

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE VETERINÁRIA

Manipulação térmica embrionária em frangos de corte

WINNIE LUIZA DOS SANTOS CLÍMACO

BELO HORIZONTE

2013

WINNIE LUIZA DOS SANTOS CLÍMACO

Manipulação térmica embrionária em frangos de corte

Dissertação 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 Mestre em Zootecnia.

Área de concentração: Produção Animal

Prof. Orientador: Leonardo José Camargos Lara

Profa. Co-orientadora: Vanessa Michalsky Barbosa

BELO HORIZONTE

2013

C639m Clímaco, Winnie Luiza dos Santos, 1986-
Manipulação térmica embrionária em frangos de corte / Winnie Luiza dos Santos. –
2013.

60p. : il.

Orientador: Leonardo José Camargos Lara

Co-orientadora: Vanessa Michalsky Barbosa

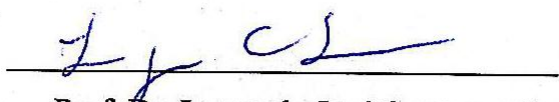
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária.

Inclui bibliografia

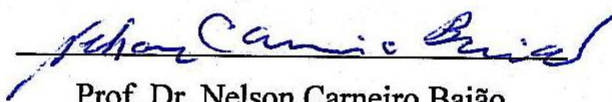
1. Frango de corte – Efeito do stress – Teses.
2. Ovos – Incubação – Teses.
3. Calor – Efeito fisiológico – Teses. I. Lara, Leonardo José Camargos. II. Barbosa, Vanessa Michalsky. III. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Veterinária.
- IV. Título.

CDD – 636. 508 24

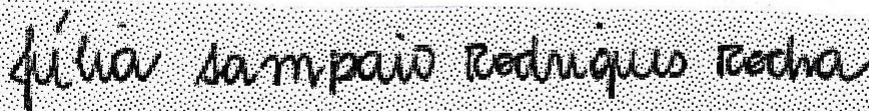
Dissertação defendida e aprovada em 06/02/2013, pela Comissão Examinadora composta pelos seguintes membros:



Prof. Dr. Leonardo José Camargos Lara
(orientador)



Prof. Dr. Nelson Carneiro Baião



Dra. Júlia Sampaio Rodrigues Rocha

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha mãe Geralda Margarida, fonte de inspiração e determinação para qualquer hora!

AGRADECIMENTOS

A minha mãe e meu pai, pelo apoio incondicional e inspiração!

Aos meus irmãos, Jonas, Maianí, Lorena e Sarah, pelo companherismo e pela paciência me dada nos momentos mais difíceis...vocês me ensinaram mais uma vez “sem querer querendo” o que a palavra superação significa.

Ao meu querido sobrinho Pedro, que chegou trazendo muito amor a nossa família.

Aos meus primuscos lindos, Belle, Anne, Cla, Wallace e Ulysses pela amizade incondicional.

Ao meu orientador, Leo, por ser a pessoa que acreditou e me deu suporte para realizar essa pesquisa, muito obrigada por me transmitir a calma e a paciência necessária na qual um projeto deve ser realizado!

À minha co-orientadora Vanessa pela ajuda oferecida para que o esse projeto passasse de um mero pensamento para ser de fato algo real. Fiquei muito feliz por contar com você em todos os momentos!

Ao professor Baião, pelo incentivo e orientação!

Ao professor Nelson Martins, pela amizade e por sempre colaborar com novas ideias.

À professora Roselene e ao professor Anilton pelo apoio e orientação no desenvolvimento deste trabalho.

Aos meus amigos da avicultura, Kamilla, Paulinha, Maricita, Marilane, Júlia, Christiane, Luiz, Maurício, Juliana, Ed, Cristiano, Cadu, Fernanda e Paloma, pela ajuda incondicional e muito, muito bem vinda em todos os momentos. Sem vocês, com certeza, todo o trabalho ia ser menos divertido.

À equipe da PIF PAF, em especial ao Leonardo, Rodrigo, Clever, Marco Antônio, Juliana, Viviane, Fabrício, Ricardo, Roseli por acreditarem e me darem o suporte necessário para a condução desse trabalho.

Aos queridos amigos, Clara, Teté, Vic, Juju Volta, Bárbara, Lud, Claudinha, Nat Farina, Pati Peixe, Gugu, Júlia, Luciele, Ronaldo e Lucas...é inefável o quanto cada um foi importante nessa fase para mim!

Um agradecimento especial às Mags, que me ensinaram a trabalhar com otimização de tempo em todos os momentos da experimentação e redação, mesclando trabalho e alegria. Valeu, produção!

Ao CNPq pela bolsa de estudos concedida.

SUMÁRIO

RESUMO

ABSTRACT

1.	INTRODUÇÃO.....	15
2.	REVISÃO DE LITERATURA.....	17
2.1.	Desenvolvimento do sistema termorregulatório em aves.....	17
2.2.	Estresse pelo calor e seus efeitos.....	19
2.2.1.	Alterações fisiológicas e comportamentais das aves sobre estresse calórico.....	21
2.2.2.	Efeito do calor sobre a morfologia intestinal.....	22
2.3.	Aclimação e condicionamento térmico para desenvolvimento de termotolerância.....	23
2.4.	Manipulação térmica nos primeiros dias de vida.....	24
2.5.	Manipulação térmica durante a embriogênese.....	25
3.	MATERIAL E MÉTODOS.....	29
3.1.	PRIMEIRA FASE EXPERIMENTAL.....	29
3.1.1.	Local.....	29
3.1.2.	Ovos	29
3.1.3.	Tratamentos	29
3.1.4.	Variáveis analisadas.....	30
3.1.4.1.	Dados de temperatura e umidade dos nascedouros.....	30
3.1.4.2.	Variáveis sobre rendimento de incubação.....	31
3.1.4.2.1.	Peso médio dos ovos antes da incubação (g).....	31
3.1.4.2.2.	Perda de peso dos ovos durante o período de incubação (%).....	31
3.1.4.2.3.	Ovos inférteis e embriões com mortalidade inicial observada na ovoscopia.....	31
3.1.4.2.4.	Mortalidade embrionária e ovos inférteis através de embriodiagnóstico.....	31
3.1.4.2.5.	Porcentagem de eclosão em relação ao número total de ovos incubados com 492 horas de incubação (%).....	32
3.1.4.2.6.	Porcentagem de eclosão em relação ao número total de ovos férteis com 492 horas de incubação (%).....	32
3.1.4.2.7.	Taxa de eclosão em relação ao número total de ovos incubados com 504 horas de incubação (%).....	32

3.1.4.2.8.	Taxa de eclosão com 504 horas de incubação em relação ao número total de ovos férteis (%).....	32
3.1.4.2.9.	Percentual de machos e fêmeas, de acordo com os diferentes tipos de manipulação térmica embrionária (%).....	33
3.1.4.2.10.	Percentual de pintos vendáveis (machos e fêmeas), de acordo com os diferentes tipos de manipulação térmica embrionária (%).....	33
3.1.4.2.11.	Peso dos pintos no momento da eclosão.....	33
3.1.4.2.12.	Peso do saco vitelino e a sua relação percentual com peso dos pintos..	33
3.1.4.3.	Avaliação de parâmetro fisiológico.....	34
3.1.4.3.1.	Temperatura cloacal.....	34
3.1.5.	Delineamento experimental.....	34
3.2.	SEGUNDA FASE EXPERIMENTAL.....	34
3.2.1.	Local.....	35
3.2.2.	Instalações e equipamentos.....	35
3.2.3.	Aves e manejo.....	35
3.2.4.	Alimentação.....	35
3.2.5.	Tratamentos.....	37
3.2.6.	Variáveis analisadas.....	37
3.2.6.1.	Desempenho produtivo.....	37
3.2.6.1.1.	Peso dos pintos no momento do alojamento.....	37
3.2.6.1.2.	Peso corporal e ganho de peso acumulado.....	37
3.2.6.1.3.	Consumo de ração.....	37
3.2.6.1.4.	Conversão alimentar.....	38
3.2.6.1.5.	Taxa de viabilidade.....	38
3.2.6.2.	Avaliação de parâmetro fisiológico.....	38
3.2.6.2.1.	Temperatura cloacal.....	38
3.2.7.	Delineamento experimental.....	38
3.3.	TERCEIRA FASE EXPERIMENTAL.....	39
3.3.1.	Local.....	39
3.3.2.	Instalações e equipamentos.....	39
3.3.3.	Aves e manejo.....	39
3.3.4.	Alimentação.....	40
3.3.5.	Tratamentos.....	40
3.3.6.	Variáveis analisadas.....	40

