diminuição de 7 a 24% na frequência respiratória em níveis de 100 ppm. Entre 50 e 100 ppm foram observados queda na produção, aumento de secreção lacrimal, traqueite catarral, queratoconjuntivite e fotofobia.

Altos níveis geralmente aparecem mais tarde no crescimento dos frangos de corte. Os efeitos da amônia são bastante ligados ao tempo de exposição, três dias de exposição a 30 ppm mostram aumento de problemas respiratórios (LE MÉNEC, 1987). Deve ser lembrado que todos os efeitos exibidos em altas concentrações podem ser detectados em concentrações muito mais baixas para tempos de

exposição mais longos. Segundo WALTER (1998) recomenda um nível máximo de amônia de 20 ppm nas instalações.

Nesse contexto, nota-se que altas concentrações de amônia dentro das instalações para animais representam um risco potencial a saúde de humanos e animais (REECE et al., 1980; CARR et al., 1990; CROOK et al., 1991; WHEELER et al., 2000).

### 5.5.5 - Manejo da cama x produção de amônia

À medida que a quantidade de água na cama aumenta, aumenta também a temperatura, proporcionando maior atividade microbiana e formação de amônia (JORGE et al., 1997)

É bem conhecido que a presença e o metabolismo de microrganismos na cama são acompanhados pela produção de dióxido de carbono e pela formação de amônia. A espessura da cama influencia a concentração de oxigênio e a sua capacidade de aquecimento (VAN BEEK e BEEKING, 1995). A espessura recomendada é de 5 cm a 10 cm, dependendo da densidade de criação, de forma que, no final da criação a umidade esteja entre 20% e 35% (JORGE et al., 1997).

A amônia produzida na cama é função da temperatura e quantidade de substrato, na tabela 4 nota-se que a potencialidade de produção de amônia pela cama, quando em diferentes alturas e densidades populacionais no verão.

Tabela 4: Potencialidade de produção de amônia pela cama de frango, com diferentes alturas e densidade populacionais.

Densidade (aves/m <sup>2</sup> )	Altura da cama (cm)	Amônia (g/100 g cama)
10	05	13,4
	10	11,2
	15	8,80
14	05	14,6
	10	16,6
	15	15,3
16	05	17,8
	10	16,4
	15	14,7

Fonte: Macari et al. (2002)

Nota-se que, com relação a altura da cama de frangos e a densidade de animais, a uma variação com 10 e 16 aves/m<sup>2</sup> com níveis de amônia entre 13,4g/100g cama e 17,8g/100g de cama.

As condições climáticas influenciam a qualidade de cama, com alta umidade relativa tanto fora (PAYNE, 1967; McILROY et al., 1987) como dentro da instalação (PAYNE, 1967; WEAVER e MEIJERHOF, 1991), sendo associado com baixa qualidade de cama. A qualidade da cama é muito importante para a saúde das aves, pois elas ficam expostas a ela durante toda a vida. A má qualidade da cama é considerada um problema de bem-estar em instalações avícolas modernas. A qualidade afeta o ambiente do animal, como níveis de poeira, umidade do ar e níveis de amônia, o que pode afetar o risco de doenças respiratórias nos animais (SAVORY, 1995).

Ressalta-se que devemos seguir as boas práticas de fabricação e cumprir os requisitos ambientais, de biossegurança e de bem-estar animal na instalação dos aviários, bem como as condições de criação recomendadas pela legislação.

### **5.5.6 - Monóxido de Carbono**

É um gás inodoro com densidade ligeiramente inferior à do ar (1,25 g.l<sup>-1</sup>) e sua concentração é muitas vezes aumentada em instalações de animais devido à combustão incompleta do combustível devido à falha no ajuste dos aquecedores e ventilação inadequada do sistema. Portanto, a principal fonte de intoxicação é o sistema de aquecimento das aves, que se não manuseado ou manuseado de forma inadequada, como o uso de filtros sujos, pode produzir combustão incompleta, que na presença de ar favorece a formação de CO<sub>2</sub>, que reage com carbono (C) em monóxido de carbono (CURTIS, 1983).

Do mesmo autor, o monóxido de carbono compete com o oxigênio na ligação com uma grande variedade de proteínas, incluindo a hemoglobina, com o qual o oxigênio se liga ao corpo. A afinidade do monóxido de carbono com a hemoglobina é 250 vezes maior do que esta com o oxigênio. Quando o monóxido de carbono se une a hemoglobina, formando carboxihemoglobina, está perde a capacidade de transportar oxigênio e essa ligação é irreversível. Em suma, a intoxicação por CO leva a hipóxia.

