

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA  
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

EFEITOS DO ESTRESSE POR FRIO EM FRANGOS DE CORTE NA FASE INICIAL DE  
CRIAÇÃO

CÁTIA BORGES FERREIRA

BELO HORIZONTE

2017

CÁTIA BORGES FERREIRA

**EFEITOS DO ESTRESSE POR FRIO EM FRANGOS DE CORTE NA FASE INICIAL  
DE CRIAÇÃO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor em Zootecnia

Área de concentração: Produção de Não Ruminantes

Prof. Orientador: Nelson Carneiro Baião

BELO HORIZONTE

2017

F383e Ferreira, Cátia Borges, 1987-  
Efeitos do estresse por frio em frangos de corte na fase inicial de criação / Cátia  
Borges Ferreira. – 2017.  
74 p. : il.

Orientador: Nelson Carneiro Baião  
Tese (doutorado) – Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Veterinária  
Inclui bibliografia

1. Frango de corte – criação – Teses. 2. Frango de corte – Efeito do estresse – Teses.  
3. Produção animal – Teses. 4. Conforto térmico – Teses. 5. Desempenho produtivo –  
Teses. I. Baião, Nelson Carneiro. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de  
Veterinária. III. Título.

CDD – 636.513 08

Tese defendida e aprovada em 16 / 02 / 2017, pela Comissão Examinadora constituída por:

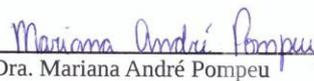
  
Prof. Nelson Carneiro Baião



Prof. Adriano Geraldo



Profa. Ilda de Fátima Ferreira Tinôco

  
Dra. Mariana André Pompeu



Prof. Nelson Rodrigo da Silva Martins

Sempre o melhor caminho é aquele que nos leva aos nossos  
ideais de vida, realização e superação.

Concluir esse trabalho foi muito gratificante.

Foi um período de crescimento, aprendizado e  
muito amadurecimento.

Agradeço a Deus pela vida e  
por tudo o que vivi para chegar até aqui.

Dedico este trabalho ao professor Nelson Carneiro Baião a quem devo boa parte de minha  
formação profissional.

Aos meus pais Maria Lúcia e Geraldo e minhas irmãs Sara e Cíntia pelo exemplo de  
perseverança, dignidade e honestidade.

## **AGRADECIMENTO**

À Deus pela presença em todos os momentos, trazendo sabedoria e serenidade para lidar em cada situação.

Devo um agradecimento muito especial ao professor Nelson Carneiro Baião, não apenas pela competência e seriedade profissional, mas também pela amizade e confiança depositada, principalmente quando mais precisei. Muito obrigada!

À minha família, meus pais e irmãs, pelo amor, apoio incondicional e exemplo de luta pelos objetivos. Aprendi com eles e levo sempre a lição de nunca desistir diante das dificuldades da vida e que juntos podemos vencer todas elas. Obrigada por acreditarem nos meus sonhos e planos! Amo vocês.

Ao Júlio pelo amor, carinho e paciência.

Aos meus cunhados Pedro Paulo e Nelson pela convivência, disponibilidade e amizade.

Ao professor Leonardo Lara, grande profissional, por sua confiança e pela oportunidade de crescer e amadurecer profissionalmente. Só tenho a agradecer.

À professora Ângela pela atenção e por estar sempre disposta a colaborar e acrescentar com meu trabalho. Pessoa que admiro e tenho como exemplo de competência, seriedade e profissionalismo.

À professora Ilda Tinôco pela disponibilidade, confiança e por contribuir para a realização deste trabalho.

Aos professores do Departamento de Zootecnia da Escola de Veterinária da UFMG, pelos ensinamentos.

Aos colegas do GEAV (Grupo de Estudos em Avicultura) pela colaboração no trabalho de campo, análises de dados e pela convivência diária. Em especial aos amigos Paulinha, Anna Rosa, Mari e Leo, que além da rotina acadêmica, proporcionaram momentos de alegria e descontração que levaremos para toda a vida.

Ao AMBIAGRO (Núcleo de Pesquisa em Ambiente e Engenharia de Sistemas Agroindustriais) por disponibilizar as instalações e suporte para realização da pesquisa de campo.

À PIF PAF alimentos e em especial ao Ricardo(*in memoriam*), fundamental na elaboração e execução do projeto. Um exemplo de profissional e ser humano que serei eternamente grata.

À CAPES, pelo período de concessão da bolsa de estudos.

A Universidade Federal de Minas Gerais, pela oportunidade.

Aos funcionários do Laboratório de Nutrição Animal, e a colega Flávia pelo auxílio nas análises laboratoriais.

Ao colegiado de pós-graduação da Escola de Veterinária da UFMG.

A todos os colegas, familiares e amigos que, na convivência do dia a dia, estão de alguma forma sempre cooperando e incentivando. Um simples sorriso ou palavra de carinho tem sempre grande valor. Obrigada por tudo!

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	16
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	18
<b>2.1. Ambiente térmico e termorregulação de pintos de corte</b> .....	18
2.1.1. Sistemas de aquecimento .....	21
2.1.1.1. Aquecimento a gás.....	22
2.1.1.2. Aquecimento a lenha.....	24
2.1.1.3. Aquecimento elétrico .....	26
2.1.2. Qualidade do ar no aviário .....	27
2.1.2.1. Monóxido de carbono (CO).....	28
2.1.2.2. Dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> ) .....	29
2.1.2.3. Amônia (NH <sub>3</sub> ).....	29
2.1.2.4. Renovação do ar .....	31
2.1.2.4.1. Renovação natural.....	32
2.1.2.4.2. Renovação mínima.....	32
2.1.2.4.2.1. Renovação por pressão positiva .....	33
<b>2.2. Comportamento de pintos de corte nas primeiras semanas de vida</b> .....	36
<b>2.3. Estresse por frio e seus efeitos em pintos de corte</b> .....	37
2.3.1. Desempenho.....	38
2.3.2. Desenvolvimentos dos principais órgãos e sistemas .....	40
2.3.3. Atividade enzimática .....	42
2.3.4. Relação heterófilo:linfócito.....	43
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	44
<b>3.1. Condições experimentais</b> .....	44
<b>3.2. Tratamentos</b> .....	45
<b>3.3. Variáveis analisadas</b> .....	46
<b>3.4. Delineamento experimental</b> .....	48
<b>3.5. Análises de dados</b> .....	48
<b>3.6. Comitê de ética</b> .....	49
<b>4. RESULTADOS</b> .....	49
<b>4.1. Desempenho produtivo</b> .....	49
<b>4.2. Peso relativo dos órgãos</b> .....	50

4.3. Frequência respiratória e Temperatura retal.....	52
4.4. Coeficientes de metabolizabilidade da matéria seca, extrato etéreo e proteína bruta .....	53
4.5. Relação heterófilo/linfócito.....	54
4.6. Atividade enzimática .....	54
5. DISCUSSÕES .....	55
5.1. Desempenho produtivo.....	55
5.2. Peso relativo dos órgãos .....	57
5.3. Frequência respiratória e temperatura retal.....	57
5.4. Coeficientes de metabolizabilidade da matéria seca, extrato etéreo e proteína bruta .....	58
5.5. Relação heterófilo/linfócito.....	59
5.6. Atividade enzimática .....	60
6. CONCLUSÕES.....	60
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	61

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1–Protocolos de temperaturas ambientais utilizados na fase inicial de criação de frangos de corte.....	46
Tabela 2 - Peso inicial (PI), peso corporal (PC), consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA) e viabilidade (VIA) de pintos de corte de um a sete dias de idade criados sobre diferentes protocolos de temperatura. ....	49
Tabela 3 - Peso corporal (PC), consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA) e viabilidade (VIA) de pintos de corte de um aos 21 dias de idade criados sobre diferentes protocolos de temperatura.....	50
Tabela 4 - Peso relativo (%) do pâncreas (Pâncr), fígado (Fíg), moela (Moel), proventrículo (Provent), coração (Cor), pulmão (Pulm) e intestino delgado (Intest) de pintos de corte de um aos sete dias de idade criados sobre diferentes protocolos de temperatura.....	51
Tabela 5 - Peso relativo (%) do pâncreas (Pâncr), fígado (Fíg), Moela (Moel), proventrículo (Provent), coração (Cor), pulmão (Pulm) e intestino delgado (Intest) de pintos de corte aos 21 dias de idade criados sobre diferentes protocolos de temperatura.....	51
Tabela 6 - Frequência respiratória (movimentos de ofegação) com sete (FR7), e 21 (FR21) dias de idade de pintos de corte submetidos a diferentes protocolos de temperaturas .....	52
Tabela 7 - Temperatura retal com sete (TR7) e 21 (TR21) dias de idade de pintos de corte submetidos a diferentes protocolos de temperaturas .....	52
Tabela 8 - Coeficientes de metabolizabilidade da matéria seca (CMMS), do extrato etéreo (CMEE) e da proteína bruta (CMPB) da ração (%) fornecida a pintos de corte submetidos a diferentes protocolos de temperaturas com sete dias de idade .....	53
Tabela 9 - Coeficientes de metabolizabilidade da matéria seca (CMMS), do extrato etéreo (CMEE) e da proteína bruta (CMPB) da ração (%) fornecida a pintos de corte submetidos a diferentes protocolos de temperaturas com 21 dias de idade .....	53
Tabela 10 - Relação heterófilo/linfócito (H/L) de pintos de corte submetidos a diferentes protocolos de temperatura aos sete e 21 dias de idade.....	54
Tabela 11 - Atividade enzimática da lipase (LIP), amilase (AMIL) e proteínas totais (PT) em pintos de corte aos sete e 21 dias de idade, submetidos a diferentes protocolos de temperaturas .....	55

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Esquema do sistema termorregulador .....	19
Figura 2 - Zona de temperatura ideal para ótimo desempenho de aves. ....	21
Figura 3 - Tipos de aquecedores a gás: Campânula, campânula a gás tipo infravermelho e aquecedor tipo gerador de ar quente .....	24
Figura 4 - Aquecedor a lenha, fornalha a lenha com sistema de chaminé, ventilador e tubos distribuidores de ar quente; galpão aquecido com sistema de fornalha; galpão aquecido com sistema de aquecimento de tambores alimentados com carvão.....	26
Figura 5 - Aquecimento elétrico com lâmpadas de infravermelho.....	27
Figura 6 - Renovação natural e direção do ar no interior do galpão.....	32
Figura 7 - Sistema de renovação mínima .....	33
Figura 8 - Sistema de renovação positiva, transversal.....	34
Figura 9 - Sistema de renovação positiva longitudinal (tipo túnel).....	34
Figura 10 - Sistema de renovação por pressão negativa .....	35
Figura 11 - Comportamento de pintos de corte submetidos a estresse por frio na primeira semana de vida.....	37

## LISTA DE ABREVIATURAS

CA	Conversão alimentar
CETEA	Comitê de ética em experimentação animal
CMEE	Coefficiente de metabolizabilidade do extrato etéreo
CMMS	Coefficiente de metabolizabilidade da matéria seca
CMPB	Coefficiente de metabolizabilidade da proteína bruta
CO	Monóxido de carbono
CO <sub>2</sub>	Dióxido de carbono
cor	Coração
CR	Consumo de ração
DIC	Delineamento inteiramente ao acaso
EB	Energia bruta
EE	Extrato etéreo
EMA	Energia metabolizável aparente
EMAn	Energia metabolizável aparente corrigida
EMV	Energia metabolizável verdadeira
EMVn	Energia metabolizável verdadeira corrigida
Fig	Fígado
FR	Frequência respiratória
GLP	Gás liquefeito de petróleo
GP	Ganho de peso
H/L	Relação heterofilo/linfócito
Intest	Intestino
Moel	Moela
MS	Matéria seca
NH <sub>3</sub>	Amônia
Panc	Pâncreas
PB	Proteína bruta
PF	Peso final
Provent	Proventrículo
Pulm	Pulmão
Tar	Temperatura do ar
TGI	Trato gastrointestinal

Tgn	Temperatura de globo negro
TR	Temperatura retal
UR	Umidade relativa
VIA	Viabilidade

## RESUMO

### EFEITOS DO ESTRESSE POR FRIO EM FRANGOS DE CORTE NA FASE INICIAL DE CRIAÇÃO

Essa pesquisa foi realizada com o objetivo de avaliar os efeitos do estresse causado pelo frio em pintos de corte, de um a 21 dias de idade, sobre o desempenho produtivo, o desenvolvimento dos órgãos, a atividade enzimática (lipase, amilase e proteínas totais), os parâmetros fisiológicos (frequência respiratória e temperatura retal), a relação heterófilo/linfócito e o coeficiente de metabolizabilidade da ração. Foi utilizado um total de 720 pintos de corte, distribuídos em quatro câmaras climáticas, contendo cada uma seis gaiolas, e essas, por sua vez, comportaram 30 aves cada. Os tratamentos foram definidos por quatro protocolos de temperatura ambiente na fase inicial de criação das aves. Cada câmara climática criou ambientes térmicos distintos em função da idade das aves (1ª, 2ª e 3ª semana), conforme demonstrado: conforto I – 33, 30 e 27°C; conforto II – 30, 27 e 24°C; estresse moderado - 24, 21 e 18°C; estresse intenso - 22, 19 e 16°C. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC), com quatro tratamentos e seis repetições de 30 aves cada. Durante os primeiros 21 dias de idade, as aves submetidas às temperaturas de estresse moderado e estresse intenso apresentaram o menor ganho de peso e pior conversão alimentar. O peso relativo dos órgãos (coração, pulmão, pâncreas, proventrículo, moela e intestino delgado) também sofreu interferência dos dois tratamentos de estresse resultando em maior peso relativo do coração. O pulmão e o pâncreas apresentaram maior peso relativo sob os tratamentos de estresse moderado e intenso. O estresse por frio também provocou alterações na relação heterófilo/linfócito. Como indicativo disso, a relação foi maior para o frio moderado e intenso. Contudo, apesar das alterações percebidas, as diferenças de temperatura não afetaram a atividade enzimática. Conclui-se que temperaturas abaixo da zona de conforto de pintos de corte nas três primeiras semanas de vida, causam estresse, afetando o seu desempenho, o desenvolvimento dos órgãos, padrões fisiológicos e hematológicos.

Palavras-chave: pintos de corte, estresse por frio, conforto térmico, temperatura, desempenho, atividade enzimática, desenvolvimento dos órgãos, heterófilo/linfócito.

## ABSTRACT

### COLD STRESS AND ITS EFFECTS ON THE INITIAL GROWTH PHASE OF BROILER CHICKS

The study was conducted to evaluate the effects of cold stress in broiler chicks from one to 21 days of age, on performance, organs development, enzymatic activity (lipase, amylase and total protein), physiological parameters (respiratory rate and rectal temperature), heterophil/lymphocyte ratio and feed metabolizability. A total of 720 birds were distributed randomly into four climatic chambers, each containing six cages, and the cage holds, initially, 30 chicks each. The treatments were defined by the temperature, in which each climatic chamber created distinct thermal environments according to the age of the birds, for the 1<sup>st</sup>, 2<sup>nd</sup> and 3<sup>rd</sup> weeks, respectively, as follows: Comfort I- 33, 30 and 27°C; Comfort II – 30, 27 and 24°C; Moderate Cold Stress – 24, 21 and 18°C; Intense Cold Stress – 22, 19 and 16°C. During the first 21 days of age, the birds submitted to moderate and intense stress temperatures had the lowest weight gain and the worst feed conversion. The organs relative weights also were affected by the two stress treatments, resulting in a higher heart relative weight for the moderate and intense stress during the experiment period. The lungs and pancreas had the highest relative weight on the third week, with the stress treatments as well. The cold stress also affected the heterophile/lymphocyte ratio, on the first two weeks. The ratio was higher when the birds were submitted to moderate and intense cold stress. However, the temperature differences did not affect the enzyme activity. In conclusion, the temperatures below the comfort zone of broiler chicks on the first three weeks of age result in stress, affecting their performance, development, physiological and hematological standards.