3.3.6.1.	Desempenho produtivo.....	40
3.3.6.2.	Avaliação de parâmetro fisiológico.....	40
3.3.6.2.1.	Temperatura cloacal.....	40
3.3.7.	Delineamento experimental.....	41
3.4.	Comitê de Ética em Experimentação Animal.....	41
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	42
4.1.	PRIMEIRA FASE EXPERIMENTAL - Efeitos da manipulação térmica embrionária sobre o rendimento de incubação e temperatura cloacal em pintos de um dia.....	42
4.2.	SEGUNDA FASE EXPERIMENTAL - Efeitos das diferentes temperaturas oferecidas na incubação (sem manipulação e com manipulação térmica) sobre as características de desempenho e a temperatura cloacal de frangos de corte até 35 dias de idade.....	48
4.3.	TERCEIRA FASE EXPERIMENTAL - Efeitos das diferentes temperaturas oferecidas na incubação (sem manipulação e com manipulação térmica) sobre características de desempenho e a temperatura cloacal de frangos de corte submetidos ou não a temperatura elevada no final do período de criação.....	50
5.	CONCLUSÕES.....	57
6.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	58

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Composição percentual e valores nutricionais calculados das rações para a fase inicial e crescimento.....	36
Tabela 2.	Peso médio dos ovos, em gramas, antes da incubação e perda de peso dos ovos, em porcentagem, durante incubação, de acordo com os diferentes tipos de manipulação térmica embrionária a serem oferecidos nos nascedouros.....	43
Tabela 3.	Percentual de mortalidade embrionária de zero a sete dias, de oito a 14 dias, de 15 a 18 dias, de 19 a 21 dias mais bicados vivos e de ovos contaminados e de ovos desidratados, calculado sobre o número de ovos férteis, de acordo com os diferentes tratamentos térmicos oferecidos no nascedouro.....	44
Tabela 4.	Percentual de pintos nascidos sobre o número de ovos férteis incubados, 12 horas antes da retirada dos pintos dos nascedouros.....	45
Tabela 5.	Fertilidade em relação ao número de ovos incubados, percentuais de eclosão em relação ao número total de ovos incubados e em relação ao número total de ovos férteis incubados, de acordo com os diferentes tratamentos térmicos oferecidos no nascedouro.....	46
Tabela 6.	Percentuais de machos e fêmeas nascidos e de pintos vendáveis (machos e fêmeas), de acordo com os diferentes tratamentos térmicos oferecidos no nascedouro.....	47
Tabela 7.	Peso dos pintos, temperatura cloacal e percentual peso do saco vitelino/peso do pinto no momento da eclosão, de acordo com os diferentes tratamentos térmicos oferecidos no nascedouro.....	48
Tabela 8.	Peso inicial (PMI), peso aos sete dias (PM7), consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA) e viabilidade (VIA) dos frangos de corte machos no período de um a sete dias de idade, de acordo com os diferentes tratamentos térmicos oferecidos no nascedouro.....	49
Tabela 9.	Peso inicial (PMI), peso aos 28 dias (PM28), consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA) e viabilidade (VIA) dos frangos de corte machos no período de um a 28 dias de idade, de acordo com os diferentes tratamentos térmicos oferecidos	

no nascedouro.....	49
Tabela 10. Consumo de ração, em gramas, de 28 a 35 dias, de acordo com o tipo de incubação e o tipo de ambiente de produção.....	52
Tabela 11. Consumo de ração, em gramas, de 35 a 40 dias, de acordo com o tipo de incubação e o tipo de ambiente de produção.....	52
Tabela 12. Consumo de ração, em gramas, de 28 a 40 dias, de acordo com o tipo de incubação e o tipo de ambiente de produção.....	52
Tabela 13. Peso dos pintos, em gramas, aos 28 dias de idade, de acordo com o tipo de incubação e o tipo de ambiente de produção.....	53
Tabela 14. Peso dos frangos, em gramas, aos 35 dias de idade, de acordo com o tipo de incubação e o tipo de ambiente de produção.....	53
Tabela 15. Peso dos frangos, em gramas, aos 40 dias de idade, de acordo com o tipo de incubação e o tipo de ambiente de produção.....	54
Tabela 16. Conversão alimentar (g/g) dos frangos de 28 a 35 dias, de acordo com o tipo de incubação e o tipo de ambiente de produção.....	54
Tabela 17. Conversão alimentar (g/g) dos frangos de 35 a 40 dias, de acordo com o tipo de incubação e o tipo de ambiente de produção.....	55
Tabela 18. Conversão alimentar (g/g) dos frangos de 28 a 40 dias, de acordo com o tipo de incubação e o tipo de ambiente de produção.....	55
Tabela 19. Viabilidade, em porcentagem, dos frangos de 30 a 40 dias, de acordo com o tipo de incubação e o tipo de ambiente de produção....	56

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Interação entre ambiente e frango de corte.....	18
Figura 2.	Temperaturas e umidades registradas no nascedouro A (36,5 ^o C) e B (37,5 ^o C).....	42
Figura 3.	Temperaturas cloacais em frangos de corte no 9 ^o , 14 ^o , 21 ^o e 28 ^o dia de vida.....	50
Figura 4.	Temperaturas cloacais de frangos de corte, de acordo com os diferentes tipos ambientes de incubação e produção a partir do 31 ^o ao 39 ^o dia de vida.....	57

LISTA DE ABREVIATURAS

H_2CO_3	Ácido carbônico
CMT	Com manipulação térmica
CO_2	Dióxido de carbono
H^+	Hidrogênio
HCO_3^-	Íon Bicarbonato
MT	Manipulação térmica
SMT	Sem manipulação térmica
SGA	Síndrome geral da adaptação
T^3	Triiodotironina

RESUMO

Este experimento objetivou avaliar o efeito da manipulação térmica em embriões de frango de corte (MTE) sobre a capacidade dessas aves em tolerar estresse calórico no período final de criação. Na primeira fase experimental, foram utilizados 3072 ovos de matrizes pesadas Cobb® de 48 semanas de idade. Os ovos foram submetidos a diferentes temperaturas em dois nascedouros: 36,5°C com a umidade relativa do ar em 60% (grupo controle) e 37,5°C durante 6 horas consecutivas com umidade relativa de 60% do 18º ao 20º dia de incubação (nascedouro com MTE). Avaliou-se o efeito da MTE sobre o rendimento de incubação, peso dos pintos, temperatura cloacal e relação peso do saco vitelino/peso do pinto. O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, constituído por dois tratamentos definidos com base no aumento ou não da temperatura no nascedouro no período final de incubação. Na segunda fase experimental foram analisados os efeitos das diferentes temperaturas oferecidas na incubação sobre o desempenho e a temperatura cloacal de frangos de corte de um até 28 dias de idade. O delineamento foi o mesmo utilizado na primeira fase. As diferentes manipulações térmicas realizadas no período embrionário não influenciaram as variáveis analisadas nesses períodos. Na terceira fase experimental foram analisados os efeitos das diferentes manipulações térmicas oferecidas nos nascedouros sobre o desempenho e a temperatura cloacal de frangos submetidos ou não a temperatura elevada do 28º ao 40º dia de idade. O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso em esquema fatorial 2x2. Nessa fase não houve interação entre os tratamentos, mas as aves criadas em ambiente de termoneutralidade apresentaram melhores resultados para as características de desempenho que as aves criadas em ambiente de alta temperatura. Conclui-se que a MTE não resultou em melhor adaptabilidade das aves em ambiente de estresse calórico no período final de criação.