## 7 - Considerações finais

Em suma, este trabalho buscou trazer ao meio acadêmico uma revisão de literatura sobre o campo do conhecimento em qualidade do ar em aviários. Disso pode-se concluir que a qualidade do ar interno do aviário é de extrema importância, pois interfere no bem-estar dos animais, bem como no desenvolvimento das aves, portanto, desenvolvimento de novas técnicas de controle de qualidade do ar mais acessíveis, simples e baratos, tornando-se algo mais rotineiro. Devemos sempre observar os níveis de gases dentro do galpão, fazendo o acompanhamento para que o desempenho dos animais sejam otimizados. Melhorando a circulação do ar, aves com mais conforto térmico e em condições de bem-estar. A ventilação para a produção de frangos de corte não pode ultrapassar os 1100 l/minuto, afim de não causar danos nas aves, é importante garantir o bem-estar e saúde das aves e dos trabalhadores dentro das instalações avícolas, sempre observa a relação entre conforto térmico e qualidade da cama e do ar, a radiação, temperatura, umidade relativa e velocidade do ar também são fatores que podem alterar a qualidade do produto final. Com base no que foi apresentado, os itens temperatura do ar, na umidade relativa, no índice de temperatura de globo negro e na umidade e carga térmica de radiação, os sistemas estudados, mostraram eficientes para manter as aves em condições de conforto térmico no interior dos galpões, porém vale realçada que o bem estar-estar intimamente ligado com qualquer sistema de criação.

## 8- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, P. G. **Sistema de produção de Frangos de Corte**. ISSN 1678-8850. Versão Eletrônica. Jan/2003. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Ave/ProducaoFrangosdeCorte/Aquecimento.html>. Acesso em 15 de novembro de 2004.
- AGROCERES, Manejo dos pintos, In: **Manual de manejo de frango de corte AGROSS**, Rio Claro – SP, p.9-13, 1997.
- ALBINO, L. F. T. Frango de corte; manual prático de manejo e produção. Viçosa: Aprenda Fácil, 1998. p.72.
- ALBRIGHT, L. D., 1990. Environment control for animals and plants. ASAE, St. Joseph, Mich., USA pp167.
- ALMEIDA; M. A. C. Fatores que afetam a umidade da cama. *Avicultura industrial* 1986; 76:16-18.
- Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA)-Exportação de carne de frango crescem 9% em 2021** <https://abpa-br.org/exportacoes-de-carne-de-frango-crescem-9-em-2021/#:~:text=Considerando%20apenas%20o%20m%C3%AAs%20de,3%20milh%C3%B5es%20no%20ano%20anterior>.
- ÁVILA, V. S. **Aspectos importantes a considerar na criação de frangos de corte no período frio**. Versão eletrônica, 2004. Disponível em: <http://www.cnpsa.embrapa.br/?artigos/2004/artigo-2004-n015.html;ano=2004>. Disponível em 09 de novembro de 2004.
- BAIÃO, N. C. **Efeitos da alta densidade populacional sobre o ambiente das instalações avícolas** In: SIMPOSIO INTERNACIONAL SOBRE AMBIÊNCIA E INSTALAÇÕES NA AVICULTURA INDUSTRIAL, 1995, São Paulo,. Anais . . . Campinas, SP; FACTA, 1995. P.67-75.
- BAÊTA, F. C. **Acondicionamento térmico natural de galpões avícolas**, In: SIMPÓSIO GOIANO DE AVICULTURA, 3., 1998, Goiânia, **Anais...** Goiânia: 1998. P.29-34.
- BAÊTA, F. C. **Sistemas de ventilação natural e artificial na criação de aves**. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE AMBIÊNCIA E SISTEMAS DE PRODUÇÃO AVÍCOLA, 1998, Campinas, SP. **Anais...** Concórdia: EMBRAPACNPSA, 1998. p.96-117. (EMBRAPA-CNPSA. Documentos, 53).
- BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. F. **Ambiência em edificações rurais – Conforto Nenhuma entrada de índice remissivo foi encontrada**. animal Viçosa, MG: UFV, 1997. 246 p.
- BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. F. **Ambiência em edificações rurais: conforto animal**. Viçosa: UFV, 1997. 246p.
- BARACHO, M.S. *et al.* Ambiente interno em galpões de frango de corte com cama nova e reutilizada. **Revista Agrarian**, 6:473-478, 2013.
- BARACHO, M.S. Surface temperature distribution in broiler houses. **Brazilian journal of Poultry Science**, 13:83-87, 2011.
- Brown-Brandl, T.M. *et al.* Physiological responses of tom turkeys to temperature and humidity change with age. **Journal of Thermal Biology**, 22:43-52, 1997.
- BUTOLO, J. E. **Controle ambiental – equipamentos**. Disponível em: <<http://avisite.com.br/cet/6/02/index.stm>>. arquivo capturado em 03 de fevereiro, 2004.