Keywords: broiler chicks, cold stress, temperature, performance, enzymatic activity, development, heterophile/lymphocyte.

## 1. INTRODUÇÃO

As aves são capazes de produzir seu próprio calor corporal como um subproduto do metabolismo, elevando suas temperaturas acima da temperatura ambiente. Para aves adultas, essa temperatura está próxima de 40°C. Parte desta regulação de temperatura deve-se à baixa condutividade térmica, em função do bom isolamento proporcionado pelas penas. Isso permite às aves conservar o calor mesmo diante de um elevado gradiente de térmico entre o corpo e o ambiente. São, portanto, exemplos de animais homeotérmicos, que regulam suas temperaturas entre limites relativamente estreitos (Randall *et al.*, 2000). Todavia, essa definição não se adequa para aves jovens, como os pintos de corte nas primeiras semanas de vida. Nessa fase, a produção de calor metabólico é comparativamente menor e muito baixa para alcançar a endotermia – condição da fase de maturidade. Além disso, possuem alta condutância térmica, isto é, pouco isolamento devido ao empenamento incompleto. Aliado a esses fatores, o desenvolvimento incompleto do sistema nervoso central, o baixo desenvolvimento da massa muscular e a alta relação entre área/volume corporal, ocasionam dificuldades na retenção do calor e tornam os pintos mais sensíveis e dependentes do calor metabólico para regulação térmica (Baêta & Souza, 1997). Portanto, pelo fato de sua capacidade de termorregulação não estar bem desenvolvida, nessa fase as aves necessitam de temperaturas mais elevadas do que as adultas.

Na fase inicial ocorre o maior crescimento e desenvolvimento do sistema digestivo, órgãos indispensáveis para o abastecimento e desenvolvimento dos demais sistemas (Randall *et al.*, 2000). Além disso, o desenvolvimento muscular, esquelético e imune, também tem seu crescimento acelerado nas primeiras semanas, sobretudo nos primeiros dias de idade. Portanto, o desenvolvimento inadequado dos pintos no período de um a 21 dias de idade pode comprometer toda a vida do frango, uma vez que possuem ciclo curto de criação, sendo improvável um crescimento compensatório (Kornasio *et al.*, 2011).

Nos primeiros dias de vida é necessário que os pintos absorvam todos os nutrientes e anticorpos contidos no saco vitelino para que haja crescimento, diferenciação e

desenvolvimento adequados dos órgãos e sistemas. A adaptação metabólica pela qual essas aves passam, com a mudança de uma alimentação lipídica na fase embrionária para uma dieta exógena rica em carboidratos e proteínas, determina o amadurecimento do trato gastrointestinal (TGI) e o suporte para desenvolvimento dos demais sistemas com o fornecimento de nutrientes (Conto, 2003).

A exposição de pintos de corte a curtos períodos de baixas temperaturas pode acarretar efeitos negativos, prejudicando o desenvolvimento e o desempenho destes, além de aumentar a susceptibilidade às doenças. Dessa forma, é importante conhecer a temperatura ideal de criação nas primeiras semanas de idade e seus efeitos sobre pintos de corte, para minimizar as perdas e otimizar a produção.

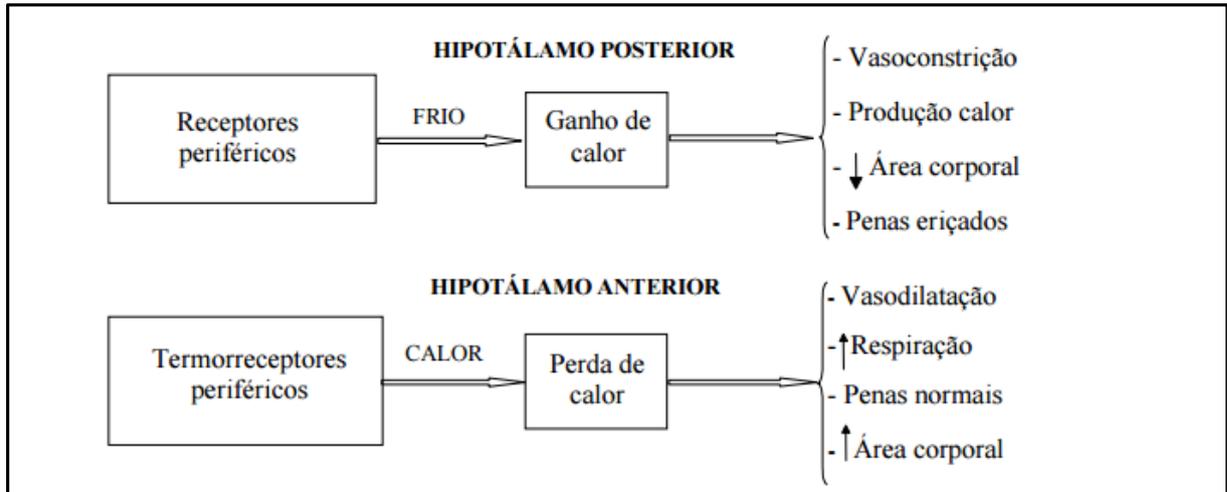
O objetivo nesse estudo foi avaliar os efeitos do estresse por frio nas primeiras semanas de vida de pintos de corte sobre o desempenho, desenvolvimento dos órgãos e parâmetros sensíveis às mudanças de temperatura, que constituem importantes indicadores de respostas a agentes estressores, como o sistema respiratório, digestivo, sanguíneo e enzimático. Dessa forma, contribuir para melhores resultados a campo, auxiliando o produtor nas tomadas de decisão na fase inicial de criação de frangos de corte.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Ambiente térmico e termorregulação de pintos de corte

A forma natural de aquecimento de pintos nas primeiras semanas de vida parece uma tarefa fácil, visto a naturalidade e eficiência que a galinha o faz. Porém, determinar a temperatura ideal para os pintos em grande escala têm sido um dos grandes desafios da avicultura industrial, já que os sistemas de aquecimento têm se mostrado pouco eficientes. Buscar ambientes menos úmidos ou se aquecer embaixo das asas da galinha em temperaturas abaixo da zona de conforto, não são artifícios válidos quando se questiona o aquecimento em produção comercial. Estes comportamentos deram lugar a amontoamentos e gastos metabólicos com grandescustos para as aves. Com o amontoamento das aves para evitar a dissipação de calor, a cama fica aquecida em determinado ponto onde ocorre a aglomeração, o que restringe as idas dos pintos aos comedouros e bebedouros na tentativa de não alterarem sua temperatura corporal (Macari *et al.*, 2002).

As aves são animais homeotérmicos e possuem um centro de termorregulação no sistema nervoso central, o hipotálamo, que funciona como termostato fisiológico, controlando a produção e dissipação de calor através de vários mecanismos. As células especializadas funcionam como termorreceptores periféricos que captam respostas e levam ao sistema nervoso central. Quando essas células captam a sensação de frio, esse efeito é conduzido para a porção posterior do hipotálamo, sucedendo a conservação e produção de calor através da vasoconstrição. Esse processo diminui o gradiente de temperatura entre a pele e o ambiente e assim reduza dissipação de calor pela convecção e irradiação, redução no fluxo sanguíneo cutâneo, alterações comportamentais e aumentada camada de ar que proporciona isolamento maior da superfície da pele além de elevar a produção metabólica de calor por termogênese, mediante tremores e nãotremores (Funck & Fonseca, 2008). O esquema está representado na Figura 1.



Fonte: Abreu (2003)

Figura 1 – Esquema do sistema termorregulador

Para que haja equilíbrio na temperatura corporal, as atividades dos neurônios responsivos ao calor e ao frio precisam ser igualadas, ou seja, a produção e perda de calor devem ser iguais. Essa estabilidade da temperatura é denominada *set point*, que, para aves jovens, está em torno de 39-40°C. Assim, à medida que a temperatura corporal diminui durante o estresse por frio, processos fisiológicos são ativados para reduzir a dissipação de calor e aumentar a produção de calor metabólico. No entanto, o aparelho termorregulador das aves é pouco eficiente, tornando-as sensíveis ao frio quando jovens e ao calor quando adultas (Macari *et al.*, 2002).

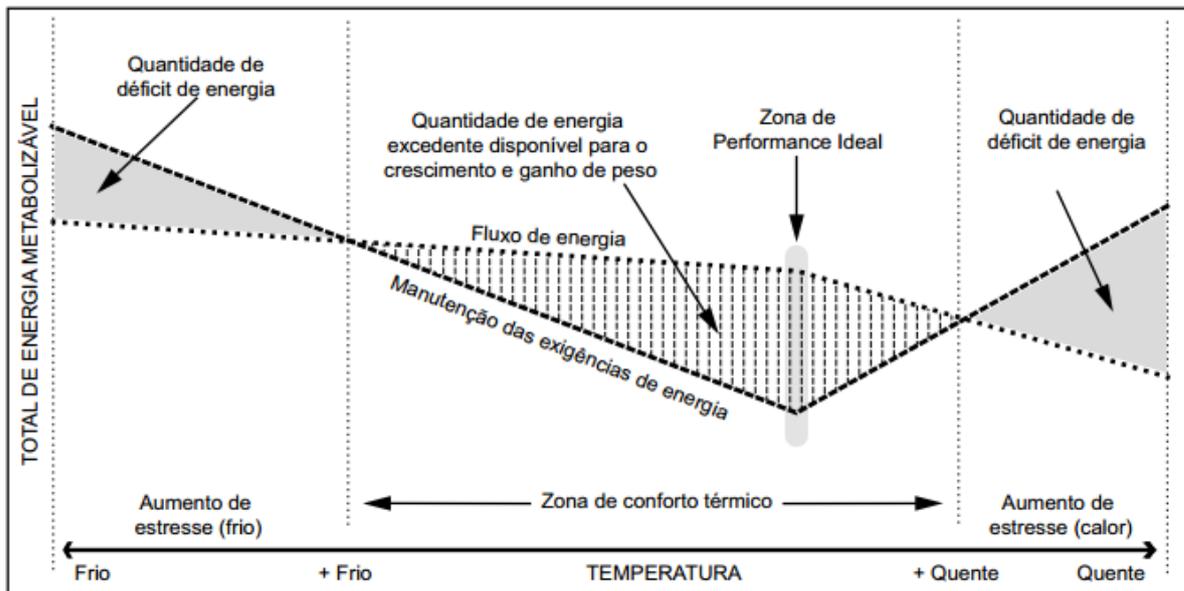
O desenvolvimento do sistema termorregulatório das aves se inicia no período embrionário e se estende até os primeiros dias da fase pós-natal. Pintos de corte nos primeiros dias após o nascimento são classificados como animais poiquilotermos, isto é, animais que não conseguem manter a temperatura corporal independente da temperatura ambiente (Weytjens *et al.*, 1999). A temperatura corporal de um pintinho de um dia é, em média, 2°C menor que a temperatura das aves adultas, mas com oito a 15 dias de idade, atingem temperaturas corporais semelhantes à de aves adultas. O fato da temperatura retal do pintinho no primeiro dia de vida (38°C) ser quase a mesma da incubadora (37,5°C) justifica a incompetência termorreguladora destes animais nos primeiros dias de vida (Veste, 1997).

Alguns estudos relatam ainda que pintos provenientes de matrizes jovens são mais sensíveis às baixas temperaturas quando comparados a pintos de matrizes mais velhas. Isso

pode estar relacionado aos ovos de galinhas jovens serem menores, gerando animais menores com maior relação superfície/peso corporal ou ainda pela menor absorção de nutrientes no período embrionário. Assim, esses necessitariam de temperaturas de cama e ambiente mais elevadas, além de um tempo maior para o completo desenvolvimento do sistema termorregulador (Weytjens *et al.*, 1999).

As avaliações dos estados de conforto térmico e das condições de estresse por frio dependem do comportamento das aves em relação à distribuição ao longo do galpão e posicionamento diante das fontes de aquecimento. Nas primeiras semanas de vida, os pintos tendem a se amontoar quando submetidos a temperaturas inferiores a sua zona de conforto. Esse comportamento ameniza a dissipação de calor sensível (radiação, convecção e condução), colaborando com sua homeostase (Cordeiro *et al.*, 2011). Assim, a condição ambiental deve ser mantida dentro das exigências de cada faixa etária do animal. Temperaturas abaixo da zona de conforto comprometem o desempenho produtivo, uma vez que afetam o metabolismo com o aumento da produção de calor corporale ainda contribuem para a incidência de doenças metabólicas. Para que não haja tais prejuízos e esforços dispensáveis, é necessária uma atenção especial na interação ambiente e animal, de forma que o custo energético dos ajustes fisiológicos seja o menor possível (Furlan, 2006).

A imaturidade do sistema termorregulador, a falta da proteção oferecida pelas penas, a alta relação entre a superfície corporal e o peso do pinto e a baixa produção de calor sensível, devido ao baixo peso corporal, determinam a estreita zona de termoneutralidade desses animais, como é demonstrado na Figura 2. Nessa estreita faixa de temperatura a energia metabolizável utilizada para termogênese é mínima e a energia líquida de produção é máxima, tendo como resultado o máximo de desempenho (Randall *et al.*, 2000).



Fonte: Donald (2010)

Figura 2 - Zona de temperatura ideal para ótimo desempenho de aves.

Os problemas provenientes do aquecimento ineficaz nas primeiras semanas em galpões de criação de frangos de corte têm ocasionado perdas significativas durante todo o processo de criação. Esses problemas são provenientes principalmente pela qualidade do ar comprometida e também pela falta de controle da temperatura da cama que muitas vezes é ignorada, concentrando a atenção apenas na temperatura ambiente. Assim, temperaturas adequadas para pintos de corte nas primeiras semanas minimizam o desvio de energia ingerida para manutenção do sistema termorregulador, otimizando o desempenho e a lucratividade (Souza *et al.*, 2011).

### 2.1.1. Sistemas de aquecimento

O ambiente térmico animal é caracterizado não só pela temperatura, mas também pela umidade, ventilação e radiação, que de forma conjunta, são traduzidos por uma temperatura ambiental efetiva.

Como as aves nas primeiras semanas de vida não possuem capacidade de termorregulação desenvolvida, é necessário alguns cuidados que incluem uma fonte de aquecimento para que mantenham a temperatura corporal constante em torno de 41°C (Macari, 1994). Temperaturas de criação abaixo da zona de conforto nesta fase resultam em menor ganho de peso que dificilmente é recuperado até a idade de abate, além de causar desuniformidade do lote.

Na busca de promover aquecimento extra aos pintos nos primeiros dias de vida, vários sistemas de aquecimento foram desenvolvidos para atender as diferentes realidades dos avicultores, sejam climáticas, econômicas ou regionais. Segundo Ronchi (2004), ao se escolher um sistema de aquecimento, deve ser considerada tanto a capacidade de produção de calor como as perdas envolvidas no processo de transmissão de calor e também os benefícios trazidos pelo sistema para a qualidade do ar no interior dos galpões. Segundo Conto (2003) os pintos de corte necessitam receber calor suplementar em torno de 3 a 4 kcal h<sup>-1</sup>, para cada ave.

#### 2.1.1.1. Aquecimento a gás

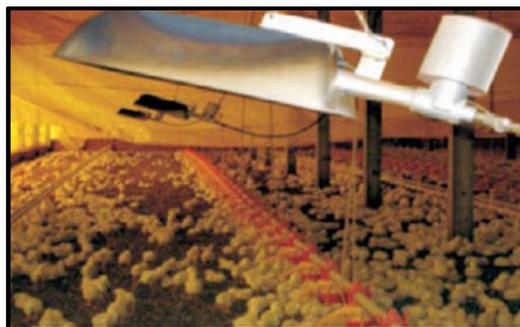
Tanto o gás natural quanto o gás liquefeito de petróleo (GLP) são utilizados para aquecer os pintos. Existem no mercado vários modelos de aquecedores, com diferentes formas de transmitir calor, maneiras de instalação e meios de controle da temperatura de operação.