Palavras-chave: calor, estresse, frangos, incubação, termoloterância

ABSTRACT

This experiment aimed to elucidate the effect of thermal manipulation in broiler embryos (TME) on the potential of these birds to withstand thermal stress at marketing age. In the first experimental phase 3072 eggs from Cobb® broiler breeders of 48 weeks old were used. The eggs were subjected to different kinds of temperature on two hatcher machines: 36.5°C and 60% RH (control group) and 37.5°C, 6h continuously per day from embryonic day 18 to 20 (hatcher machine with TME). It was elucidated the TME effect on the hatching performance, weight of chickens, cloacal temperature and yolk sac/chick weight ratio. The experiment was completely randomized design into two thermal treatments realized on hatcher machines. In the second experimental phase were evaluated the effects of different temperatures established in the incubation on the performance parameters and cloacal temperature of one to 28-d old broilers. The experimental design was the same of the first phase. The different thermal manipulations realized in the embryonic period did not affected parameters analyzed in these phases. In the third experimental phase were evaluated the effects of different temperatures established in the incubation period on performance parameters and cloacal temperature of broilers submitted or not to thermal stress from 28th to 40th day of age. Broilers were distributed into a completely randomized experimental design in a factorial arrangement 2x2. In this phase there was no interaction between treatments, but broilers reared in thermoneutral environment showed best results for performance parameters than broilers reared in heat stress environment. It was concluded that thermal manipulation during the portion of embryogenesis did not result in best adaptability of broiler chickens in heat stress environment.

Key words: broilers, heat, incubation, stress, thermotolerance

1. INTRODUÇÃO

A seleção genética para crescimento rápido causa dificuldade aos frangos de corte em lidar com condições ambientais extremas (Yahav, 2004a). Dentre os fatores relevantes para a queda de desempenho das aves de criação industrial está o estresse pelo calor. Sabe-se que no mundo grande parte da população de frangos de corte se concentra nos trópicos (Balnave, 2004) e, não obstante, ondas de forte calor durante o verão atingem tais regiões, afetando ainda mais a criação das aves nesses locais (Al-Fataftah e Abu- Dieyeh, 2007).

De acordo com Lin et al. (2006), a temperatura ótima para desempenho de frangos de corte está entre 18 e 22°C, na fase de crescimento. Temperaturas acima desses valores, dependendo da linhagem, nutrição, coberturas de penas e sistema de produção podem levar ao estresse calórico. Seus efeitos podem ser observados por meio da diminuição da ingestão de alimento, piora na conversão alimentar, diminuição de ganho de peso, diminuição no rendimento e qualidade de carcaça e aumento na mortalidade (Lin et al., 2006).

Dentre as estratégias para prevenir o estresse calórico em aves domésticas estão: a manipulação genética, por meio da seleção de animais tolerantes ao calor; a utilização de estratégias dietéticas, por meio da manipulação dos níveis nutricionais da dieta e níveis de eletrólitos na água; a restrição alimentar, por meio de jejum momentos antes da exposição das aves ao estresse calórico; o controle do ambiente de criação, por meio de programas de luz, controle da umidade, e, por fim, o condicionamento ao calor realizado em pintos nos primeiros dias de vida (Lin et al., 2006).

A manipulação térmica de pintos durante a primeira semana de vida ou de embriões durante a incubação objetiva aumentar a termotolerância de aves expostas ao calor em períodos subsequentes. Nos últimos anos, estudos apontam a utilização da manipulação térmica durante a embriogênese como método promissor para aquisição de resistência ao calor pelos frangos de corte (Collin et al., 2007). Essa mudança na adaptabilidade das aves frente ao estresse calórico se apoia, principalmente, no conceito de adaptação epigenética à temperatura, realizada em momentos críticos do desenvolvimento do animal, que influencia a expressão gênica e parece ser uma maneira adequada de melhorar a aquisição de termotolerância em

frangos de corte. Trabalhos relacionados à aquisição de tolerância térmica e seus efeitos sobre desempenho, qualidade de carne, imunidade, sistema endócrino e mortalidade hoje são comuns e cada vez mais novos enfoques surgem para ampliar a discussão em torno da capacidade ou não de adquirir termotolerância pelas aves. Como exemplo, em estudo sobre o efeito da manipulação térmica durante o período final de incubação sobre as características de desempenho realizado por Tzschentke e Halle (2009) os autores observaram diferenças significativas para ganho de peso e conversão alimentar entre os tratamentos. No período final de criação, a média de ganho de peso diário e a conversão alimentar dos frangos oriundos de manipulação térmica nos últimos dias de incubação (1 °C acima da temperatura controle, por duas horas, durante quatro dias consecutivos) foi significativamente melhor que a dos frangos oriundos do grupo sem manipulação térmica (Tzschentke e Halle, 2009).

Dessa forma, objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito da manipulação térmica embrionária sobre o rendimento de incubação, aquisição de termotolerância e desempenho de frangos de corte estressados pelo calor no período final de criação.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Desenvolvimento do sistema termorregulatório em aves

O desenvolvimento do sistema termorregulatório das aves se inicia no período embrionário e se estende até os primeiros dias da fase pós-natal. De acordo com Furlan e Macari (2002), o sistema de termorregulação nas aves é baseado na percepção dos estímulos externos ao organismo pelas unidades funcionais receptoras que interagem com o sistema nervoso induzindo a ativação dos mecanismos controladores da temperatura corporal, que por sua vez, estimulam a ação de unidades funcionais efetoras. Dessa maneira induzem-se as respostas para a manutenção da homeotermia (figura 1). Dentre os mecanismos de controle de temperatura corporal, pode-se citar o eixo hipotálamo-hipófise-tireóide. Em animais homeotérmicos, os hormônios tireoidianos regulam a taxa de metabolismo basal e são essenciais para a manutenção da temperatura corporal alta e constante (Darras et al., 2000).

Os neurônios responsáveis pela resposta do organismo às mudanças da temperatura externa estão localizados na área pré-óptica do hipotálamo anterior (Furlan e Macari, 2002) e são responsáveis por manter dinamicamente a temperatura corporal dentro de uma faixa cuja produção e perda de calor se mantêm estáveis. No frango de corte essa temperatura corporal é de 41,1°C (Furlan e Macari, 2002). As principais células da região hipotalâmica são os neurônios responsivos ao calor, que são ativados quando a temperatura corporal aumenta e induzem o animal a ter respostas de perda de calor, e os neurônios responsivos ao frio, que são ativados quando a temperatura corporal está diminuída, o que leva à indução de respostas de conservação de calor (Furlan e Macari, 2002).

O estudo da ontogenia do sistema termorregulatório em frangos de corte, ou seja, o conhecimento sobre o seu desenvolvimento é determinante para se compreender como o ambiente externo pode influenciar nas respostas das aves às variações térmicas. Em se tratando de frangos de corte, as respostas adaptativas do organismo à temperatura ambiental estão diretamente ligadas às características do desenvolvimento do seu sistema termorregulatório.

Nichelmann e Tzschentke (2001) afirmam que a ontogenia da termorregulação em aves de desenvolvimento precoce, como os frangos, é caracterizada por três fases com eficiência diferente em cada uma delas, que são: fase pré-natal; fase pós-natal inicial, que termina por volta dos 10 dias de idade; e fase de homeotermia plena, que se inicia a partir dos 10 dias de vida.