- CAFÉ, M. B.; ANDRADE, M. A. Intoxicações – Parte 2. In: Avicultura industrial. Ed. 1091, Julho de 2001.
- CARLILE, F. S. Ammonia in poultry house: a literature review. *Worlds Poultry Science Journal* 1984; 40:99-113.
- CARR, L. E., F.W. WHEATON, L.W. DOUGLASS. 1990. Empirical models to determine ammonia concentrations from broiler chicken litter. *Transaction of the ASAE* 33(4):1337-1342.
- CARRIER, D. (1999). Respiratory disease management: strategy to minimize respiratory lesions. *Poultry Production* 7, 19-21.
- CASTELLO, J.A., 1993. Construcciones y equipos avícolas. Real Escuela de Avicultura. Arenys de Mar, Spain. Pp 47.
- Cassuce, D.C. **Determinação das faixas de conforto térmico para frangos de corte de diferentes idades criados no Brasil**. 2011. 91f. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2011.
- CHARLES, D.R., 1980. Ammonia and condensation problems. *Poultry Envir. & Systems Inf. Handout*, ADAS, Gleadthorpe, UK. 1980.
- CONFORTO, Edivandro Carlos; AMARAL, Daniel Capaldo; SILVA, SL da. Roteiro para revisão bibliográfica sistemática: aplicação no desenvolvimento de produtos e gerenciamento de projetos. **Trabalho apresentado**, v. 8, 2011.
- COSTA, E. C. Arquitetura ecológica: condicionamento térmico natural. São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 1982. 264p.
- CURTIS, S. E. **Environmental management it animal agriculture**. Ames: The Iowa State University Press, 1983. 409 p.
- FERREIRA. JACQUELINE C. **Ambiência e consumo de energia em galpões Dark House para criação de frangos de corte: Uso de diferentes tipologias e materiais de fechamento lateral**. Dissertação Mestrado – Universidade Federal de Lavras, LAVRAS 2017.
- HELLICKSON, M. A.; WALKER, J. N. Ventilation of agriculture structures. Michigan: ASAE, 1983. 372p
- HINZ, T.; LINKE, S. A Comprehensive experimental study of aerial pollutants in and emissions from livestock buildings. Prt 2: Results. **J. Agric. Engng Res.**, v. 70, p. 119-129, 1998.
- HOMIDAN A. A., ROBERTSON, and PETCHEY, A. M. 1998. Effect of environmental factors on ammonia and dust production performance. *Br. Poult. Sci.*, 39, Suppl. 9-10.
- JORGE, M.A., MARTINS, N.R.S., RESENDE, J.S. Cama de frango e sanidade avícola - Aspectos microbiológicos e toxicológicos. In: Conferência Apinco, 1997, São Paulo. Anais... p. 24-37.
- LE MÉNEC, M., 1987. La maitrise de l' ambience dans les bâtiments d'élevages avicoles. *Bull. Inf. Stn Exp. Avicult. Ploufragan*, 27, 3-36.
- MACARI, Marcos; FURLAN, Renato Luís; GONZALES, Elisabeth, eds. Fisiologia avária aplicada a frangos de corte. 2. Ed. Ampl. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2002.
- MACARI, M.; FURLAN, R.L. **Ambiência na produção de aves em clima tropical**. Piracicaba, SP: Iran José Oliveira da Silva, 2001. P.31-87.
- MACARI, M; FURLAN, R. L.; MAIORKA, A. **Aspectos fisiológicos e de manejo para manutenção da homeostases térmica e controle de síndromes metabólicas** MENDES, A. A.; NÃÃS, I. A.; MACARI, M. (Eds.). Produção de frangos de corte. Campinas, SP: FACTA,2004. P.137-155.

- MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal, SP: FUNEP/UNESP, 1994. 296 p.
- MACARI, M.; LUCHETTI, B. C. **Fisiologia cardiovascular**. In: Macari, M.; FURLAN, R. L.; Gonzales, E. (Eds.). **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. [S.1]: FUNEP, 2002. p.17-36.
- MEIRELANE CHAGS DA SILVA & JOSÉ ANTONIO DELFINO BARBOSA FILHO, (**Núcleo de estudos em ambiência agrícola e bem-estar animal-NEAMBE**), Universidade Federal do Ceará-UFC.
- NÃÃS, I. A. **Avaliação dos sistemas de condicionamento térmico para frangos de corte**. In: SIMPÓSIO GOIANO DE AVICULTURA, 4., 2000, Goiânia. Anais... Goiânia, 2000. P.135-144.
- NÃÃS, I. A. Categorias de poluentes do ar. In: **WORKSHOP QUALIDADE DO AR EM INSTALAÇÕES ZOOTÉCNICAS**, 1., 2004, Viçosa. Anais... Viçosa, MG, 2004. CR-ROM.
- NADER, A. S.; BARACHO, M. S.; NÃÃS, I. A.; SAMPAIO, C. A. P. Avaliação da qualidade do ar em creche de suínos. In: SEMINÁRIO: **POLUENTES AÉREOS E RUÍDOS EM INSTALAÇÕES PARA PRODUÇÃO DE ANIMAIS**, 2002, Campinas. Resumos... Campinas, SP, setembro de 2002. P 49-56.
- NORTH, M. O., 1972. Commercial chicken production manual. The Avi Publishing Company Westport, Connecticut: 136-138.
- OENEMA, O., A. BANNINK, S.G. SOMMER, and L. VELTHOF. 2001. Gaseous nitrogen emissions from livestock farming systems. Pp 255-289 in Nitrogen in the Environment: Source, Problems and Management, R.F. Follett, and J.L. Hatfield, Eds. Elsevier. 520 pp.
- PATTERSON, P. H., LORENZ, E. S., WEAVER, W. D., SCHWARTZ, J. H. 1998. Litter production and nutrients from commercial broilers-chickens. J App. Poult. Res., 7:247-252.
- PAYNE, C.G., 1967. Factors Influencing environmental temperature and humidity in intensive broiler houses during the post-brooding period. Br. Poult. Sci., 8: 101-118.
- REECE, F. N., LOTT, B. D. and DEATON, J. W., 1980. Ammonia in the atmosphere during brooding affect performance of broiler chickens. Poult. Sci 59:486-488.
- RIVERO, R. Arquitetura e clima: acondicionamento térmico natural. 2. ed. Porto Alegre: D.C. Luzzatto Ed., 1986. 240p.
- ROSSI, P. R. Sistemas de climatização de instalações avícolas. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE AMBIÊNCIA E SISTEMAS DE PRODUÇÃO AVÍCOLA, 1998, Concórdia, SC. **Anais...Concórdia: EMBRAPA-CNPSA**, 1998. p.42-56. (EMBRAPA-CNPSA. Documentos, 53).
- SARUBBI J. **Avaliação da relação do ambiente de trabalho e o trabalhador na produção industrial de suínos**. Londrina, PR: Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Estadual de Londrina, 2003. 103 p.
- SCHIMIDT, G.G.; LEDUR, M.C.; FIGUEIREDO, E.A.P. Melhoramento genético de aves no Brasil: resultados obtidos nas Instituições oficiais de pesquisa. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1993, Campinas: APINCO, 1993. P.83-97.
- TERZICH M., QUARLES, C., GOODWIN, M. A., BROWN, J., 1998. Effect of poultry Litter Treatment (PLT) on death due to ascites in broilers. Avian Dis. 42: 385-387.

- TINÔCO, I. F. F. Estresse calórico: meios naturais de condicionamento. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE AMBIÊNCIA E INSTALAÇÃO NA AVICULTURA INDUSTRIAL, 1995, Campinas, SP. **Anais...** Campinas: APINCO, 1995. p.99-108.
- TINÔCO, I. F. F. Critérios para o planejamento de instalações avícolas para aves de postura. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE AMBIÊNCIA E SISTEMAS DE PRODUÇÃO AVÍCOLA, 1998, Concórdia, SC. **Anais...** Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 1988. p.57-72. (EMBRAPA-CNPSA, Documentos, 53).
- TORREIRA, R.P. Salas limpas: projeto, instalação e manutenção. São Paulo: Hemus, s.d. p. 318.
- VAN BEEK, G., BEEKING, F.F.E. A simple steady state model of the distribution of vertical temperature in broilers houses without internal air circulation. *Poultry Science*, 36: 341-356. 1995.
- WEAVER, W. D., MEIJERHOF, R., 1991. The effect of different levels of relative humidity and air movement on litter conditions, ammonia levels, growth, and carcass quality for broiler chickens. *Poult. Sci.*, 70: 746-755.
- WHITES, C. M. Stive for clean air in your poultry house. *World Poultry*, v.15, n.3, 1999. P. 17-19.
- WILSON, W. O. and W. H. EDWARDS, 1950. Temperature, Oxygen and Carbon Dioxide inside chick boxes at various room temperature. *Poultry Sci.*, 29:852-857.