As campânulas a gás possuem um queimador convencional de onde o calor, com fluxo direcionado para baixo, é transmitido às aves por radiação, condução e convecção. A altura de instalação, normalmente em torno de 1,50 metros do chão, é fator determinante para distribuição uniforme da temperatura no raio de atuação (Abreu, 2003). Uma desvantagem desse sistema é o acúmulo de gases provenientes da combustão abaixo da campânula, o que pode prejudicar o aparelho respiratório dos pintos. Por outro lado, é um sistema de fácil manuseio, com boa mobilidade, além de requerer pouca manutenção e ter capacidade de atender até 1500 pintinhos por campânula.

Como evolução às campânulas, os aquecedores de cerâmica contam com uma placa refratária para utilização do efeito de radiação, onde a chama do queimador incidente na placa de cerâmica faz com que se torne incandescente e, dessa forma, transfira calor por meio da radiação. Com esse efeito da radiação, a distribuição da temperatura é relativamente melhorada, já que estas campânulas podem ser instaladas com altura um pouco superior em relação às campânulas convencionais. Como inconvenientes, têm-se a fragilidade da placa de cerâmica, que pode se quebrar com o manuseio do aquecedor, além de uma capacidade mais reduzida que o sistema convencional, de 800 pintinhos (Abreu, 2003).

Os aquecedores a gás tipo infravermelhos foram desenvolvidos para utilizar inteiramente o princípio de transmissão de calor para os pintos e piso através da radiação, onde a combustão do gás acontece diretamente em queimadores metálicos de alta capacidade para suportar o calor, tornando sua superfície totalmente incandescente. No aquecimento por radiação, a temperatura mais elevada se situa na zona de permanência dos pintos, enquanto no aquecimento por convecção o ar quente de menor densidade tende a subir, produzindo mais camadas de ar de diferentes temperaturas. Com maior produção de calor, podem ser instaladas a uma altura mais elevada, atingindo também maior capacidade de pintinhos comparativamente às campânulas tradicionais (Silva & Naães, 2004).

Os sistemas de aquecedores a gás estão demonstrados na Figura 3.



a) Campânula a gás



b) Campânula a gás tipo infravermelho



c) Aquecedor tipo gerador de ar quente

Fonte: Funk & Fonseca (2008)

Figura 3 - Tipos de aquecedores a gás: Campânula, campânula a gás tipo infravermelho e aquecedor tipo gerador de ar quente

Os sistemas mais atuais de utilização a gás são os geradores de ar quente automáticos que funcionam como turbinas em um processo de combustão com baixa emissão de gases e fumaça.

#### 2.1.1.2. Aquecimento a lenha

O aquecimento a lenha foi um dos primeiros métodos utilizados para o aquecimento de aves e é caracterizado pela utilização de lenha como combustível. Nesse sistema o calor é transmitido às aves principalmente por condução e convecção (Abreu & Abreu 2002).

Os aquecedores a lenha podem ser do tipo campânulas ou fornalhas. As campânulas ficam dentro do galpão e o calor é transmitido por condução, convecção e radiação através de um módulo central onde a lenha é queimada. Tem como inconveniente a necessidade frequente de operador dentro do galpão, além da produção de fuligem e fumaça em grandes quantidades (Ferreira, 2004).

Já as fornalhas podem ser abastecidas tanto com lenha, como com carvão vegetal. Esse sistema consiste em levar ar quente para dentro do galpão através de uma turbina, que é distribuído por um sistema de tubulações, colocado ao longo do aviário. É formada por fornalha, chaminé, exaustor, termostato, alarme e tubos distribuidores de ar, sendo que o queimador pode ser inserido dentro ou fora do aviário. Como são providas de filtro, esse sistema diminui os gases tóxicos dentro do aviário, com melhor controle de temperatura. Além disso, como o sistema trabalha com energia renovável, o produtor tem a possibilidade de produzir seu próprio combustível, caso possua um programa de reflorestamento (Abreu *et al.*, 1998).

Os sistemas de aquecimento a lenha estão demonstrados na Figura 4.



a) Aquecedor a lenha



b) Fornalha a lenha com sistema de chaminé, ventilador e tubos distribuidores de ar quente



c) Galpão aquecido com sistema fornalha



d) Vista de galpão aquecido com sistema de aquecimento por tambores alimentados com carvão

Fonte: Funk & Fonseca (2008); Arquivo pessoal

Figura 4 - Aquecedor a lenha, fornalha a lenha com sistema de chaminé, ventilador e tubos distribuidores de ar quente; galpão aquecido com sistema de fornalha; galpão aquecido com sistema de aquecimento de tambores alimentados com carvão.

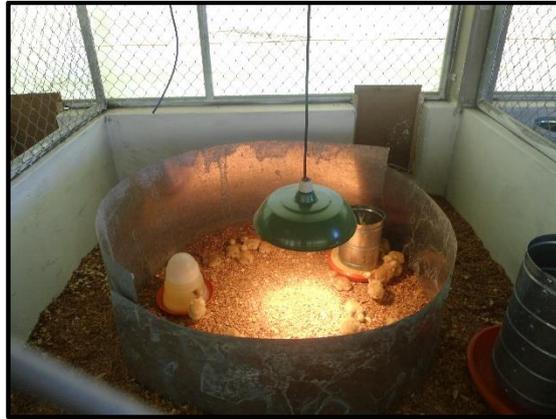
O grande inconveniente dos aquecimentos a lenha está ligado a queima incompleta do combustível, produzindo gases nocivos tanto para as aves quanto para o homem.

### 2.1.1.3. Aquecimento elétrico

Devido ao custo da energia elétrica, é mais utilizado em pequenas criações. Basicamente são constituídos de resistências elétricas, blindadas ou não, e lâmpadas infravermelhas colocadas embaixo de um refletor a fim de projetar o calor para baixo ou

resistências embutidas no piso a fim de projetar o calor de baixo para cima, transmitindo calor por condução e radiação.

Os sistemas de aquecedores elétricos com lâmpadas estão demonstrados na Figura 5.



Fonte: Arquivo pessoal

Figura 5 - Aquecimento elétrico com lâmpadas de infravermelho

A grande vantagem desse sistema é não produzir gases tóxicos, principalmente monóxido de carbono (CO) e dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), aos animais e trabalhadores e também possuem baixa manutenção e fácil manuseio. Por outro lado, uma queda na energia e o alto custo deste sistema podem inviabilizar sua utilização (Abreu, 2003).

### 2.1.2. Qualidade do ar no aviário

O ar, em condições normais, contém substâncias como poeira e odores, que ao alcançarem limites elevados passam a ser consideradas poluentes ou contaminantes, causando problemas sanitários aos animais e também ao homem.

O ambiente interno ideal para instalações de frangos de corte deve considerar não somente as condições termodinâmicas das edificações, que incluem as trocas térmicas, o calor latente e sensível e a velocidade do ar, mas também a interação desses fatores com a poeira em suspensão e os gases produzidos pelos dejetos (Nããs, 2004). Dessa forma, pode-se definir

como ideal o ambiente que permite, com equilíbrio entre tipologia, termodinâmica e velocidade do ar, uma ótima qualidade do ar e temperatura, tanto para os animais como para os trabalhadores.

Entre os fatores ligados à concentração de gases e poeiras têm-se a tipologia da construção, o sistema de aquecimento e ventilação, o material utilizado na cama e ainda a interferência do clima (Nããs *et al.*, 2007). Considerando-se estes fatores e a fase inicial da vida de pintos de corte, onde é necessária a utilização de uma fonte de aquecimento, a renovação de ar deve ocorrer de forma mínima, visando não só controlar a concentração de gases e poeira, mas também manter a temperatura no interior do galpão adequada, sem quedas bruscas (Menegali *et al.*, 2010).

Além desses fatores, a produção intensiva, com número de aves por m<sup>2</sup> cada vez maior, aumenta a produção e intoxicação por gases dentro dos galpões, principalmente CO, CO<sub>2</sub> e amônia (NH<sub>3</sub>). Sendo assim, além da temperatura, a qualidade do ar para o bom desenvolvimento da ave deve ser controlada, visto que estes dois índices possuem relação direta (Ronchi, 2004).

#### 2.1.2.1. Monóxido de carbono (CO)

Com maior presença no interior dos galpões em períodos mais frios e também nas primeiras semanas de vida dos pintos de corte, o CO é produzido a partir da combustão incompleta do combustível devido ao ajuste irregular dos aquecedores e pode permanecer na instalação devido a uma ventilação inadequada. Um sistema de aquecimento mal manejado ou mal regulado é portanto a principal fonte de intoxicação nesta fase, podendo levar a hipoxia. A combustão incompleta propicia a formação de CO<sub>2</sub> que pode reagir com o carbono (C), transformando-se então em CO (Curtis, 1983).

O CO é um gás pouco menos denso que o ar, inodoro, incolor, insípido e nocivo à saúde, tendo, portanto, limites estabelecidos para animais e humanos. Whates (1999) recomenda 10 ppm como limite máximo para exposição contínua dos animais nos galpões. Já para humanos, considerando-se 8 horas de exposição, é recomendado o limite de 50 ppm.

Desse modo, pintos de corte confinados em ambientes mal ventilados estão naturalmente mais suscetíveis à ação de altas concentrações de CO.

#### 2.1.2.2. Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)

O CO<sub>2</sub> é um gás inodoro presente no ar atmosférico em concentração aproximada de 350 ppm (Xavier & Kerr 2004). É produzido principalmente pela respiração dos animais, queima de combustível dos sistemas de aquecimento e ainda pela decomposição de matéria orgânica dos dejetos. Sua concentração pode ser aumentada, uma vez que alguns sistemas de aquecimento consomem o O<sub>2</sub> no interior dos galpões aumentando a concentração do gás CO<sub>2</sub>, sobretudo em ambientes mal ventilados. Além disso, é um gás de difícil controle, principalmente por estar relacionado a função respiratória dos animais (Tinôco & Gates 2005). Por ser mais denso que o ar, tende a permanecer no nível das aves dificultando a respiração.

Normalmente o CO<sub>2</sub> não atinge concentrações críticas se existe uma renovação mínima ajustada para remoção de umidade e do próprio CO<sub>2</sub> produzido pelos animais e pela cama. O aumento na concentração pode ocorrer em casos de produção excessiva gerada pelo sistema de aquecimento ou quando a taxa de ventilação é muito baixa (Ronchi, 2004).

Assim como para as concentrações de CO, para o CO<sub>2</sub> também são propostos limites de concentração para animais e humanos. Whates (1999) recomenda o limite de 3000 ppm para exposição contínua dos animais nas instalações e 5000 ppm como limite para humano com 8 horas de exposição. Alencar *et al.*, (2002) observaram que concentrações entre 600-4000 ppm de CO<sub>2</sub> no interior das instalações não afeta as aves nem o homem.

#### 2.1.2.3. Amônia (NH<sub>3</sub>)

A NH<sub>3</sub> é um dos principais gases encontrado no interior de galpões avícolas. Trata-se de um composto nitrogenado, formado por um átomo de nitrogênio e três de hidrogênio, em

estado gasoso, mais leve que o ar, liberado para atmosfera pela decomposição microbiana do ácido úrico dos excrementos (Macari & Furlan 2001). Como um gás hidrossolúvel, pode ser absorvido tanto pelas membranas da mucosa das aves quanto pelas partículas de poeira, e em altas concentrações pode causar irritação das mucosas e vias respiratórias. Na corrente sanguínea pode ter efeito tóxico sobre o metabolismo fisiológico, acarretando em diminuição do consumo de ração e menor ganho de peso, além de interferir, de modo geral, no bem estar das aves (Curtis, 1983).

A concentração de  $\text{NH}_3$  pode ser afetada por diversos fatores como temperatura, ventilação, densidade, qualidade da cama e decomposição da ração (Homidan *et al.*, 1998). A umidade da cama, independente do material utilizado, é um dos fatores determinantes para aumento da proliferação microbiana e aumento da temperatura com fermentação e produção de gases, inclusive  $\text{NH}_3$  (Fernandes & Furlaneto, 2004).

Segundo Lima *et al.*, (2004), a concentração média de  $\text{NH}_3$  nos galpões de frangos de corte está em torno de 20 ppm, sendo que níveis de 10 ppm são detectados pelo homem. A maior concentração deste gás encontra-se ao nível da ave, onde ocorre a fermentação aeróbia dos dejetos. À medida que se dispersa e alcança alturas maiores, diminui significativamente sua intensidade, fator dependente da ventilação do galpão.

Hellickson & Walker (1983), avaliando a velocidade do ar sobre a concentração de  $\text{NH}_3$  no interior dos galpões de frangos de corte, verificaram que na temperatura mantida a  $24^\circ\text{C}$  e velocidade do ar de  $1,1 \text{ m}^3$  por hora/ave, a concentração de  $\text{NH}_3$  variou de 15 a 90 ppm, e quando duplicada a ventilação para  $2,3 \text{ m}^3$  por hora/ave esta concentração foi reduzida para no máximo 50 ppm, confirmando a interferência da ventilação na concentração deste gás.

Café & Andrade (2001) observaram que instalações avícolas com concentrações de  $\text{NH}_3$  de 50 e 100 ppm causaram diminuição da produção associada à problemas respiratórios nas aves. O efeito de concentrações acima de 50 ppm de  $\text{NH}_3$  sobre o desempenho e doenças respiratórias em frangos de corte também foi observado por Castelló (1993); Terzich *et al.*, (1997); Reece *et al.*, (1980).

Os efeitos da  $\text{NH}_3$ , tanto para as aves quanto para o homem, estão associados ao tempo de exposição. Neste contexto, muitos países regulamentam limites de concentração no interior de instalações animais para humanos, garantindo qualidade mínima no ambiente de trabalho.

Alguns países adotam como limite máximo de concentração de  $\text{NH}_3$  de 25 ppm para rotina de trabalho de 8 horas/dias. No Brasil este limite é de 20 ppm para o mesmo tempo de exposição (Miragliotta, 2005).

#### 2.1.2.4. Renovação do ar

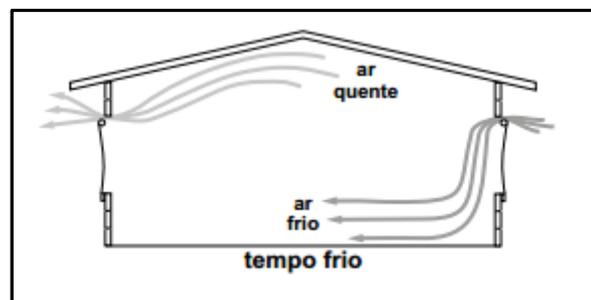
A importância da renovação do ar em galpões avícolas está ligada a determinação do ambiente de criação, sendo capaz de condicionar em boa parte o sucesso da produção, com o controle do microclima no interior das instalações. Suas funções variam desde o controle da umidade produzida pela respiração das aves e também da umidade da cama, à eliminação de gases e poeiras, e controle da temperatura ambiental seja em épocas frias ou quentes (Curi *et al.*, 2014).

Adequar a ventilação em aviários é um grande desafio, já que existem diversos tipos de instalações, além da exigência por parte das aves variar em função da idade, estação do ano, densidade, dentre outros fatores. Portanto, estabelecer os objetivos ao utilizar o sistema de ventilação, seja para renovação do ar ou resfriamento, é fator determinante para alcançar bons resultados.