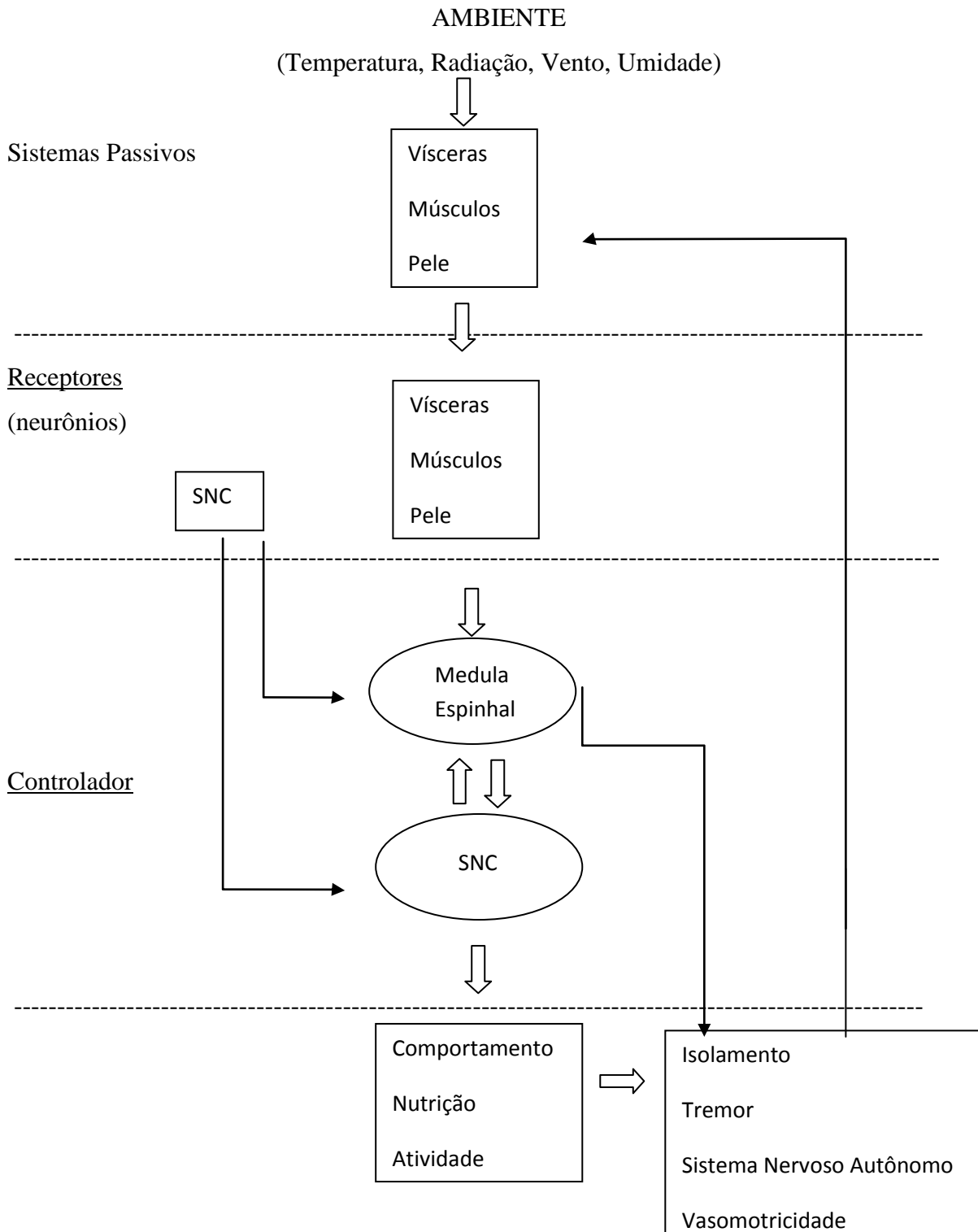


Figura 1. Interação entre ambiente e frango de corte (adaptado de Macari e Furlan, 2002)

De acordo com esses autores, todos os mecanismos efetores do sistema de termorregulação são funcionais durante a fase pré-natal, mas sua eficiência é reduzida, visto que o embrião apesar de possuir capacidade de controle da sua produção e perda de calor, esta se mostra limitada e influenciada pela temperatura ambiente. Tazawa et al. (2001) também enfatizaram a reduzida capacidade de controle termorregulatório em embriões com 11 e 12 dias de idade e afirmaram que quando são expostos a temperaturas baixas os embriões nessa idade não conseguiram manter a temperatura do ovo em uma faixa ótima, o que indica que o sistema termorregulatório ainda é débil ou inexistente. Já no terço final de incubação, Tzschentke (2006) afirmou que os embriões de aves de desenvolvimento precoce são capazes de reagir a mudanças na temperatura de incubação, por exemplo, por meio de alterações no fluxo sanguíneo da membrana corioalantóidea. Na fase pós-natal inicial, a eficiência regulatória desse sistema se eleva, mas a taxa de eficiência mostra-se espécie-específica. Esse fato é demonstrado por meio da maior capacidade de manter a temperatura corporal estável em diferentes faixas de temperaturas ambientais observada mais em patos do que em frangos e perus (Nichelmann e Tzschentke, 2001). É somente na terceira fase que o animal se torna homeotérmico, ou seja, sobre uma ampla faixa de temperaturas ambientais a temperatura corporal se mantém constante, visto que o sistema termorregulatório se torna eficiente em sua totalidade (Nichelmann e Tzschentke, 2001).

2.2. Estresse pelo calor e seus efeitos

O estresse calórico é caracterizado pela dificuldade do corpo em estabelecer um balanço entre produção e perda de calor corporal e pode ocorrer em todas as idades dos animais. As aves tendem a ter melhor desempenho em sua zona de conforto térmico, faixa de temperatura na qual o desenvolvimento e produção são melhorados e não há gasto de energia para perda de calor nem necessidade de produção de calor para manter a temperatura corporal estável (Emery, 2004). Fora dessa zona pode-se considerar a ocorrência de estresse térmico, seja por calor, ou por frio.

De acordo com Balnave (2004), temperaturas ambientais inferiores a 32 °C não são consideradas tão prejudiciais aos frangos de corte e muitas outras temperaturas superiores a essa já têm sido consideradas aceitáveis em outros países. A temperatura na qual as aves irão encontrar estresse calórico será mais baixa em casos de aves normalmente criadas em

ambientes temperados se comparados com aves criadas em climas tropicais e semitropicais (Balnave, 2004). Para Al-Fataftah e Abu-Dieyeh (2007), a temperatura ambiental acima de 25 °C resultou em efeito negativo no desempenho de frangos de corte entre quatro e oito semanas de idade criados em galpões convencionais durante o verão, além de aumentar a idade de abate e os custos de produção.

De acordo com Balnave (2004), o termo estresse calórico tem diferentes conotações em diferentes regiões no mundo. Em países tropicais a temperatura ambiental permanece alta por extensos períodos de tempo, enquanto em regiões temperadas, curtos e agudos períodos de estresse calórico podem ser o principal problema. Por isso, faz-se necessária uma conceituação adequada para esse fator.

O estresse pelo calor pode ser diferenciado em dois tipos: agudo ou crônico. O estresse calórico agudo é caracterizado por curtos períodos de alta temperatura, enquanto o estresse calórico crônico refere-se a extensos períodos de elevada temperatura (Al-Fataftah e Abu-Dieyeh, 2007). Estresse calórico crônico tem efeitos negativos sobre o desempenho de frangos criados em galpões convencionais, fato observado principalmente por meio da redução da ingestão de alimentos e da taxa de crescimento, o que afeta negativamente a conversão alimentar, a qualidade da carcaça, assim como a saúde das aves (Al-Fataftah e Abu-Dieyeh, 2007).

Abu-Dieyeh (2006), ao investigar os efeitos da exposição constante de frangos de corte, entre quatro e oito semanas de idade, à temperatura de 35°C sobre o desempenho das aves, concluiu que não somente a redução de ingestão de alimento, mas também o efeito da temperatura em si é responsável pelo decréscimo da taxa de crescimento dessas aves. Altas temperaturas *per se* induzem mudanças fisiológicas nas aves assim como decréscimo na taxa metabólica, que por sua vez, resulta em decréscimo no consumo de alimentos, digestão ineficiente e diminuição do metabolismo. Alterações na passagem do alimento no trato digestivo e redução de ação de enzimas, como tripsina, quimotripsina e amilase também são assuntos discutidos pelo autor.

Apesar de frequentemente ser rotulada como algo negativo, a ação de agentes estressores, sejam químicos, biológicos, físicos ou mecânicos, dentro de certos limites, tende a resultar em certa adaptabilidade e isso é uma maneira de garantir a sobrevivência pelo organismo

estressado (Selye, 1946). Em um ambiente quente, as aves exercem suas funções produtivas demonstrando um determinado esforço para manter sua temperatura corporal dentro de uma faixa normal para competir com as respostas do estresse e para assegurar suas funções viscerais e orgânicas sobre uma carga mais pesada de calor (Lin et al., 2006).

A partir de tal análise, é possível notar que existe certa adaptabilidade das aves em ambientes de estresse, cujo único objetivo é manter as funções vitais e desempenho normal desses animais. Em 1946, Hans Selye descreveu a Síndrome Geral de Adaptação (SGA), caracterizada pelo somatório das reações sistêmicas não específicas que decorre da exposição continuada do organismo a agentes estressores, caracterizando assim, as respostas do corpo frente ao estresse. De acordo com Selye (1946), quando um organismo é exposto a condições estressantes durante um tempo continuado, a SGA desenvolve-se e pode ser diferenciada em três estágios: a fase de alarme, a fase de resistência e a fase de exaustão. O primeiro estágio, fase de alarme, é definido como o somatório das respostas sistêmicas não específicas provocadas por exposição repentina a estímulos ao qual o organismo não foi adaptado qualitativa e quantitativamente. Em seguida é estabelecida a fase de resistência, caracterizada pelas respostas adaptativas do organismo frente ao estresse e, por último, há a fase de exaustão, em que as respostas de resistência não podem ser mantidas pelo corpo e outras respostas sistêmicas, de caráter negativo e letal, são observadas (Selye, 1946).

Para Lin et al. (2006), a resposta ao estresse está principalmente associada à ativação do eixo hipotálamo-hipófise-adrenal e do sistema nervoso parassimpático. Entretanto, pouco se sabe sobre o mecanismo bioquímico envolto no estabelecimento do controle térmico. Katz e Meiri (2006) sugerem em seu trabalho que um fator neurotrópico-cerebral, chamado de BDNF, esteja envolvido no estabelecimento de controle térmico. Logo, esse fator estaria envolvido na aquisição de termotolerância.

2.2.1. Alterações fisiológicas e comportamentais das aves sob estresse calórico

Quando a ave está fora de sua zona de conforto térmico diversas alterações fisiológicas e de comportamento ocorrem para que a temperatura corporal de conforto seja reestabelecida. Entre as primeiras respostas fisiológicas compensatórias das aves quando expostas ao calor está a vasodilatação periférica, que resulta em aumento na perda de calor não evaporativo (Borges et al., 2003). Furlan e Macari (2002) afirmam que para aumentar a dissipação do

calor, por meio de troca de calor sensível, a ave maximiza a área de superfície corporal deitando-se, mantendo as asas afastadas do corpo, induzindo ptiloereção e aumentando o fluxo sanguíneo para os tecidos periféricos não cobertos de penas (pés, crista, barbela). A perda de calor não evaporativo pode também ocorrer com o aumento da produção de urina, se esta perda de água for compensada pelo maior consumo de água fria (Borges et al., 2003).

Contudo, um dos mais eficientes meios para perda de calor das aves em temperaturas elevadas é o resfriamento evaporativo respiratório (Furlan e Macari, 2002) que, no entanto, exige desses animais alto gasto energético. Esse mecanismo é caracterizado por um aumento da frequência respiratória, resultando em perdas excessivas de dióxido de carbono (CO_2). Assim, a pressão parcial de CO_2 (pCO_2) diminui, levando à queda na concentração de ácido carbônico (H_2CO_3) e hidrogênio (H^+). Em resposta, os rins aumentam a excreção de HCO_3^- e reduzem a excreção de H^+ na tentativa de manter o equilíbrio ácido-base da ave. Esta alteração do equilíbrio ácido-base é denominada de alcalose respiratória (Borges et al., 2003).

2.2.2. Efeito do calor sobre a morfologia intestinal

Sabe-se que, sob condições estressantes ambientais, as aves têm dificuldade de expressar todo seu potencial genético. Condições ambientais apropriadas de temperatura, qualidade do ar e luz devem ser oferecidas às aves para minimizar os efeitos do estresse calórico, o que favorece o seu acesso à ração e água (Marchini et al., 2009) e, com isso, um adequado desenvolvimento quando, em conjunto, as exigências nutricionais são atingidas.

A ação da temperatura ambiental elevada pode também estar relacionada com alterações na morfologia da mucosa intestinal e com o aparecimento de processos inflamatórios desse órgão (Marchini et al., 2009 e Quinteiro-Filho, 2009). Ao investigar o efeito da temperatura ambiente cíclica elevada sobre altura das vilosidades, profundidade das criptas, relação vilo/cripta da mucosa duodenal e peso corporal em frangos de corte, Marchini et al. (2009) concluíram que as aves não estressadas pelo calor apresentaram vilosidades mais longas no 14º e no 21º dia de idade e criptas mais profundas no 28º dia de vida em comparação às aves estressadas. Mesmo não apresentando diferença entre pesos nessas idades, esse trabalho mostra como o calor pode afetar o desenvolvimento da estrutura da mucosa duodenal em frangos de corte, afetando negativamente a absorção de nutrientes. Em estudo semelhante, Quinteiro-Filho (2009) apesar de não encontrar alterações nas vilosidades da mucosa

intestinal de frangos de corte estressados pelo calor, quando comparados ao grupo controle, notou que o primeiro grupo, no entanto, apresentava marcantes processos inflamatórios intestinais, caracterizando assim a ocorrência de uma enterite decorrente da ação do calor. Esse tipo de patologia associada ao estresse tem embasamento na teoria de neuroimunomodulação, definida como o estudo da relação bidirecional do sistema nervoso central e do sistema imune (QUINTEIRO-FILHO, 2009). De fato, todas as alterações observadas nesses dois trabalhos demonstram como a ação do calor excessivo sobre as aves podem induzir alterações funcionais e, dessa maneira, prejudicar os mecanismos absorptivos de nutrientes.

2.3. Aclimação e condicionamento térmico para desenvolvimento da termotolerância

Animais podem ser condicionados a uma esperada mudança no ambiente (Star et al., 2009). Pesquisas recentes sugerem que é possível aumentar a aquisição de termotolerância em aves expondo-as a altas temperaturas (acima das temperaturas de conforto térmico) durante os primeiros dias de vida, o que resultaria em menor aumento da temperatura corporal e redução na mortalidade durante desafios subsequentes ao calor (Collin et al., 2007).

Yahav (2000) descreveu a aclimação como sendo um método de período mais longo que o condicionamento térmico e que, apesar de aumentar a termotolerância, tem um impacto negativo na capacidade de produção das aves. Por sua vez, também concluiu que a desvantagem do condicionamento reside no fato de ser pouco eficiente em aumentar a termotolerância se comparado à aclimação.