Existem algumas técnicas e conceitos que objetivam regular a velocidade do ar de forma a distribuir o ar homogeneamente por todo o galpão, garantindo eficiência e bem estar às aves. Considerando a fase inicial de criação de frangos de corte e os gases gerados pelos sistemas de aquecimento, aliado ao controle da temperatura ambiente, uma ventilação eficaz é fator determinante para o bom desenvolvimento e desempenho dessas aves. Nessa fase, o ar deve percorrer a parte superior do aviário para evitar o efeito direto sobre as aves (Abreu & Abreu, 2000).

#### 2.1.2.4.1. Renovação natural

A ventilação natural nada mais é que o movimento normal do ar, que pode ocorrer por diferenças de pressão causadas pela ação do vento, ou de temperatura entre dois meios. Esta é capaz de carrear oxigênio para o interior do galpão, eliminar poeira e gases como  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CO}_2$ , e  $\text{CO}$ , excesso de umidade e odores, além de controlar dentro de certos limites a temperatura ambiente. Para isso é necessário um manejo de cortinas, para permitir que os ventos externos e as correntes de convecção interna possam fluir dentro do galpão, conforme é ilustrado na Figura 6 (Abreu & Abreu, 2000).



Fonte: Donald (2010)

Figura 6 - Renovação natural e direção do ar no interior do galpão

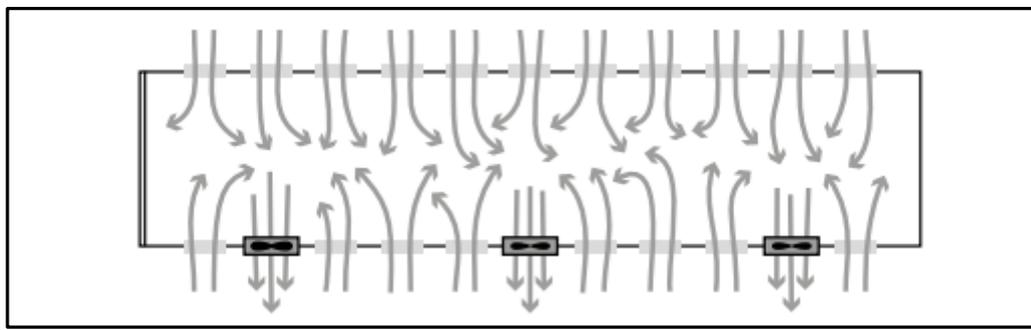
Porém, a ventilação natural não controla de forma eficiente as condições internas das instalações, sendo mais precisa quando a temperatura externa do ar estiver próxima a temperatura desejada dentro do galpão. Na fase inicial a utilização de ventilação natural deve ser cautelosa, uma vez que o ar frio externo é mais denso que o ar quente, podendo incidir diretamente sobre as aves (Abreu & Abreu, 2000).

#### 2.1.2.4.2 Renovação mínima

A ventilação mínima atua introduzindo ar fresco dentro do galpão com intuito de remover o excesso de umidade e gases durante condições de clima frio ou na fase inicial de vida das aves, sem que resfrie essas aves. Pode então ser definida como a quantidade

necessária de ar para garantir um ambiente de qualidade, suprindo as demandas de oxigênio, eliminando gases nocivos e excesso de umidade, sem causar quedas acentuadas na temperatura do galpão (Curi *et al.*, 2014).

Com a distribuição homogênea de entradas pelo aviário, o fluxo de ar flui por toda sua extensão, carreando odores, gases e umidade, além de atender a demanda de oxigênio. O ar vindo de fora do galpão, entra com velocidade capaz de misturar-se com o ar quente do interior do galpão acima do nível de criação das aves, garantindo que não se resfriem (Curi *et al.*, 2014). O esquema de entrada e saída de ar no sistema de renovação mínima está representado na Figura 7.



Fonte: Donald (2010)

Figura 7 - Sistema de renovação mínima

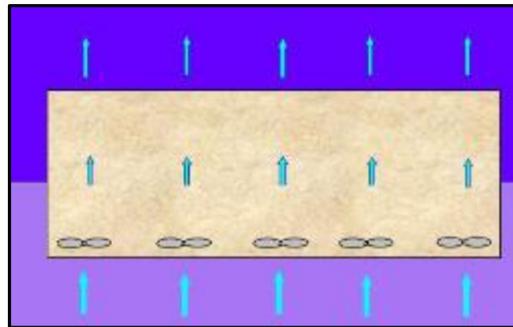
A maioria dos aviários não possuem sistemas específicos para renovação mínima. Pode ser feita pelo manejo de cortinas, quando o sistema de ventilação é por pressão positiva, ou por exaustores utilizados para a ventilação máxima, quando o sistema de ventilação é por pressão negativa.

#### 2.1.2.4.2.1. Renovação por pressão positiva

No sistema de renovação por pressão positiva o ar é introduzido no interior do galpão por ventiladores, de fora para dentro, através de aberturas. Os ventiladores podem ser colocados tanto no sentido transversal como longitudinal, ambos voltados para dentro, porém com formas distintas. No sentido transversal as cortinas são abertas e no sentido longitudinal

podem estar abertas ou fechadas, caracterizando um sistema tipo túnel quando fechadas (Abreu & Abreu 2000).

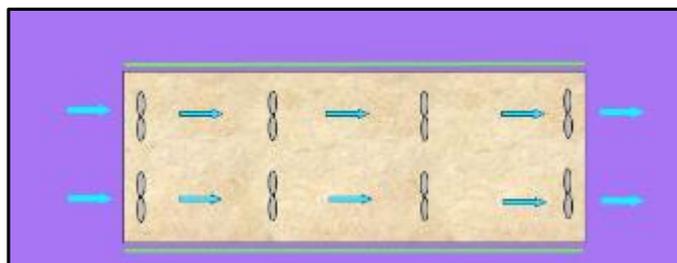
Quando o fluxo de ar é transversal, os ventiladores são dispostos levemente inclinados para baixo em uma das laterais do galpão, no sentido dos ventos dominantes. O ar passa então de uma lateral a outra, e como as cortinas permanecem abertas, o controle do fluxo de ar torna-se difícil e dependente da ventilação natural, podendo torná-lo pouco eficiente em determinadas épocas do ano (Figura 8).



Fonte: Avila (2003)

Figura 8 - Sistema de renovação positiva, transversal

Outra maneira de utilizar a ventilação positiva, é dispondo os ventiladores no sentido longitudinal. Nesse esquema é simulado um sistema de túnel, mantendo as cortinas laterais fechadas e vedadas. Desta forma, o ar entra por uma das extremidades e é carregado ao longo do galpão pelos ventiladores dispostos pelo seu comprimento, e sai pela extremidade oposta, como é mostrado na Figura 9.



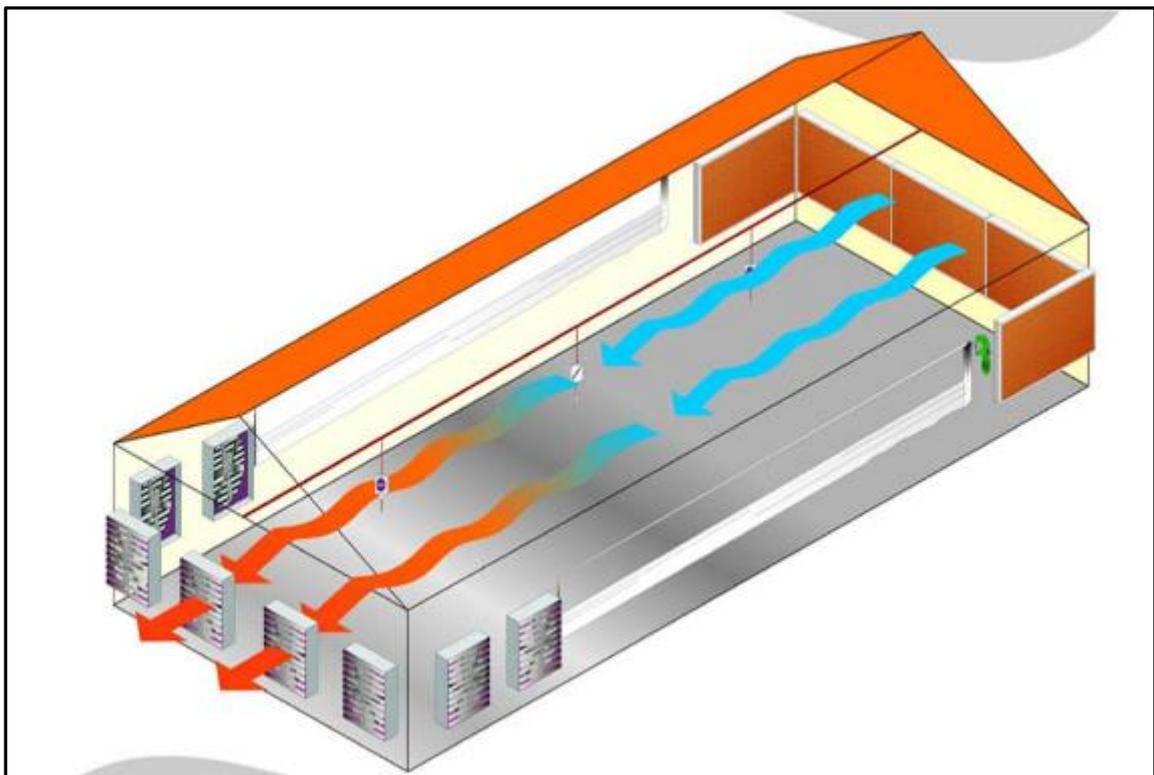
Fonte: Avila (2003)

Figura 9 - Sistema de renovação positiva longitudinal (tipo túnel)

Pela vedação e cortinas fechadas, este sistema sofre menos interferência da ventilação natural que o transversal (Abreu & Abreu 2000).

#### 2.1.2.4.2.2. Renovação por pressão negativa

Nos sistemas de renovação por pressão negativa é criado um vácuo parcial dentro do galpão, onde o ar é forçado por exaustores de dentro para fora através das aberturas existentes. Para o cálculo do fluxo de ventilação nesses sistemas devem ser considerados o número de exaustores integrados com a área de abertura para entrada de ar e a velocidade do ar resultante no galpão (Curi *et al.*, 2014). Para isso é importante conhecer e planejar a quantidade de ar a ser renovado, evitando as chamadas zonas mortas, onde há baixa movimentação de ar. O sistema de renovação por pressão negativa está ilustrado na Figura 10.



Fonte: <http://frangoonline.blogspot.com.br/2012/03>

Figura 10 - Sistema de renovação por pressão negativa

Nesse sistema os exaustores são colocados no sentido transversal ou longitudinal em uma das extremidades do galpão, e na outra extremidade são dispostas aberturas para entrada do ar. Os exaustores funcionam puxando o ar de um ponto ao outro, possibilitando a renovação constante do ar.

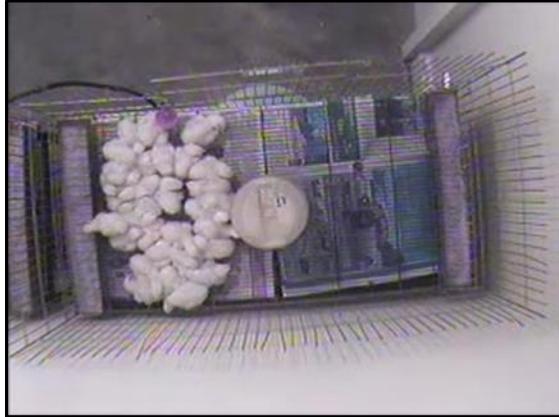
## **2.2. Comportamento de pintos de corte nas primeiras semanas de vida**

As aves comerciais, com alto potencial genético para crescimento, podem apresentar mudanças na frequência e intensidade de comportamentos, principalmente relacionadas as demandas metabólicas, diminuindo a energia disponível para atividades (Weeks *et al.*, 2000).

Nas primeiras semanas, pintos de corte são mais sensíveis a situações de estresse, principalmente ao estresse térmico, já que não possuem o sistema termorregulador totalmente desenvolvido. Essa incompetência termorregulatória afeta o comportamento das aves em ambientes com temperatura abaixo da zona de conforto, induzindo o agrupamento na tentativa de reduzir a perda de calor corporal com o ambiente (Furlan, 2006).

Schiasse *et al.* (2015) analisaram os padrões de agrupamento de pintos de corte nas duas primeiras semanas de vida e observaram diferença apenas na primeira semana, onde animais criados em temperaturas de 24 e 27°C permaneceram por mais tempo agrupados em relação aos animais criados em ambientes a 33°C.

A Figura 11 ilustra o comportamento de agrupamento de pintos de corte alojados a temperaturas abaixo da zona de conforto.



Fonte: Arquivo Pessoal

Figura 11 - Comportamento de pintos de corte submetidos a estresse por frio na primeira semana de vida.

Apesar de não mensurar dados de desempenho como consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar, a análise de comportamento, sobretudo na fase inicial, é um bom indicativo para entender como as aves estão percebendo o ambiente e quais medidas de controle de ambiente devem ser tomadas. Quando submetidas a estresse por frio, as aves buscam se manter agrupadas, com a tendência de diminuir a frequência de idas ao comedouro e bebedouro, o que, por conseguinte, afeta o desempenho produtivo até a idade de abate (Teixeira *et al.*, 2009)

### 2.3. Estresse por frio e seus efeitos em pintos de corte

Pintos de corte tendem a apresentar melhor desempenho quando criados em sua zona de conforto térmico, faixa de temperatura em que o desenvolvimento corporal e desempenho são melhorados e não há gasto de energia na produção de calor para manter a temperatura corporal estável (Emery, 2005). A dificuldade do corpo em manter equilibrada a produção e dissipação de calor corporal em qualquer idade, caracteriza uma situação de estresse térmico.

Os efeitos do estresse por frio nas primeiras semanas de idade de pintos de corte vão desde a redução no consumo de alimento à utilização de reservas para a termogênese, que

influenciam diretamente no desenvolvimento anatômico-fisiológico dessas aves. A má formação, ou o atraso do desenvolvimento nessa fase, resultam em queda de produtividade, lotes desuniformes, sensibilidade a doenças e, conseqüentemente, menor lucratividade (Malheiros *et al.*, 2000).

Controlar a temperatura e qualidade do ar no interior dos galpões é decisivo para o bem-estar de pintos de corte, uma vez que esses animais necessitam de temperaturas mais elevadas durante as primeiras semanas de vida, diminuindo assim sua taxa metabólica e mantendo a homeotermia com menor gasto energético (Randall *et al.*, 2000).

### 2.3.1. Desempenho

Dos fatores ambientais, as condições térmicas (temperatura, umidade e movimentação do ar) podem ser consideradas como principais responsáveis na queda do desempenho de frangos de corte, já que afetam a manutenção da homeotermia (Macari *et al.*, 2002). Em situações de estresse térmico as aves diminuem a eficiência de utilização dos alimentos e, também, a frequência de idas ao comedouro e bebedouro, comprometendo o consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar (Ribeiro *et al.*, 2008).

Os frangos de corte estão cada vez mais eficientes e dependentes de um ambiente ótimo para que expressem o máximo do seu potencial genético. A primeira semana após o nascimento é decisiva para estes animais, já que representa o período em que ocorre a maior proporção de crescimento em relação ao seu curto período de vida (Kornasio *et al.*, 2011). Devido não só ao curto período de vida, mas também pela relação positiva do peso corporal aos sete dias com o peso na idade de abate, o desempenho e desenvolvimento nesta fase são fundamentais (Rocha *et al.*, 2008). Dessa forma, fornecer temperaturas corretas para pintos de corte na fase inicial de vida é o primeiro passo para otimizar seu desempenho, já que, quando expostos a ambientes com temperaturas abaixo do desejável, esses animais diminuem suas atividades e se amontoam na tentativa de perder menos calor, reduzindo drasticamente a busca pelos comedouros (Mujahid & Furuse, 2009).