De acordo com Katz e Meiri (2006), uma mudança na adaptação térmica pode ser alcançada por meio de dois mecanismos: aclimação, caracterizada por se apoiar em uma mudança branda na temperatura ambiental e o condicionamento térmico, caracterizado pelo uso da exposição das aves a extremas temperaturas durante o período crítico de estabelecimento do controle da temperatura. Para os autores, a aclimação seria um mecanismo na qual a exposição ao calor brando por vários dias levaria a uma aquisição de termotolerância, enquanto o condicionamento seria um processo relativamente curto, duraria somente 24 horas e também resultaria em aquisição de termotolerância.

De acordo com Yahav et al. (2010), para o desenvolvimento de termotolerância três respostas diretas podem ser empregadas em frangos: a resposta rápida ao estresse térmico, com duração de minutos a horas; a aclimatação, com duração de dias a semanas e a adaptação epigenética, baseada na manipulação térmica do embrião ou da ave pós-eclosão. Os autores definem adaptação epigenética, como a adaptação para a vida toda, que ocorre em fases críticas, influencia a expressão gênica e parece ser uma maneira adequada de melhorar a aquisição de termotolerância em frangos de corte.

Nota-se, portanto, a necessidade de uma análise mais detalhada sobre os resultados encontrados em experimentos sobre aquisição de termotolerância para adequada contextualização com a sua utilização na prática. No presente trabalho adotou-se a expressão “manipulação térmica” para se referir à tentativa de aumentar a tolerância ao calor nos frangos de corte para evitar a confusão dos termos condicionamento e aclimatação, pelo leitor, visto que ambos levam ao mesmo resultado final.

2.4. Manipulação térmica nos primeiros dias de vida

Os primeiros trabalhos sobre a adaptação de aves ao calor, medida em termos de mudanças bruscas na temperatura corporal, foram realizados por Hutchinson e Sykes, em 1953. Posteriormente, Sykes e Fataftah (1986a), ao testarem a exposição dos animais à temperatura de 38 °C e umidade de 26% durante períodos regulares da vida, concluíram que as aves testadas foram capazes de se aclimatar em vários graus a essas condições. Os resultados mostraram que a aclimatação foi caracterizada por progressiva redução na taxa de aumento da temperatura corporal no período de exposição ao calor subsequente e por uma habilidade para sobreviver em condições que inicialmente poderiam ser fatais. Contudo os autores se questionam a respeito da duração dessa adaptação.

Dentre as principais pesquisas sobre manipulação térmica nos primeiros dias de vida está o experimento conduzido por Arjona et al. (1988). Os autores submeteram pintos de cinco dias de idade a temperaturas entre 35 a 37,8 °C por 24 horas. Aos 44 e 45 dias de idade os animais foram desafiados pelo calor a temperaturas de 35 a 37,8 °C, por oito horas/dia. O efeito de restrição alimentar também foi avaliado aos 43, 44 e 45 dias de idade. A manipulação térmica reduziu a mortalidade e aumentou a eficiência alimentar das aves comparadas ao grupo controle que não foi submetido à manipulação térmica e desafiado ao calor. Apesar das bases

fisiológicas dessa resposta e da duração desse efeito “protetor” induzido pelo condicionamento térmico não serem conhecidos, os autores sugerem que frangos de corte podem ser protegidos até a idade de abate.

A exposição ao calor brando por curto período em pintos na primeira semana pós-nascimento (36 °C; 70 a 80% de umidade relativa, por 24 horas aos cinco dias de idade) apesar de ter resultado em redução no crescimento, foi seguida imediatamente por crescimento compensatório na fase seguinte de criação (Yahav e McMurtry, 2001). Visto que um dos efeitos do estresse calórico é a diminuição da ingestão de alimento (Lin et al., 2006), os pintos submetidos ao desafio ao calor retardaram o desenvolvimento no período de desafio térmico. O crescimento compensatório foi seguido de aumento na ingestão de alimento e na eficiência alimentar em período subsequente. De acordo com Zubair e Leeson (1996), o crescimento compensatório está relacionado à duração do período de desafio ao estresse a que são submetidos os frangos de corte.

Outro ponto abordado na manipulação térmica realizada durante os primeiros dias de vida é o seu efeito na concentração plasmática do hormônio tireoidiano, triiodotironina (T_3). Sugere-se que o condicionamento de pintos ao calor nos primeiros dias do período pós-natal aumenta a termotolerância pelo aperfeiçoamento da habilidade de redução da concentração de T_3 e da produção de calor (Yahav e McMurtry, 2001). A redução dos níveis de T_3 pode contribuir para melhorar a habilidade termorregulatória em ambientes quentes, pois como esse hormônio está relacionado ao metabolismo do animal, a diminuição da sua concentração no sangue leva à redução da taxa metabólica e, conseqüentemente, a uma menor produção de calor pela ave (Daghir, 2008).

2.5. Manipulação térmica durante a embriogênese

Como mencionado anteriormente, o desenvolvimento das funções corporais se inicia cedo, durante a fase embriogênica nas aves de desenvolvimento precoce, especialmente em frangos. Essa fase de desenvolvimento sensível é de significativa importância para a adaptabilidade do organismo durante a vida adulta (Tzschentke, 2007). A partir dos resultados encontrados nos trabalhos de manipulação térmica (MT) nos primeiros dias de vida, a MT embrionária foi proposta como sendo um processo de realização mais fácil e capaz de alcançar melhores resultados de aquisição de termotolerância (Collin et al., 2007).

Sabe-se que as temperaturas recomendadas para um ótimo desenvolvimento do embrião em máquinas de incubação estão entre 37°C e 37,5°C (Decuypere e Michels, 1992), valores acima e abaixo desses podem levar a alterações do seu metabolismo e afetar negativamente o rendimento de incubação. Contudo, na prática, em máquinas de múltiplo estágio, caracterizadas por possuírem cargas de ovos oriundos de diferentes idades de matrizes e períodos de desenvolvimento embrionários, a temperatura é regulada para manter-se constante a 37,5°C do primeiro dia até o dia de transferência dos ovos para o nascedouro, que geralmente ocorre por volta do 18º e 19º dia de incubação. Nesse novo ambiente, a temperatura geralmente é regulada para manter-se constante a 36,5°C, visto que nessa fase os embriões apresentam alta taxa metabólica e dificuldade de perda de calor. Essa redução da temperatura visa, assim, favorecer um melhor ambiente para o desenvolvimento final dos embriões nos nascedouros.

Tendo isso em vista, a MT de embriões de frangos de corte, realizada em períodos críticos da ontogenia do sistema termorregulatório, no intuito de elevar a capacidade de tolerar o calor, foi proposta como método capaz de melhorar a capacidade de adaptação a ambientes quentes na fase pós-natal (Decuypere, 1984; Minne e Decuypere, 1984; Janke et al., 2002, citados por Yahav et al., 2004a). De acordo com Yahav (2004b), o período ideal para a realização da manipulação térmica deve estar de acordo com o momento no qual os eixos hipotálamo-hipófise-tireóide e hipotálamo-hipófise-adrenal estão em desenvolvimento e, portanto, já são capazes de influenciar as repostas de produção de calor pelo organismo. Durante o período crítico de desenvolvimento, o ambiente tem notável impacto na determinação duradoura de repostas dos respectivos sistemas do organismo, especialmente por meio da indução de mudanças na organização neuronal e padrão de expressão de genes relacionados (programação perinatal epigenética/funcional) (Tzschentke e Plagemann, 2006).

A exposição de embriões, do 16º ao 18º dia de incubação, a temperaturas de 39,5°C e 65% UR por três horas/dia melhorou a aquisição de termotolerância e reduziu as concentrações de corticosterona em pintos expostos ao calor estressante aos três dias de idade (Yahav et al., 2004a). Mas o efeito da aquisição de termotolerância de longo-prazo (até idade ao abate) foi sugerido pelos autores como objeto de futuros estudos.