Até certo limite de adversidade, aves jovens submetidas a temperaturas inferiores à sua zona de conforto tendem a manter o consumo de ração para garantir incremento calórico,

porém a energia que deveria ser depositada na carcaça é desviada em grande parte para manutenção, prejudicando o seu desempenho. Ainda nessas condições de estresse por frio, na tentativa de se manterem aquecidos e dissiparem menos calor, amontoam-se e diminuem a frequência de idas ao comedouro e bebedouro. Esse comportamento combinado ao gasto energético para termogênese, afeta diretamente o desenvolvimento anatômico e fisiológico do animal, que sentirá perdas no desempenho até a idade de abate (Kornasio *et al.*, 2011).

Sob estresse por frio, pintos de corte nas primeiras semanas diminuem sua atividade para minimizar perdas sensíveis (radiação, condução e convecção) e aumentam a produção de calor metabólico através de reservas, comprometendo o consumo (Ribeiro *et al.*, 2008).

Furlan (2006), analisando o desempenho de pintinhos na primeira semana de vida observou que aqueles criados em temperatura de estresse (20°C) apresentaram menor consumo de ração quando comparados aos animais criados em um temperatura de conforto de 35°C. Observaram ainda que este efeito foi maior a partir do terceiro dia, já que até nessa idade contam com reservas do saco vitelino.

Comparando todo o ciclo de vida, de um a 42 dias, Sartori *et al.* (2001) verificaram que pintos submetidos a ambientes frios apresentaram maior consumo de ração e ganho de peso, porém menor eficiência, com pior conversão alimentar. O maior consumo, neste caso, pode ser justificado pela observação de todo o ciclo, onde na fase adulta os animais teriam consumido maiores quantidades de ração na tentativa de aumentar a produção de calor metabólico. Boiago *et al.* (2013), também observaram pior conversão alimentar para animais criados em temperaturas abaixo da zona de conforto, quando comparados com animais criados em ambiente de termoneutralidade.

Cordeiro *et al.* (2011) avaliaram os efeitos de três tipos de aquecimento (fornalha a lenha, campânula infravermelha e tambores de aquecimento associados à campanulas infravermelhas) nas quatro primeiras semanas de vida de frangos de corte em uma região fria (temperaturas médias de 16-17°C). Já na primeira semana, a pior conversão alimentar foi observada no sistema de fornalha a lenha, onde a temperatura máxima chegou apenas a 27°C. Alcançando temperatura máxima de 31°C na primeira semana, o sistema de tambor mais campânula foi o mais eficiente, com maior ganho de peso e melhor conversão alimentar.

Confrontando o desempenho de pintos de corte na primeira semana criados em diferentes temperaturas (20, 25 e 35°C), Malheiros *et al.* (2000) observaram menor ganho de peso aos sete dias para animais submetidos a temperatura de 20°C, gerando um grande custo fisiológico para homeostase térmica. Moraes *et al.* (2002) também analisaram essas mesmas temperaturas na primeira semana de vida de pintos de corte e confirmaram menor consumo de ração e água, seguido de menor ganho de peso para as aves criadas na menor temperatura (20°C). Essas respostas se justificaram pelo comportamento de conservação de calor com menor frequência de idas ao comedouro e bebedouro.

Resultados semelhantes foram encontrados também por Ipek & Sahan (2006) e Fathi *et al.* (2015), que observaram resultados de desempenho inferiores para aves submetidas a temperaturas de estresse por frio nas primeiras semanas vida.

Cassuce *et al.* (2013) avaliando diferentes temperaturas sobre o desempenho de frangos na fase inicial, observaram que os valores proporcionam o melhor desempenho para o período inicial de crescimento de frangos de corte foram de 31,3°C na primeira semana, entre 26,3 e 27,1 °C na segunda semana e entre 22,5 e 23,2 °C durante a terceira semana.

A adequação do ambiente de criação de frangos de corte é fator importante para os resultados esperados na idade de abate. Nas primeiras semanas a atenção maior deve ser dada para a qualidade do ar e as baixas temperaturas, sobretudo da cama, que comprometem o consumo de ração e reflete principalmente na conversão alimentar (Welker *et al.*, 2008).

### 2.3.2. Desenvolvimentos dos principais órgãos e sistemas

Vários processos de maturação fisiológica ocorrem nos primeiros dias pós-eclosão, como o desenvolvimento dos sistemas termorregulatório, digestivo, imunológico, muscular e esquelético (Kornasio *et al.*, 2011). Assim, a condição para manter a temperatura ambiente adequada para pintos de corte é importante, não só pela manutenção da temperatura corporal, já que nas primeiras semanas são incapazes de regulá-la, mas também para estimular o consumo de ração e água que suprirão o desenvolvimento dos seus órgãos e sistemas.

Após a eclosão, o trato gastrointestinal (TGI) apresenta acelerada taxa de crescimento, que excede inclusive a taxa de crescimento corporal (Boaro, 2009). As alterações estão relacionadas ao aumento na área de superfície de digestão e absorção do intestino, secreção de enzimas e crescimento dos demais órgãos de suprimento. O rápido desenvolvimento do TGI sugere a importância desse sistema para o rápido desenvolvimento dessas aves.

De acordo com Nir *et al.* (1993) o fornecimento de alimento nessa fase contribui para o processo de maturação fisiológica do TGI. Em situações de estresse por frio, com a diminuição de alimento no trato devido a redução do consumo, ocorre um atraso no desenvolvimento da mucosa e conseqüentemente na absorção de nutrientes. Esse processo afeta o abastecimento nutricional dos demais órgãos, principalmente pâncreas e fígado, que em situações de conforto aumentam quatro e duas vezes de peso, respectivamente em relação ao peso corporal na primeira semana de vida.

O aumento no peso relativo do fígado de pintos de corte criados sob temperaturas abaixo da zona de conforto na primeira semana foi percebido por Deaton *et al.* (1969) quando comparado com aves criadas a temperatura ambiente mais elevada. Moraes *et al.* (2002) confirmam estes resultados, onde o peso relativo do fígado das aves criadas a 20°C mostraram maior relação do que nas aves em temperatura de 25°C no 7º dia de idade.

Moraes *et al.* (2002), Ipek & Sahan (2006) e Fathi *et al.* (2015) observaram maior valor para peso relativo do coração de pintos de corte criados sob estresse por frio na primeira semana, quando comparados aos pintos criados em temperaturas de conforto. Esse efeito pode ser relacionado à elevada exigência metabólica, com o aumento do débito cardíaco para abastecer a procura de oxigênio em situações de estresse por frio.

O estresse por frio, aliado ao baixo consumo de ração na primeira semana de idade de pintos de corte parece afetar também o sistema imunológico (Bar-Shira *et al.*, 2005). Como o sistema imune não está completamente desenvolvido ao nascimento, a imunidade passiva é obtida por absorção das imunoglobulinas do saco vitelino na corrente sanguínea e transporte às superfícies mucosas onde os organismos são susceptíveis para entrar no corpo. Com o consumo de ração inferior as exigências mínimas para tais processos, as imunoglobulinas da gema são absorvidas e metabolizadas para produção de energia, prejudicando o sistema imunológico dessas aves e tornando-as mais suscetíveis a doenças e infecções (Dibner *et al.*, 1998).

Tsiouris *et al.* (2015) investigando o efeito do frio sobre lesões intestinais de pintos de corte, encontraram evidências que a exposição a temperaturas abaixo da zona de conforto, mesmo que por curtos períodos (quatro horas por dia) causam enterite subclínica, afetando portanto a saúde intestinal dessas aves.

A otimização do crescimento nas primeiras semanas, sobretudo nos primeiros dias de idade de pintos de corte, é fundamental para o bom desempenho até a fase adulta, já que a maior taxa de desenvolvimento e maturação dos órgãos e sistemas acontecem nessa fase. Manter a temperatura do ambiente de criação dentro da estreita zona de conforto é, portanto, condição básica para o crescimento dessas aves, além de diminuir a susceptibilidade à doença (Macari *et al.*, 2002).

### 2.3.3. Atividade enzimática

Com a imaturidade do sistema termorregulador nas primeiras semanas de vida, a temperatura corporal de pintos de corte se torna dependente da temperatura ambiente, influenciando a velocidade de algumas reações químicas no organismo, como a atividade enzimática.

As reações enzimáticas acontecem de forma mais lenta em baixas temperaturas devido à redução da energia cinética do processo. Em contrapartida, como as enzimas são proteínas, um aumento da temperatura não causa apenas o aumento da velocidade de reação, mas a partir de uma determinada temperatura, essa velocidade pode ser reduzida, o que leva a uma desnaturação da enzima, isto é, perdem sua função (Bianconi, 2006).

Ao final da fase embrionária o pintinho sofre algumas mudanças relacionadas ao perfil enzimático, preparando o organismo para a fase pós-eclosão. Porém, apesar de já presentes na fase de incubação, essas enzimas ainda não possuem suas atividades totalmente ativas (Buddington, 1992).

Com a transição de uma alimentação baseada nas reservas lipídicas do saco vitelino na fase embrionária, para uma alimentação exógena, composta de carboidratos e proteínas na fase pós-eclosão, ocorre um aumento não só na produção enzimática, mas também na

variabilidade dessas enzimas digestivas, devido principalmente à quantidade de substrato (Uni *et al.*, 1995). Portanto, garantir condições ideais para produção e ação dessas enzimas é essencial no aporte e absorção de nutrientes que serão destinados a processos metabólicos relacionados ao crescimento e maturação dos órgãos desses animais (Tarachai & Yamauchi, 2000).

Apesar de alguns estudos demonstrarem que temperaturas de estresse calórico diminuem a atividade enzimática de frango de corte (Hai *et al.*, 1999; Daneshyar *et al.*, 2009; Fathi *et al.*, 2015), o mesmo parece não se aplicar às baixas temperaturas. Hai *et al.* (1999) e Daneshyar *et al.* (2009) não encontraram diferenças quando submeteram essas aves a temperaturas abaixo da zona de conforto, sugerindo que nas primeiras semanas, temperaturas abaixo da zona de conforto não são capazes de alterar a atividade enzimática de pintos de corte.

#### 2.3.4. Relação heterófilo:linfócito

O sangue possui importante função de defesa do organismo, transportando anticorpos e outros componentes, capazes de alterar o perfil hematológico dos animais, constituindo fundamental indicador de respostas fisiológicas nas aves. Particularmente, o sistema sanguíneo das aves é bastante sensível às mudanças de temperaturas e alterações quantitativas e morfológicas nas células sanguíneas que podem estar associadas ao estresse térmico (Macari *et al.*, 1994).

A contagem diferencial de células no sangue de aves sugere que do total de até 30.000 leucócitos, 60 a 65% são heterófilos e 25 a 30% são linfócitos, sendo o restante distribuídos em eosinófilos, basófilos e monócitos (Macari & Luquetti 2002). A relação normal de heterófilo:linfócito está entre 1:2, porém, quando pintos de corte são submetidos à temperaturas fora de sua zona de conforto esta relação tende a aumentar já que há aumento da quantidade de heterofilos na circulação. A alteração na relação heterófilo:linfócito consequente do aumento de heterófilos e redução de linfócitos, propõe um parâmetro sensível de estresse crônico em pintos de corte criados sob baixas temperaturas.

Os heterófilos são fagócitos mediadores da imunidade natural das aves, especialmente em aves jovens que ainda não desenvolveram a imunidade adquirida. Já os linfócitos são responsáveis pela imunidade específica (produção de anticorpos), tornando os mecanismos de defesa mais eficientes com a idade. Os linfócitos das aves podem ser classificados em B e T, derivados da Bursa e do Timo, respectivamente. Os linfócitos B são capazes de reconhecer os antígenos utilizando moléculas de imunoglobulinas de alta especificidade e antígenos intactos. Já os linfócitos T não conseguem reconhecer o antígeno sozinho (Morgulis, 2002).

O estresse fisiológico, inclusive por frio, causa heterofilia, assim como outras situações que induzam atividade adrenal, como estresse entre os animais, mudança de ambiente e contenção física. Estudos com frangos sugerem que a proporção entre heterófilos e linfócitos pode ser uma medida de estresse fisiológico ainda mais confiável que a corticosterona (Landers *et al.*, 2007).

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1. Condições experimentais**

A pesquisa foi realizada no Núcleo de Pesquisa em Ambiente e Engenharia de Sistemas Agroindustriais (AMBIAGRO), do setor de construções rurais e ambiente do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa.

Foram utilizadas quatro câmaras climáticas, com dimensões de 2,5 x 3,3 x 2,5 m. Cada câmara possuía seis gaiolas com dimensões 0,5 x 1,0 x 0,5 m, equipadas com bebedouro, comedouro e bandejas próprias para coleta de excretas, onde foram alojados 30 pintos por gaiola.

Cada câmara climática foi equipada com um aquecedor de ar (resistência elétrica com 2.000 W de potência), um condicionador de ar do tipo “split” quente/frio, de 12.000 Btu/h e

um umidificador de ar, com capacidade de 4,5 L e débito de névoa (valor médio) de 300 ml por hora. O aquecedor e o umidificador foram operados por controlador eletrônico de temperatura e umidade (temperatura de controle de -10 a 70.0°C, com resolução de 0.1°C; umidade de controle 20 a 85% UR, com resolução de 0.1%UR).

Para avaliação do desempenho produtivo, metabolizabilidade dos nutrientes, atividade enzimática, relação heterofilo/linfócito, peso relativo dos órgãos, frequência respiratória e temperatura retal, foram utilizados 720 pintos Cobb500<sup>®</sup>, criados até os 21 dias idade.

Os valores das variáveis que compunham o ambiente térmico (temperatura do ar (Tar); umidade relativa (UR) e temperatura de globo negro (Tgn), foram obtidos por meio de sistemas de registro de dados. As medidas foram realizadas a cada 15 minutos, 24 horas por dia, durante todo o período experimental.

### **3.2. Tratamentos**

Do 1° ao 21° dia de idade cada câmara climática proporcionou ambientes térmicos distintos em função da idade, expressa em semanas, constituindo-se assim os tratamentos. A escolha das temperaturas foi baseada em observações a campo e sugeridas por Cassuce *et al.* (2013) como demonstrado na tabela 1.

Tabela 1–Protocolos de temperaturas ambientais utilizados na fase inicial de criação de frangos de corte

Tratamentos	Temperatura (°C)		
	1ª semana	2ª semana	3ª semana
Conforto I	33	30	27
Conforto II	30	27	24
Frio moderado	24	21	18
Frio intenso	22	19	16

### 3.3. Variáveis analisadas

As variáveis de desempenho avaliadas aos sete e 21 dias de idade das aves foram: ganho de peso (g/ave), consumo de ração (g/ave), conversão alimentar (g ração consumida/ g de ganho de peso) e viabilidade (%). As aves foram pesadas com um, sete e 21 dias de idade para determinação do ganho de peso. O consumo de ração foi calculado como a diferença entre o total de ração fornecido e as sobras. Com base no consumo de ração (corrigido pela data da mortalidade em cada parcela) e no ganho de peso, foi calculada a conversão alimentar.

Com sete, e 21 dias de idade, duas aves por repetição, totalizando 48 aves, foram abatidas para avaliação do crescimento e desenvolvimento dos órgãos. Na necropsia foram retirados o fígado sem vesícula, moela vazia, pró-ventrículo, intestino delgado sem conteúdo, pâncreas, coração e pulmão. Com o peso da ave e de cada órgão, foi calculado o peso relativo dos órgãos.