Outro fator importante estudado na aquisição de termotolerância, além do momento ideal de aplicação da MT e as concentrações de alguns hormônios nas aves, é a idade de produção dos progenitores, ou seja, a idade da matriz. Esse fator é apontado como capaz de influenciar a capacidade termorregulatória do frango (Weytjens et al., 1999 e Yalçin, 2005).

Weytjens et al. (1999) afirmam que a capacidade termorregulatória do pinto pós-eclosão é diferente dependendo da idade da matriz que o originou. Matrizes mais novas originam pintos com maior tolerância ao calor, observação relacionada à menor concentração de T_3 e à menor temperatura retal observada nesses animais após exposição ao calor em idade mais avançada, quando comparadas com pintos oriundos de matrizes mais velhas (Weytjens et al. 1999). Em contrapartida, esses últimos demonstraram nos primeiros dias de vida uma produção de calor, medida por câmara respirométrica, mais pronunciada que pintos oriundos de matrizes mais novas e, portanto, os autores sugeriram a existência de uma diferença entre o desenvolvimento do sistema termorregulatório entre aves oriundas de matrizes de idades diferentes.

Com a ideia de examinar os efeitos do condicionamento térmico realizado nos períodos de pré-nascimento ($39,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ por seis horas, entre o 10º e 18º dia de incubação) e pós-nascimento ($36\text{ }^{\circ}\text{C}$, durante 24 h no quinto dia de vida) sobre a indução de termotolerância em frangos de corte oriundos de ovos de matrizes novas (28 semanas) e velhas (58 semanas), Yalçin et al. (2005) concluíram que os períodos de estresse em conjunto foram suficientes para induzir aumento de termotolerância nos animais em fases mais tardias da vida. Os autores sugeriram que o condicionamento térmico ao calor nos períodos pré e pós-natal auxiliam os frangos a tolerar o estresse calórico, porém a idade da matriz exerce um papel mais importante nessa melhor habilidade termorregulatória, observada principalmente em aves oriundas de matrizes mais novas.

No intuito de elucidar o melhor momento da MT durante a embriogênese, Collin et al. (2007) avaliaram o seu efeito durante diferentes períodos (8º ao 10º, 16º ao 18º dia de incubação e em ambos os períodos, utilizando temperatura de $39,5^{\circ}\text{C}$ por três horas/dia) sobre a taxa de eclodibilidade, ganho de peso corporal, termorregulação e capacidade dos frangos em lidar com desafios ao calor aos 42 dias de idade. A MT dos embriões em uma fase mais precoce, durante fase mais tardia ou em ambas as fases não aumentou a aquisição de termotolerância testada na 6ª semana de idade. Dentre as causas sugeridas para tal acontecimento está a possibilidade da MT não ser aplicada durante o período sensível ótimo para desenvolvimento

de termotolerância. Como demonstrado por Yalcin et al. (2005), o efeito da idade da matriz pode estar envolvido no resultado encontrado por Collin et al. (2007) que utilizaram ovos oriundos de matrizes de 43 semanas de idade.

Piestun et al. (2008), apoiados no conceito de adaptação epigenética, também relataram que a MT aplicada por 24 horas ou de maneira intermitente, por 12 horas, em embriões de frangos de corte do 7º ao 16º dia de idade, teve efeitos benéficos na aquisição de termotolerância nos frangos de corte de 35 dias desafiados a 35°C por 4 horas. Embora o desempenho dos frangos sob MT com 24 h tenha piorado, o desempenho dos frangos do tratamento 12 h não foi alterado quando comparado ao grupo controle. Nesse trabalho, os autores relatam que a aplicação de MT (12 ou 24 h) causou declínio na taxa metabólica dos pintos eclodidos, fato confirmado pela significativa redução das concentrações plasmáticas de T₃ e T₄ observadas.

Yahav et al. (2010) afirmam que a abordagem da adaptação epigenética, no trabalho de Piestun et al. (2008), e sua associação com alterações no ambiente de incubação, com ênfase em fazer com que o nível e a duração do estresse coincidam com a “fase crítica”, podem estimular a melhoria da aquisição da termotolerância e desempenho melhor e sustentável.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Primeira fase experimental

Foi realizado um estudo dos efeitos da manipulação térmica embrionária no 18º, 19º e 20º dia de incubação sobre o rendimento de incubação, temperatura cloacal e peso de pintos de um dia de idade.

3.1.1. Local

A primeira fase experimental foi realizada no incubatório da empresa PIF-PAF, localizado no município de São José da Varginha – MG, no período de 27 de julho a 22 de agosto de 2012.

3.1.2. Ovos

Os ovos foram obtidos de lotes de matriz pesada da linhagem CobbSlow[®] com idade de 48 semanas. Foram utilizados ovos provenientes da segunda coleta, totalizando 3600 ovos. Após as coletas, ainda na granja, os ovos destinados à incubação foram desinfetados pelo método de fumigação com paraformaldeído na concentração de 10g/m³ e, então, transportados para o incubatório. Após um dia de armazenamento, foi realizada a seleção dos ovos, eliminando aqueles considerados não incubáveis (sujos, trincados, quebrados, pequenos, com duas gemas e deformados).

Após a seleção, foi retirada uma amostra ao acaso de 3072 ovos para incubação, sendo 1536 ovos para cada tratamento térmico a ser realizado durante o período final de incubação (18º, 19º e 20º dia de incubação). Os ovos foram colocados em bandejas próprias, com capacidade para 96 ovos cada, devidamente identificadas, de acordo com os tratamentos e direcionadas a uma incubadora modelo Casp CMG 125E, modelo de estágio múltiplo com capacidade para 124.416 ovos.

3.1.2. Tratamentos

Foram utilizadas 16 bandejas de incubação com capacidade para 96 ovos cada, totalizando 1536 ovos para cada tratamento. A incubação dos ovos foi regulada para manter-se constante a temperatura de 37,5°C e umidade relativa de 65%. No 18º dia de incubação os ovos foram transferidos para dois nascedouros modelo Casp 19HR com capacidade para 20736 ovos onde os tratamentos térmicos foram realizados. Para uma aferição mais precisa da temperatura, dois *dataloggers* (Humidity... 2007) foram posicionados no interior dos nascedouros e os registros de temperatura e umidade foram realizados a cada meia hora por programação prévia.

Os tratamentos foram definidos pelo aumento ou não da temperatura no nascedouro, da seguinte maneira:

- ✓ SMT: nascedouro sem manipulação térmica, regulado para se manter constante a temperatura de 36,5°C e a umidade relativa do ar em 60% durante todo o período.
- ✓ CMT: nascedouro com manipulação térmica, regulado para manter-se constante a temperatura de 37,5°C durante seis horas consecutivas no 18º, 19º e 20º dia de incubação com umidade de 60%. Após esse período o nascedouro foi regulado para manter-se constante a temperatura de 36,5°C com umidade de 60%.

A princípio, o aumento da temperatura na máquina de nascedouro seria de dois graus acima da temperatura controle, contudo, por impossibilidades mecânicas da própria máquina esse aumento foi somente de um grau a mais. O termostato, equipamento de controle de temperatura, da máquina utilizada somente operava com margem de segurança em temperaturas de no máximo 37,5°C.

3.1.4. Variáveis analisadas

3.1.4.1. Dados de temperatura e umidade dos nascedouros

Os dados de temperatura e umidade dos dois nascedouros foram analisados por meio do software *Humidity and Temperature USB Datalogger 2.0/2007*. As respostas das máquinas de nascedouros frente à variação na temperatura de operação normal (36,5°C) foram demonstradas por meio de gráficos.

3.1.4.2. Variáveis sobre rendimento de incubação

Foram avaliadas as seguintes variáveis:

3.1.4.2.1. Peso médio dos ovos antes da incubação (g)

Todas as bandejas foram pesadas individualmente, retirando-se o valor da tara, antes de entrar na incubadora.