Foram tomadas, duas vezes por período analisado, aos sete e 21 dias de idade, a temperatura retal e frequência respiratória de duas aves aleatórias por repetição. A avaliação

foi feita sempre no mesmo horário, e pelo mesmo avaliador na tentativa de minimizar variações. A temperatura retal foi medida inserindo um termômetro clínico digital BD-Becton Dickison®, na cloaca da ave por dois minutos. Para frequência respiratória o examinador contou os movimentos respiratórios de cada ave durante 15 segundos e estimada a frequência por minuto.

O ensaio biológico para as avaliações da metabolizabilidade dos nutrientes e a determinação dos valores de energia metabolizável pelo método tradicional de coleta total de excretas foi feito na primeira e terceira semanas de vida, com sete dias de duração, sendo três dias de adaptação à nova temperatura, seguidos de quatro dias de coleta de excretas. As quantidades de ração oferecidas e suas sobras foram pesadas diariamente, e as excretas foram coletadas e pesadas duas vezes ao dia. Após pesadas, as amostras foram armazenadas, secas, moídas e realizadas as análises de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e determinada a energia bruta (EB) da ração e excretas, conforme técnicas descritas por Official (1995). Os teores de EB foram determinados em bomba calorimétrica adiabática.

Os valores de energia metabolizável aparente (EMA), aparente corrigida (EMAn), verdadeira (EMV) e verdadeira corrigida (EMVn) das rações foram calculados utilizando-se as equações propostas por Matterson *et al.* (1965). Com base nos dados de consumo de ração, de produção de excretas e nos resultados das análises laboratoriais, foram calculados os coeficientes de metabolizabilidade aparente de MS, PB e EE, de acordo com a fórmula:

$$\text{Metabolizabilidade (\%)} = \frac{\text{nutriente ingerido (g)} - \text{nutriente das excretas (g)}}{\text{Nutriente ingerido (g)}} \times 100$$

No 7º e 21º dia de idade foram realizadas coletas de sangue de duas aves por repetição, totalizando 48 aves, através de punção cardíaca para contagem diferencial leucocitária. Foram preparados esfregaços sanguíneos em lâminas de vidro, fixados com álcool metílico (metanol) durante cinco minutos e posteriormente corado com hematoxilina-eosina. As lâminas foram lavadas com água destilada, secadas ao ar livre e os esfregaços foram observados ao microscópio ótico com objetiva de imersão. Nas lâminas, foram feitas contagens leucocitárias granulares de heterófilos e não granular de linfócitos. A relação heterófilos/linfócitos (H/L) foi calculada de acordo com Gross & Siegel (1983).

Para as análises enzimáticas, amostras de sangue de duas aves por repetição, totalizando 48 aves, foram coletadas por punção cardíaca no 7° e 21° dia para dosagem de amilase, lipase e proteínas totais. As amostras foram centrifugadas a 7100G, durante 15 minutos, para obtenção do soro. As dosagens sorológicas foram efetuadas em equipamento Alizé (analisador automático de bioquímica), utilizando kit específico para cada enzima e os resultados foram expressos em g/dL.

### **3.4. Delineamento experimental**

Para as avaliações de desempenho produtivo e coeficientes de metabolizabilidade da proteína bruta, extrato etéreo e matéria seca da ração, o delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC) com quatro tratamentos (conforto I, conforto II, estresse por frio moderado e estresse por frio intenso) e seis repetições de 30 aves cada. Para as avaliações de peso relativo dos órgãos, atividade enzimática, frequência respiratória, temperatura retal e relação heterófilo/linfócito, o delineamento experimental foi o mesmo, porém cada repetição foi composta pela média de duas aves.

### **3.5. Análises de dados**

O processamento dos dados foi realizado por meio do Sistema de Análise Estatística e Genéticas - SAEG UFV (2007). Os resultados obtidos foram submetidos aos testes de Lilliefors e Bartlett para verificação de normalidade das respostas e homogeneidade de variâncias, respectivamente. Para as variáveis paramétricas ou que atingiram os pressupostos com uso de função de transformação foi realizada análise de variância (ANOVA), sendo os contrastes entre médias de tratamentos analisados pelo teste de Tukey e SNK a 5% de probabilidade. Para as variáveis que não alcançaram os pressupostos da ANOVA foi utilizado o teste de Kruskal-Wallis.

### 3.6. Comitê de ética

Projeto aprovado pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal (CETEA-UFMG) sob protocolo de número 276/2014.

## 4. RESULTADOS

### 4.1. Desempenho produtivo

Os dados de desempenho produtivo das aves em função dos protocolos de temperatura de um a sete dias de idade estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Peso inicial (PI), peso corporal (PC), consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA) e viabilidade (VIA) de pintos de corte de um a sete dias de idade criados sobre diferentes protocolos de temperatura.

TRATAMENTO	PI (g)	PC (g)	CR (g)	GP (g)	CA (g/kg)	VIA (%)*
Conforto I	42 a	212 ab	171 a	169 ab	1012 a	96,6 a
Conforto II	43 a	209 ab	173 a	166 b	1040 a	98,3 a
Frio moderado	43 a	214 a	173 a	172 a	1008 a	98,9 a
Frio intenso	43 a	208 b	172 a	165 b	1043 a	97,8 a
<b>Valor P</b>	0,9000	0,0143	0,9000	0,0125	0,4117	0,4208
<b>CV (%)</b>	0,47	1,50	4,43	1,84	4,25	-

Médias seguidas por letras distintas na coluna são diferentes pelo teste de Tukey e Kruskal-Wallis\*

As aves foram alojadas com peso inicial estatisticamente semelhante em todos os tratamentos ( $P > 0,05$ ). No entanto, aos sete dias de vida, as aves submetidas ao estresse por frio intenso apresentaram o menor peso corporal em relação ao frio moderado. Verificou-se que, aos sete dias de idade, não houve diferença significativa ( $P > 0,05$ ) para consumo de ração, conversão alimentar e viabilidade. Porém, as aves do tratamento conforto II e frio

intenso obtiveram menor ganho de peso quando comparadas as aves submetidas ao frio moderado.

Os dados de desempenho produtivo das aves em função dos protocolos de temperatura de um a 21 dias de idade estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Peso corporal (PC), consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA) e viabilidade (VIA) de pintos de corte de um aos 21 dias de idade criados sobre diferentes protocolos de temperatura.

<b>TRATAMENTO</b>	<b>PC (g)</b>	<b>CR (g)</b>	<b>GP (g)</b>	<b>CA (g/kg)</b>	<b>VIA (%)*</b>
Conforto I	895 b	882 b	857 ab	1497 a	95,0
Conforto II	930 a	945 a	891 a	1588 ab	97,8
Frio moderado	931 a	993 a	891 a	1674 b	97,2
Frio intenso	893 b	947 a	851 b	1678 b	97,2
<b>Valor P</b>	0,0059	0,0000	0,0054	0,0056	0,4254
<b>CV (%)</b>	2,36	3,13	2,48	5,34	-

Médias seguidas por letras distintas na coluna são diferentes pelo teste de Tukey e Kruskal-Wallis\*

Não foi observada diferença significativa ( $P > 0,05$ ) para viabilidade no período de um a 21 dias de idade das aves submetidas aos protocolos de temperatura.

Embora o ganho de peso das aves criadas sob as temperaturas de conforto I tenha sido intermediário aos demais tratamentos, o consumo de ração nessas temperaturas foi menor, o que resultou em melhor conversão alimentar ( $P \leq 0,05$ ). Por outro lado, as aves de um a 21 dias de idade criadas sob frio intenso e moderado apresentaram os piores valores para conversão alimentar quando comparadas as aves do tratamento conforto I ( $P \leq 0,05$ ). O ganho de peso de um a 21 dias foi menor para as aves submetidas ao estresse por frio intenso quando comparado ao nível moderado de estresse e ao conforto térmico II ( $P \leq 0,05$ ).

#### **4.2. Peso relativo dos órgãos**

Com referência ao peso relativo dos órgãos, na Tabela 4 é demonstrado que aos sete dias de idade das aves, não houve efeito das temperaturas sobre o peso relativo do pâncreas, fígado, moela, pulmão e intestino ( $P > 0,05$ ).

Tabela 4 - Peso relativo (%) do pâncreas (Pâncr), fígado (Fíg), moela (Moel), proventrículo (Provent), coração (Cor), pulmão (Pulm) e intestino delgado (Intest) de pintos de corte de um aos sete dias de idade criados sobre diferentes protocolos de temperatura.

<b>TRATAMENTO</b>	<b>Pâncr</b>	<b>Fíg</b>	<b>Moel</b>	<b>Provent</b>	<b>Cor</b>	<b>Pulm</b>	<b>Intest</b>
Conforto I	0,405 a	4,257 a	3,184 a	0,841 b	0,708 c	0,655 a	8,153 a
Conforto II	0,438 a	4,158 a	3,305 a	0,867 b	0,801 b	0,731 a	8,404 a
Frio moderado	0,465 a	4,335 a	3,372 a	1,004 a	0,955 a	0,717 a	8,471 a
Frio intenso	0,479 a	4,150 a	3,507 a	0,989 a	0,964 a	0,701 a	8,344 a
<b>Valor P</b>	0,1970	0,9000	0,0902	0,0005	0,0000	0,1054	0,9000
<b>CV (%)</b>	13,70	6,90	6,30	7,10	6,30	7,60	8,00

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem pelo teste de Tukey

Os únicos órgãos afetados pelos efeitos das temperaturas nessa idade foram proventrículo e coração ( $P \leq 0,05$ ), que apresentaram os maiores pesos quando as aves foram submetidas às temperaturas de estresse por frio intenso e moderado (22 e 24°C) em relação ao conforto I e II (33 e 30°C).

Na Tabela 5 estão apresentados os resultados de peso relativo dos órgãos dos pintos de corte aos 21 dias de idade, submetidos a diferentes protocolos de temperatura.

Tabela 5 - Peso relativo (%) do pâncreas (Pâncr), fígado (Fíg), Moela (Moel), proventrículo (Provent), coração (Cor), pulmão (Pulm) e intestino delgado (Intest) de pintos de corte aos 21 dias de idade criados sobre diferentes protocolos de temperatura.

<b>TRATAMENTO</b>	<b>Pânc</b>	<b>Fíg</b>	<b>Moel</b>	<b>Provent</b>	<b>Cor</b>	<b>Pulm</b>	<b>Intest</b>
Conforto I	0,273 b	2,783 a	2,106 a	0,453 a	0,680 ab	0,539 bc	5,109 a
Conforto II	0,265 b	2,616 a	2,053 a	0,487 a	0,615 b	0,518 c	4,841 a
Frio moderado	0,307 a	2,771 a	1,993 a	0,521 a	0,777 a	0,634 ab	4,638 a
Frio intenso	0,313 a	2,805 a	2,037 a	0,523 a	0,805 a	0,650 a	4,875 a
<b>Valor P</b>	0,00036	0,9	0,9	0,051	0,00951	0,00582	0,9
<b>CV (%)</b>	6,5	9,9	6,5	9,1	13,4	11,7	10,1

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem pelo teste de Tukey

O peso relativo do coração das aves criadas nos protocolos de temperaturas frio intenso e moderado (16 e 18°C) foi maior ( $P \leq 0,05$ ) aos 21 dias de idade. Nessa idade, os pesos relativos do pâncreas e pulmão também sofreram efeitos do estresse por frio ( $P \leq 0,05$ ), quando observou-se os maiores valores em aves submetidas as menores temperaturas. Os demais órgãos analisados não sofreram efeitos dos protocolos de temperaturas estudados ( $P > 0,05$ ).

### 4.3. Frequência respiratória e Temperatura retal

Na Tabela 6 estão apresentados os resultados referentes à frequência respiratória aos sete e 21 dias de idade das aves submetidas a diferentes protocolos de temperatura.

Tabela 6 - Frequência respiratória (movimentos de ofegação) com sete (FR7), e 21 (FR21) dias de idade de pintos de corte submetidos a diferentes protocolos de temperaturas

<b>TRATAMENTO</b>	<b>FR7</b>	<b>FR21</b>
Conforto I	91 a	65 a
Conforto II	70 c	60 ab
Frio moderado	80 b	54 bc
Frio intenso	76 bc	49 c
<b>Valor P</b>	0,0000	0,0001
<b>CV (%)</b>	7,80	8,50

Médias na coluna seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey

Houve diferença significativa ( $P \leq 0,05$ ) dos protocolos de temperatura estudados aos sete e 21 dias de idade das aves, sendo que as aves do protocolo conforto I apresentaram maior frequência respiratória em relação às demais temperaturas avaliadas aos sete dias de idade e resultados intermediários quando comparados ao conforto II.

Na Tabela 7 estão apresentados os resultados de temperatura retal das aves submetidas aos diferentes protocolos de temperatura aos sete e 21 dias de idade.

Tabela 7 - Temperatura retal com sete (TR7) e 21 (TR21) dias de idade de pintos de corte submetidos a diferentes protocolos de temperaturas

<b>TRATAMENTO</b>	<b>TR7 (°C)</b>	<b>TR21 (°C)</b>
Conforto I	40,96 a	40,38 a
Conforto II	40,68 a	40,06 ab
Frio moderado	40,77 a	39,52 b
Frio intenso	40,59 a	39,47 b
<b>Valor P</b>	0,2049	0,0079
<b>CV (%)</b>	0,70	1,20

Médias na coluna seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey

Foi observado efeito significativo da temperatura ambiente sobre a temperatura retal dos pintos somente aos 21 dias de idade ( $P \leq 0,05$ ). As aves criadas sobre estresse nos

protocolos frio moderado e frio intenso apresentaram menor temperatura retal quando comparadas às aves dos demais protocolos.

#### 4.4. Coeficientes de metabolizabilidade da matéria seca, extrato etéreo e proteína bruta

Na Tabela 8 e 9 estão apresentados os resultados de metabolizabilidade da matéria seca (MS), extrato etéreo (EE) e proteína bruta (PB) da ração fornecida a pintos de corte aos sete e 21 dias de idade, respectivamente.

Tabela 8 - Coeficientes de metabolizabilidade da matéria seca (CMMS), do extrato etéreo (CMEE) e da proteína bruta (CMPB) da ração (%) fornecida a pintos de corte submetidos a diferentes protocolos de temperaturas com sete dias de idade

TRATAMENTO	CMMS	CMEE	CMPB
Conforto I	73,53 a	62,30 a	54,64 a
Conforto II	72,36 a	63,58 a	50,74 a
Frio moderado	74,00 a	60,33 a	54,95 a
Frio intenso	74,54 a	67,75 a	55,65 a
<b>Valor P</b>	0,1089	0,2997	0,3346
<b>CV (%)</b>	1,90	5,40	2,90

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem estatisticamente pelo teste de Tukey

Tabela 9 - Coeficientes de metabolizabilidade da matéria seca (CMMS), do extrato etéreo (CMEE) e da proteína bruta (CMPB) da ração (%) fornecida a pintos de corte submetidos a diferentes protocolos de temperaturas com 21 dias de idade

TRATAMENTO	CMMS	CMEE	CMPB
Conforto I	72,15 a	57,39 a	55,77 a
Conforto II	72,49 a	60,90 a	55,62 a
Frio moderado	72,70 a	59,33 a	49,80 b
Frio intenso	71,10 a	51,27 a	46,99 b
<b>Valor P</b>	0,9000	0,4442	0,0113
<b>CV (%)</b>	2,80	8,60	4,20

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem estatisticamente pelo teste de Tukey

Não houve efeito ( $P > 0,05$ ) dos protocolos de temperaturas sobre os coeficientes de metabolizabilidade da MS, EE e PB da ração fornecida as aves aos sete dias de idade.

Entretanto aos 21 dias de idade das aves, os protocolos influenciaram o coeficiente de

metabolizabilidade da PB ( $P \leq 0,05$ ), onde foram observados os maiores coeficientes para as temperaturas de conforto I e II. Para os coeficientes de metabolizabilidade da MS e EE, não foram observados efeitos dos protocolos estudados nessa idade ( $P > 0,05$ ).

#### 4.5. Relação heterófilo/linfócito

Na Tabela 10 estão apresentados os resultados da relação heterófilo/linfócito de pintos de corte submetidos a diferentes protocolos de temperatura ao sete e 21 dias de idade.

Tabela 10 - Relação heterófilo/linfócito (H/L) de pintos de corte submetidos a diferentes protocolos de temperatura aos sete e 21 dias de idade

<b>TRATAMENTO</b>	<b>H/L 7 dias</b>	<b>H/L 21 dias</b>
Conforto I	0,538 b	0,602 a
Conforto II	0,374 c	0,598 a
Frio moderado	0,784 a	0,620 a
Frio intenso	0,821 a	0,638 a
<b>Valor P</b>	0,0000	0,9000
<b>CV (%)</b>	15,80	18,40

Médias seguidas por letras distintas na coluna são diferentes pelo teste de SNK

Aos sete dias de idade, a relação heterófilo/linfócito (H/L) foi maior ( $P \leq 0,05$ ) para as aves expostas aos protocolos de estresse por frio moderado e intenso (24 e 22°C), comparadas aos protocolos conforto I e II (33 e 30°C). Na temperatura de 30°C (conforto II), as aves apresentaram a menor relação, isto é, manifestaram menor estresse. Aos 21 dias de idade os efeitos da temperatura não se manifestaram ( $P > 0,05$ ), não sendo observadas diferenças entre as temperaturas.

#### 4.6. Atividade enzimática

Os resultados da atividade enzimática da lipase, amilase e proteínas totais em pintos de corte aos sete e 21 dias de idade, submetidos a diferentes protocolos de temperaturas estão apresentados na Tabela 11.

Tabela 11 - Atividade enzimática da lipase (LIP), amilase (AMIL) e proteínas totais (PT) em pintos de corte aos sete e 21 dias de idade, submetidos a diferentes protocolos de temperaturas

<b>TRATAMENTO</b>	<b>LIP7D</b>	<b>AMIL7D</b>	<b>PT7D</b>	<b>LIP21D</b>	<b>AMIL21D</b>	<b>PT21D</b>
Conforto I	14,54	501,56	2,88	26,99	703,92	3,32
Conforto II	12,30	548,83	2,94	22,58	729,83	3,37
Estresse moderado	14,05	530,92	3,00	21,57	617,92	3,31
Estresse intenso	16,18	690,83	3,26	27,02	765,67	3,29
<b>Valor P</b>	0,2351	0,9000	0,0534	0,9000	0,9000	0,9000
<b>CV (%)</b>	22,10	36,40	7,80	33,00	26,40	8,90

Médias não seguidas por letras na coluna são semelhantes pelo teste Tukey

Não foram observados efeitos dos protocolos de temperaturas sobre a atividade das enzimas amilase, lipase e proteínas totais ( $P > 0,05$ ) em nenhuma das idades estudadas.

## 5. DISCUSSÕES

### 5.1. Desempenho produtivo

Analisando o desempenho das aves (Tabelas 2 e 3), foi observado aos sete dias de idade, maior ganho de peso para as aves submetidas ao frio moderado em relação ao conforto II e frio intenso, e ao conforto I, respectivamente. Aliado ao ganho de peso aos sete dias, o maior peso relativo de proventrículo foi encontrado para as temperaturas de estresse por frio, podendo relacionar tais resultados com maior estímulo da digestão química e secreção de sucos digestivos.

Pintos de corte expostos à temperatura fora da zona de conforto apresentam desempenho inferior quando comparado a animais criados sob conforto (Ribeiro *et al.*, 2008).

Esse fato foi comprovado nessa pesquisa, onde os pintos expostos às temperaturas de estresse por frio intenso apresentaram ao final dos 21 dias de idade o menor ganho de peso e pior conversão alimentar em relação aos protocolos conforto II e frio moderado, eliminando os efeitos da temperatura sobre o desempenho nas duas primeiras semanas. Nas condições de criação sob frio intenso e moderado aos 21 dias, foi observado menor coeficiente de metabolizabilidade, demonstrando menor aproveitamento e deposição de proteína que aves submetidas às temperaturas de conforto, justificando a melhor eficiência de conversão alimentar para as aves do protocolo conforto I. Esses resultados também podem ser explicados pelo gasto de energia desviado para produção de calor, uma vez que nas primeiras semanas essas aves não possuem o sistema termorregulador totalmente desenvolvido. Assim, a energia dos alimentos que deveria ser depositada, segue outra rota do metabolismo, aumentando o custo fisiológico para alcançar a homeostase (Randall *et al.*, 2000). Resultados semelhantes foram encontrados por Moraes *et al.* (2002) que observaram o menor ganho de peso para as aves submetidas as temperaturas extremas, de 20 e 35°C, comparadas a temperatura de 25°C, justificando o comportamento das aves para manter a homeostase, com maior gasto de energia para produção de calor e, conseqüentemente, menor aproveitamento dos nutrientes da ração.

Comparando temperaturas de conforto com temperaturas abaixo da zona de conforto de frangos de corte, Akisit *et al.* (2008) encontraram ganho de peso semelhante até as três primeiras semanas para todos os tratamentos, porém observaram maior consumo de ração e pior conversão alimentar para as aves criadas em baixas temperaturas. Resultados semelhantes foram encontrados também por Ipek & Sahan (2006) e Fathi *et al.* (2015), que observaram resultados de desempenho inferiores para aves submetidas a temperaturas de estresse por frio nas primeiras semanas vida.

Em relação às temperaturas do tratamento conforto I, as aves apresentaram menor consumo e melhor conversão alimentar quando comparadas aos demais tratamentos. Esses resultados demonstram a importância das temperaturas dentro dos limiares de conforto térmico para eficiência produtiva nesta fase. Observou-se, também, a forte relação do peso aos sete dias com o peso ao final do ciclo de 21 dias, onde as aves criadas sob frio intenso não conseguiram recuperar o desempenho inferior alcançado na primeira semana.

## 5.2. Peso relativo dos órgãos

Em situações de estresse por frio nas primeiras semanas, os principais órgãos prejudicados pelos efeitos das baixas temperaturas foram aqueles ligados aos mecanismos de homeostase, coração e pulmão, já que aumentam sua atividade (De Brito *et al.*, 2010). Os resultados dessa pesquisa reforçam essas informações em todo o período experimental (Tabelas 4 e 5).

O peso do coração apresentou os maiores valores de peso relativo nas três primeiras semanas para os dois tratamentos de estresse por frio (moderado e intenso). O pulmão também apresentou o maior peso relativo nos dois tratamentos de estresse aos 21 dias de idade. Esses resultados podem ser explicados pelo aumento da atividade desses órgãos na tentativa de suprir a demanda de oxigênio requerida pelo aumento do metabolismo para produção de calor (De Brito *et al.*, 2010). Resultados semelhantes foram encontrados por Moraes *et al.* (2002) que observaram maior valor para peso relativo do coração de pintos de corte criados em temperatura de 20°C na primeira semana, quando comparados aos pintos criados em temperaturas de 25°C e 30 °C.

Comparando os efeitos do estresse por frio com temperaturas de conforto, Ipek & Sahan (2006) e Fathi *et al.* (2015) encontraram maior peso do coração para aves expostas ao estresse por frio nas primeiras semanas de vida. De forma semelhante o proventrículo também apresentou maior peso relativo aos sete dias e o pâncreas aos 21 dias de idade, nas duas temperaturas de estresse.

## 5.3. Frequência respiratória e temperatura retal

Aos sete e 21 dias de idade as aves submetidas ao protocolo de temperatura conforto I apresentaram maior frequência respiratória, sendo que, aquelas criadas sobconforto II, apresentaram a menor (Tabela 6). A baixa frequência respiratória, juntamente com uma maior demanda de O<sub>2</sub> para produção de calor, levou a um maior peso relativo dos pulmões e coração

dos frangos como forma de suprir essa demanda. Esses resultados sugerem que com o avançar da idade os animais ficam menos sensíveis ao frio e diminuem suas atividades para produção de calor.

Nascimento *et al.* (2012) não observaram diferenças na frequência respiratória de pintos de corte nas duas primeiras semanas de vida, porém a exposição à temperaturas de estresse por frio não foi contínua, e sim por curtos períodos ao longo do dia.

Aos 21 dias de idade os pintos criados em baixas temperaturas nos tratamentos de estresse por frio apresentaram menor temperatura retal (Tabela 7). Estes resultados eram esperados, já que nesta fase possuem o sistema termorregulador desenvolvido, sendo capazes de controlar sua temperatura corporal de acordo com a ambiente (Lin *et al.*, 2005), o que também resulta em aumento da tolerância ao frio, e maior sensibilidade ao calor. O fato de não ter havido diferenças na temperatura retal dos pintos em conforto aos sete dias de idade comparados com os submetidos ao estresse por frio, pode ser explicado pela ação da umidade com a temperatura ambiente. Assim, o calor é redistribuído pelo corpo do animal, diminuindo a temperatura retal e aumentando a periférica, sendo neste caso, benéfica em baixas temperaturas. Lin *et al.* (2005) encontraram resultados semelhantes quando submeteram pintos de corte na primeira semana de idade à temperatura de 25°C.

#### **5.4. Coeficientes de metabolizabilidade da matéria seca, extrato etéreo e proteína bruta**

O efeito das temperaturas de estresse por frio sobre a metabolizabilidade da ração só foram sentidos pelas aves na terceira semana de idade, e apenas no que diz respeito à metabolizabilidade da PB (Tabelas 8 e 9). Para essa variável, aos 21 dias de idade, os dois tratamentos de estresse (moderado e intenso) resultaram em menor metabolizabilidade. Tais resultados, semelhantes até a segunda semana, podem ser explicados pelo desempenho e desenvolvimento dos órgãos digestivos. Aos 21 dias, o peso do pâncreas foi menor para os tratamentos de frio moderado e intenso, assim como o ganho de peso das aves foi inferior para o frio intenso, com menor ganho de peso e pior conversão alimentar quando comparadas as aves do conforto I. Esses resultados sugerem a influência do desenvolvimento dos órgão digestivos no aproveitamento dos nutrientes da ração.

Como não houve interferência dos protocolos de temperatura sobre a atividade enzimática, acredita-se que foram atendidas as condições para utilização de proteínas e carboidratos, com atividade enzimática normal (Noy & Sklan 1999).

Carvalho *et al.* (2011) encontraram resultados semelhantes para o coeficiente de metabolizabilidade dos nutrientes da ração de frangos criados em três diferentes fases (inicial, crescimento e final) e temperaturas (frio, termoneutro e calor), demonstrando que a temperatura não influenciou essa variável nessas condições.

### **5.5. Relação heterófilo/linfócito**

Animais em condições de estresse proporcionam modificações metabólicas expressas por alterações bioquímicas e hematológicas (Lagana *et al.*, 2007). Para frangos, um bom indicativo de estresse crônico tem sido o aumento da relação heterófilo/linfócito circulantes. Isso porque a principal função dos heterófilos é a de fagocitose, que se realiza como resposta a um estímulo químico e a dos linfócitos de iniciarem as reações de adaptação do organismo, sendo, portanto, responsáveis pela imunidade específica (Morgulis, 2002).

Os resultados dessa pesquisa confirmam tais informações, demonstrando que aos sete dias a maior relação H/L foi observada nos animais criados sob os dois tratamentos de estresse por frio (Tabela 10). Já aos 21 dias de idade, os protocolos de temperaturas não afetaram a relação H/L, que pode ser explicada pelo desenvolvimento do sistema termorregulador, tornando as aves eficientes no controle da homeostasia, reduzindo o estresse quando submetidas a temperaturas fora da zona de conforto. Esses resultados confirmam os dados de pesquisas avaliando a relação H/L como indicativo de estresse para aves (Campo *et al.*, 2008; Ribeiro *et al.*, 2008; Jakubas *et al.*, 2014) e sugerem que as duas primeiras semanas são mais críticas para esses animais.

## 5.6. Atividade enzimática

As temperaturas de estresse por frio moderado e intenso não influenciaram a atividade de lipase, amilase e proteínas totais (Tabela 11). Hai *et al.* (1999) também não encontraram diferenças na atividade enzimática quando submeteram pintos de corte nas primeiras semanas de idade às temperaturas abaixo da zona de conforto.

Daneshyar *et al.* (2009) analisando a atividade enzimática de pintos de corte na terceira semana de vida criados em temperatura de estresse por frio (15°C), também não encontraram diferenças quando compararam às temperaturas de conforto. Esses resultados sugerem que as baixas temperaturas testadas não foram capazes de alterar a atividade enzimática de pintos de corte nas primeiras semanas de idade. Porém, por se tratar de uma variável com coeficiente de variação bastante elevado, é importante uma análise criteriosa desses resultados.

## 6. CONCLUSÕES

O estresse por frio intenso reduz o ganho de peso e piora a conversão alimentar de pintos de corte de um a 21 dias de idade.

O frio moderado e intenso provoca maior peso relativo do coração, do pulmão e do pâncreas.

O estresse por frio moderado e intenso também aumenta a relação heterófilo/linfócito na primeira semana de vida dos frangos, sendo, portanto, um eficiente parâmetro para mensuração de estresse.

Os estresses moderados e intensos resultam em menor coeficiente de metabolizabilidade da PB aos 21 dias de idade.

As diferentes temperaturas não afetam a atividade enzimática em nenhuma das idades avaliadas.

Esses resultados reforçam a argumentação de que temperaturas abaixo da zona de conforto de pintos de corte nas primeiras semanas causam estresse, influenciando o desenvolvimento dos órgãos, os parâmetros fisiológicos e hematológicos e o desempenho produtivo das aves. São, portanto, parâmetros fundamentais a serem analisados pelos produtores de frangos de corte, mostrando a importância de um ambiente controlado, com temperaturas dentro da zona de conforto dessas aves.

## **7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ABREU, P. G.; ABREU, V. M. N.; PERDOMO, C. C.; BAETA, F. C. **Sistemas de aquecimento para criação de aves**. Concórdia: Embrapa-CNPSA, 1998. 35p. Circular Técnica 20.

ABREU, P.G.; ABREU, V.M.N. **Ventilação na avicultura de corte**. Concórdia: Embrapa-CNPSA, 2000. 50p. Artigo Técnico 63.

ABREU, P. G.; ABREU, V. M. N. **Caracterização dos sistemas de aquecimento para aves**. Concórdia: Embrapa-CNPSA, 2002. 10p. Artigo Técnico 21.

ABREU, P. G. Modelos de Aquecimento. **In: SIMPÓSIO BRASIL SUL DE AVICULTURA**, 4p., 08 A 10 de Abril de 2003. Chapecó, SC, Brasil, 2003.

AKŞIT1, M., ALTAN, O., KARUL, A. B., BALKAYA, M. & ÖZDEMİR, D. Effects of cold temperature and vitamin E supplementation on oxidative stress, Troponin-T level, and other ascites-related traits in broilers. **Arch.Geflügelk**,72-5: 221–230,2008.

ALENCAR, M. C. B.; GONTIJO, L. A.; NÄÄS, I. DE A.; BARRACHO, M. S.; MIRAGLIOTA, M. Y.A saúde ocupacional na produção de frangos de corteno Brasil: Será que sabemos o bastante? In: Seminários poluentes aéreos e ruídos em instalações para produção de animais, 2002, Campinas. **Anais...** Campinas, SP, 57-62p, 2002.

AVILA, V. S. **Produção de frangos de corte**. EMBRAPA, ISSN 1678-8850 Versão Eletrônica, 2003.

BAÊTA, F.C.; SOUZA, C. F. **Ambiência em edificações rurais – conforto animal**. Viçosa, MG: Editora UFV, 1997. 246p.

BAR-SHIRA, E.B.; SKLAN D.; FRIEDMAN, A. Impaired immune responses in broiler hatchling hindgut following delayed access to feed. **Veterinary Immunology and Immunopathology**, 105: 33-45, 2005.

BIANCONI, M., L. Efeito da temperatura na atividade enzimática. 2006. Disponível em: <<http://www2.bioqmed.ufrj.br/enzimas/temperat.htm>> Acesso em: 10 de Janeiro de 2016.

BOARO, M. Morfologia do trato intestinal. In: 21º Congresso Brasileiro de Avicultura 27ª Conferência FACTA, 2009. Porto Alegre, **Anais...** p.261-272.

BOIAGO, M.M.; BORBA, H.; SOUZA, P.A.; SCATOLINI, A.M.; FERRARI, F.B.; GIAMPIETRO-GANECO, A. Desempenho de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes fontes de selênio, zinco e manganês, criados sob condições de estresse térmico. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, 65: 241- 247, 2013.

BUDDINGTON, R. Intestinal nutrient transport during ontogeny of vertebrates. **American Journal of Physiology**,32:503– 509, 1992.

CAFÉ, M. B.; ANDRADE, M. A. Intoxicações – Parte 2. In: **Avicultura Industrial**. Ed. 1091, jul. 2001.

CAMPO, J. L., PRIETO, M. T. & DÁVILA, S. G. Effects of housing system and cold stress on heterophil-to-lymphocyte ratio, fluctuating asymmetry, and tonic immobility duration of chickens. **Poultry Science**,87: 621–626,2008.

CARVALHO, F. B., SARTORI, J. R., STRINGHINI, J. H., FASCINA, V. B., PEREIRA, L. A. & PELÍCIA, V. C. Efeito da temperatura ambiente e da idade do frango sobre o valor energético do farelo de soja. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**,63-6:1437-1445, 2011.

CASSUCE, D.C. et al. Thermal comfort temperature update for broiler chickens up to 21 days of age. **Revista Engenharia Agrícola**, 33-1:28-36, 2013.

CASTELLÓ, J. A. **Construcciones y equipos avícolas**. Real Escuela de Avicultura. Arenys de Mar, Spain. pp. 47, 1993.

CONTO, L. A. Novos sistemas de aquecimento inicial de pintos de corte. In: Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas. Campinas. **Anais...**Campinas: *FACTA*, pp.132-136, 2003.

CORDEIRO, M. B.; TINÔCO, I. de F. F.; MESQUITA FILHO, R. M. de; SOUSA, F. C. de. Análise de imagens digitais para a avaliação do comportamento de pintainhos de corte. **Engenharia Agrícola**,31:.418-426, 2011.

CURI, T. M. R. C., MOURA, D. J., VERCELLINO, R. A. Ventilação de precisão. **Revista Produção Animal – Avicultura**. Ed.: 81. São Paulo-SP, 2014.

CURTIS, S. E. **Environmental management in animal agriculture**. Ames: The Iowa State University Press, 1983. 409 p.

DANESHYAR, M., KERMANSHAHI,H. & GOLIAN, A. Changes of biochemical parameters and enzyme activities in broiler chickens with cold-induced ascites. **Poultry Science**,88:106–110, 2009.

DEATON, J. W., F. N. REECE, E. H. MCNALLY. & W. J. TARVER, Liver, heart, and adrenal weights of broilers reared under constant temperatures. **Poultry Science**,48: 283-288, 1969.

DE BRITO, A. B., CARRER, S. C. & VIANA, A. (2010) Distúrbios metabólicos em frangos de corte: Ênfase em ascite e morte súbita. **IV Congresso Latino Americano de Nutrição Animal - IV CLANA**, São Paulo, pp. 1-12.

DIBNER, J.J., KNIGHT, C.D., KITCHELL, M.L., ATWELL, C.A., DOWNS, A.C, & F.J. IVEY. Early feeding and the development of the immune system. **Journal Applied Poultry Research**, 7: 425-436, 1998.

DONALD, J. O. **Gerenciamento ambiental em uma granja de frangos**, AVIAGEN. Campinas – SP, 2010.

EMERY, J. **Heat stress in poultry-Solving the problem**. Londres: Defra publications (ADAS), 2005. 28 p.

FATHI, M., HEIDARI, M., AHMADISEFAT, A. A., HABIBIAN, M., & MOEINI, M. M. Influence of dietary glutamine supplementation on performance, biochemical indices and enzyme activities in broilers with cold-induced ascites. **Animal Production Science**, 2015.

FERNANDES, F C e FURLANETO, A. RISCOS BIOLÓGICOS EM AVIÁRIOS. **Revista Brasileira de Medicina do Trabalho**, 2:140-152, 2004.

FERREIRA, W. P. M. Avaliação de uma fornalha a carvão vegetal para aquecimento de aviário. Viçosa, MG: UFV, 2004. 137 f. Tese. (Doutorado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

FUNCK, S. R.; FONSECA, R. A. Avaliação energética e de desempenho de frangos com aquecimento automático a gás e a lenha. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 12: 91-97, 2008.

FURLAN, R. L. Influência da temperatura na produção de frangos de corte. In: SIMPÓSIO BRASIL SUL DE AVICULTURA, 7. 2006, Chapecó. **Anais...** Chapecó: SBA, 2006. p. 104-135.

GROSS, W.B. and SIEGEL, H.S. Evaluation of the heterophil/ lymphocyte ratio as a measure of stress in chickens. **Avian Diseases**,27: 972-979, 1983.

HAI, L., RONG, D. & ZHANG, Z. Y. The effect of thermal environment on the digestion of broilers. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, 83: 57–64, 1999.

HELLICKSON, M. A.; WALKER, J. N. **Ventilation of agricultural structures**. St. Joseph: American Society of Agricultural Engineers, 1983. 213 p.

HOMIDAN, A. A.; ROBERTSON AND PETCHEY, A. M. 1998. Effect of environmental factors on ammonia and dust production performance. **Poultry Science**,39: 9-10, 1998.

IPEK, A. & SAHAN, U. Effects of Cold Stress on Broiler Performance and Ascites Susceptibility. **Journal Animal Science**,19 5: 734-738,2006.

JAKUBAS, D., JAKUBAS, K. W. & KÓSMICKA, A. Factors affecting leucocyte profiles in the little auk, a small Arctic seabird. **Journal of Ornithology**, 156: 101-111, 2014.

KORNASIO, R., HALEVY, O., KEDAR, O. & UNI, Z. Effect of in ovo feeding and its interaction with timing of first feed on glycogen reserves, muscle growth, and body weight. **Poultry Science**,90 :1467–1477, 2011.

LAGANA, C., RIBEIRO, A.M.L. & GONZALEZ, F.H.D. Níveis dietéticos de proteína e gordura e parâmetros bioquímicos, hematológicos e empenamento em frangos de corte estressados pelo calor. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 36: 1783-1790, 2007.

LANDERS, K. L., R. W. MOORE, C. S. DUNKLEY, P. HERRERA, W. K. KIM, D. A. LANDERS, Z. R. HOWARD, J. L. MCREYNOLDS, J. A. BYRD, L. F. KUBENA, D. J. NISBET, AND S. C. RICKE. Immunological cell and serum metabolite response of 60-week-old commercial laying hens to an alfalfa meal molt diet. **Bioresource Technology** (2007). In press.

LIMA, A. M. C.; NÃÃS, I. A.; BARACHO, M. S.; MIRAGLIOTTA, M. Y. Ambiência e bem estar. In: MENDES, A. A.; NÃÃS, I. A. MACARI, M. (Eds) **Produção de Frangos de Corte**. Campinas, SP: FACTA, 37-54 p, 2004.

LIN, H., ZHANG, H.F., JIAO, H. C., ZHAO, T., SUI, S. J., GU, X. H., ZHANG, Z. Y., BUYSE, J. & DECUYPERE, E. Thermoregulation responses of broiler chickens to humidity at different ambient temperatures. I. One week of age. **Poultry Science**,84-8:1166-72,2005.

MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal, SP. FUNEP/UNESP, 1994. 296 p.

MACARI, M.; FURLAN, R. L. **Ambiência na produção de aves em clima tropical**. Piracicaba, SP: Iran José Oliveira da Silva, 2001. 31-87 p.

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

MACARI, M.; LUQUETTI, B.C. Fisiologia cardiovascular. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. (Eds.) **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. 2.ed. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 2002. p.17-36.

MALHEIROS, R. D., MORAES, V. M. B., BRUNO, L. D. G., MALHEIROS, E. B., FURLAN, R. L., MACARI, M. Environmental temperature and cloacal and surface temperatures of broiler chicks in first week post-hatch. **Journal of Applied Poultry Research**,9:111-117, 2000.

MATTERSON, L.D.; POTTER, L.M.; STUTZ, N.W & SINGSEN, E. P. (1965) *The metabolizable energy of feed ingredients for chickens* (Research Report, 7) The University of Connecticut, Agricultural Experiment Station. Storrs, CT, USA, pp. 11–14.

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

MIRAGLIOTTA, M.Y. Avaliação das condições do ambiente interno em dois galpões de produção comercial de frangos de corte, com ventilação e densidade populacional diferenciados. 2005. 244f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

MORAES, V. M. B., MALHEIROS, R. D., FURLAN, R. L., BRUNO L. D. G., MALHEIROS, E. B. & MACARI, M. Effect of Environmental Temperature During the First Week of Brooding Period on Broiler Chick Body Weight, Viscera and Bone Development. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**,4:1-8, 2002.

MORGULIS, M.S. (2002) Imunologia aplicada. In: MACARI, M., FURLAN, R.L., GONZALES, E. (Eds.). *Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte*. pp. 231:243. (FUNEP/ UNESP. Jaboticabal.).

MUJAHID, A. & FURUSE, M. Behavioral responses of neonatal chicks exposed to low environmental temperature. **Poultry Science**,5: 917-922, 2009.

NÄÄS, I, A. Categorias de poluentes do ar. In: Workshop qualidade do arem instalações zootécnicas, 1., 2004. Viçosa. **Anais...** Viçosa, MG, 2004. CD-ROM.

NÄÄS, I. DE A.; MIRAGLIOTTA, M.Y.; BARACHO, M. DOS S.; MOURA, D. J. DE. Ambiência aérea em alojamento de frangos de corte: poeira e gases. **Engenharia Agrícola**, 27 2:326-335, 2007.

NASCIMENTO, S. T., DA SILVA, I. J. O., MOURÃO, G. B. & Ariane Cristina De CASTRO, A. C. Bands of respiratory rate and cloacal temperature for different broiler chicken strains. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 41-5: 1318-1324, 2012.

NIR, I., LEVANON, M. Effect of posthatch holding time on performance and on residual yolk and liver composition. **Poultry Science**,72: 1994-1997, 1993.

NOY, Y. & SKLAN, D. Energy utilization in newly hatched chicks. **Poultry Science**,78: 1750-1756, 1999.

OFFICIAL methods of analysis of AOAC International. (1995) 16. ed. Arlington: AOAC International.

RANDALL, D., BURGGREN, W. & FRENCH, K. **Fisiologia Animal. Mecanismos e Adaptações**. 4ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan. 729 p., 2000.

REECE, F.N.; LOTT, B.D.; DEATON, J.W. Ammonia in the atmosphere during brooding affects performance of broiler chickens. **Poultry Science**,59-1:486-8, 1980.

RIBEIRO, A. M. L., VOGT, L. K., CANAL, C. W., LAGANÁ, C. & STRECK, A. F. Suplementação de vitaminas e minerais orgânicos e sua ação sobre a imunocompetência de frangos de corte submetidos a estresse por calor. **Revista Brasileira de Zootecnia**,37-4: 636-644, 2008.

ROCHA, J.S.R.; LARA, L.J.C.; BAIÃO, N.C.; CANÇADO, S.V.; BAIÃO, L.E.C; SILVA, T.R. Efeito da classificação dos ovos sobre o rendimento de incubação e os pesos do pinto e do saco vitelino. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia**, 60: 979-986, 2008.

RONCHI, C. Principais práticas de manejo para aves recém nascidas. **Revista Aveworld**, 1-6:26-30, 2004.

SAEG. (2007) **SAEG**: sistema para análises estatísticas, versão 9.1. Viçosa: UFV.

SARTORI, J. R., GONZALES, E., DAL PAI, V., OLIVEIRA, H. N. & MACARI, M. Efeito da Temperatura Ambiente e da Restrição Alimentar sobre o Desempenho e a Composição de Fibras Musculares Esqueléticas de Frangos de Corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 30: 1779-1790, 2001.

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. **Engenharia Agrícola**, 35-3:390-396, 2015.

SILVA, A.; NÄÄS, I. DE A. Equipamentos para aquecimento e refrigeração. **Produção de frangos de corte**. Campinas: FACTA, 2004. 356p.

SOUZA, M. G.; OLIVEIRA, R. F. M.; DONZELE, J. L.; MAIA, A. P. A.; BALBINO, E. M.; OLIVEIRA, W. P. Utilização das vitaminas C e E em rações para frangos de corte mantidos em ambiente de alta temperatura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 40: 2192-2198, 2011.

TARACHAI, P.; YAMAUCHI, K. Effects of luminal nutrient absorption, intraluminal physical stimulation and intravenous parenteral alimentation on the recovery responses of duodenal villus morphology following feed withdrawal in chickens. **Poultry Science**, 79: 1578- 1585, 2000.

TEIXEIRA, E.N.M.; SILVA, J.H.V.; COSTA, F.G.P.; MARTINS, T.D.D.; GIVISIEZ, P.E.N.; FURTADO, D.A. Efeito do tempo de jejum pós-eclosão, valores energéticos e inclusão do ovo desidratado em dietas pré-iniciais e iniciais de pintos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.38, n.2, p.314-22, 2009.

TERZICH, M. A amônia dos galpões avícolas e o pH da cama. **In: CONFERÊNCIA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS**, 1997, Campinas. Palestras. Campinas: 1997. p.141-146.

TINÔCO, I. DE F. F.; GATES, R. S. **Manejo de matrizes de corte**. Editado por Marcos Macari e Ariel Antônio Mendes - Campinas: FACTA, 421p. p.18-19, 2005.

TSIOURIS, V., GEORGOPOULOUA, I., BATZIOSB, C., PAPPAIOANNOUC, N., DUCATELLED, R. & FORTOMARISE, P. The effect of cold stress on the pathogenesis of necrotic enteritis in broiler chicks. **Avian Pathology**,44: 430:435, 2015.

UNI, Z., NOY,Y., SKLAN, D. Post hatch changes in morphology and function of the small intestines in heavy and light strain chicks. **Poultry Science**,74: 1622-1629, 1995.

VESTE, L. R. **Environmental factors to consider when brooding chicks**. Athens Cooperative Extension Service, College of Agricultural and Environmental Science, University of Georgia, 1997. Bulletin, 855.

XAVIER, M. E. R.; KERR, A. S. A análise do efeito estufa em textos paradidáticos e periódicos jornalísticos. **Caderno Brasileiro de ensino de Física**, 21-3:325-349, 2004.

WATHES, C. M. Strive for clean air in your poultry house. **World Poultry**,15-3:17-19, 1999.

WEEKS, C. A. DANBURY, T. D. DAVIES, H. C. HUNT, P. KESTIN, S. C. The behavior of chickens and it modification by lamenesses. **Animal Behavior Science**, 67:111-125, 2000.

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

WEYTJENS, S.; MEIJERHOF, R.; BUYSE, J. et al. Thermoregulation in chicks originating from breeder flocks of two different ages. **Journal Applied Poultry Reseach**, 8: 139–145, 1999.