3.1.4.2.2 Perda de peso dos ovos durante o período de incubação (%)

A perda de peso dos ovos foi determinada por pesagem individual de todas as bandejas (menos a tara) antes de entrar na incubadora e no momento em que foram transferidas para o nascedouro, quando foram calculados os pesos médios dos ovos. O percentual de perda de peso dos ovos foi obtido pela seguinte fórmula:

$$\text{Perda de peso (\%)} = \frac{(\text{Peso dos ovos na incubação} - \text{Peso dos ovos na transferência})}{\text{Peso dos ovos na incubação}} \times 100$$

3.1.4.2.3. Ovos inférteis e embriões com mortalidade inicial observada na ovoscopia

No 14º dia de incubação, todas as bandejas do experimento foram colocadas uma a uma em um ovoscópio posicionado no interior da máquina de incubação. Os ovos claros foram retirados e quebrados, sendo identificados os ovos inférteis e aqueles com embriões mortos. Os dados foram registrados para posteriormente serem incluídos na análise final de mortalidade embrionária e fertilidade.

3.1.4.2.4. Mortalidade embrionária e ovos inférteis através de embriodiagnóstico

A determinação das idades em que ocorreram as mortalidades embrionárias e a identificação dos ovos inférteis foi realizada ao final do período de incubação em todos os ovos não eclodidos de cada repetição dos tratamentos. Estas avaliações foram feitas de acordo com os critérios utilizados na rotina do incubatório. A caracterização dos ovos não eclodidos se deu da seguinte forma:

- ✓ ovos inférteis

- ✓ ovos com embriões que morreram no início da incubação (0 a 7 dias);
- ✓ ovos com embriões que morreram entre 8 a 14 dias de incubação;
- ✓ ovos com embriões que morreram entre 15 a 18 dias de incubação;
- ✓ ovos com embriões que morreram entre 19 a 21 dias de incubação;
- ✓ ovos bicados com embriões vivos ou mortos;
- ✓ ovos contaminados (dos quais embriões morreram devido a contaminação bacteriana ou fúngica);
- ✓ ovos desidratados.

3.1.4.2.5. Porcentagem de eclosão em relação ao número total de ovos incubados com 492 horas de incubação (%)

Doze horas antes da retirada dos pintos do nascedouro, a taxa de eclosão em relação ao número total de ovos incubados foi calculada dividindo-se o número total de pintos nascidos até o momento pelo número total de ovos incubados, expressa em percentual.

3.1.4.2.6. Porcentagem de eclosão em relação ao número total de ovos férteis com 492 horas de incubação (%)

Doze horas antes da retirada dos pintos do nascedouro, a taxa de eclosão em relação ao número total de ovos férteis, expressa em percentual, foi calculada dividindo-se o número total de pintos nascidos pelo número total de ovos férteis, e multiplicando-se por 100.

3.1.4.2.7. Taxa de eclosão em relação ao número total de ovos incubados com 504 horas de incubação (%)

O nascimento foi realizado com 504 horas de incubação. A taxa de eclosão em relação ao número total de ovos incubados foi calculada dividindo-se o número total de pintos nascidos pelo número total de ovos incubados, expressa em percentual.

3.1.4.2.8. Taxa de eclosão com 504 horas de incubação em relação ao número total de ovos férteis (%)

Os ovos inférteis foram identificados no momento da ovoscopia e no embriodiagnóstico, ao final do período de incubação. A taxa de eclosão em relação ao número total de ovos férteis, expressa em percentual, foi calculada dividindo-se o número total de pintos nascidos pelo número total de ovos férteis, e multiplicando-se por 100.

3.1.4.2.9. Percentual de machos e fêmeas nascidos, de acordo com os diferentes tipos de manipulação térmica embrionária (%)

Após o nascimento, os animais foram colocados em caixas devidamente identificadas de acordo com os tratamentos e repetições e foram sexados. O percentual de machos nascidos foi calculado dividindo o número total de machos nascidos pelo número total de pintos nascidos, e multiplicando-se por 100. O percentual de fêmeas nascidas foi calculado por exclusão.

3.1.4.2.10. Percentual de pintos vendáveis (machos e fêmeas) nascidos, de acordo com os diferentes tipos de manipulação térmica embrionária (%)

Após a sexagem, os animais considerados inaptos para venda, segundo a classificação de rotina do incubatório, foram separados dos animais que apresentavam condições adequadas. O percentual de pintos vendáveis foi então calculado dividindo o número total de pintos nascidos com boas condições de venda (machos e fêmeas) pelo número total de pintos nascidos, e multiplicando-se por 100.

3.1.4.2.11. Peso dos pintos no momento da eclosão

Os pintos nascidos foram colocados em caixas devidamente identificadas de acordo com os tratamentos e repetições. Os pintos de cada caixa foram contados e pesados em balança com precisão de 0,5g. Para se determinar o peso médio dos pintos, o peso da caixa (menos a tara) foi dividido pelo número de aves da mesma.

3.1.4.2.12. Peso do saco vitelino e a sua relação percentual com peso dos pintos

Após a sexagem, foi realizada ao acaso a coleta de dois pintos de cada uma das 16 repetições de cada tratamento, totalizando uma amostra de 32 pintos por tratamento. Esses pintos foram sacrificados por deslocamento cervical para a coleta do saco vitelino. Esse órgão foi pesado

em balança com precisão de 0,01g. Além dos dados de peso absoluto, foram registrados também os dados referentes à relação percentual desse órgão com o peso dos pintos.

3.1.4.3. Avaliação de parâmetro fisiológico

3.1.4.3.1. Temperatura cloacal

A temperatura cloacal foi aferida com utilização de termômetro digital. Uma vez introduzido na cloaca, o mesmo permaneceu em contato com a mucosa cloacal até que a leitura se estabilizasse. Foi aferida a temperatura cloacal de dois pintos por bandeja, totalizando 32 pintos por tratamento.

3.1.5. Delineamento Experimental

Para as avaliações de rendimento de incubação o delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, constituído por dois tratamentos com 16 repetições, sendo a bandeja de 96 ovos considerada a repetição.

Para a avaliação de temperatura cloacal e peso do saco vitelino e a sua relação percentual com peso dos pintos o delineamento experimental foi o mesmo utilizado para o rendimento de incubação sendo que neste caso cada pinto foi considerado uma das 32 repetições de cada tratamento.

As médias das variáveis que apresentaram normalidade e homocedasticidade pelos testes de Lilliefors e Bartlett foram comparadas pelo teste F (Sampaio, 2007). As análises dos dados foram realizadas por meio do programa SAEG (Sistema... 2007). As médias das respostas não normais e não homogêneas foram comparadas pelo teste de Mann-Whitney, utilizando-se o mesmo programa.

3.2. Segunda fase experimental

Nessa fase foram analisados os efeitos das diferentes temperaturas oferecidas na incubação (sem manipulação e com manipulação térmica) sobre o desempenho e a temperatura cloacal de frangos de corte de um até 28 dias de idade.

3.2.1. Local

A segunda fase experimental foi realizada no Laboratório de Metabolismo Animal da Escola de Veterinária da UFMG (LAMA-UFMG), no período de 22 de agosto a 19 de setembro de 2012.

3.2.2. Instalações e equipamentos

As aves foram alojadas em baterias, constituídas de 24 gaiolas de proporção correspondente a 96 (comprimento) x 97 (largura) x 40 cm (altura) cada. Durante as primeiras duas semanas de idade, as aves de cada gaiola permaneceram aquecidas com duas lâmpadas de 60 watts. Neste período foi utilizado em cada gaiola um bebedouro tipo copo com capacidade de dois litros e um comedouro calha. Posteriormente os bebedouros foram substituídos por bebedouros tipo nipple e os comedouros pequenos substituídos por comedouros tipo calha com capacidade para três quilogramas. O programa de luz estabelecido após a fase de aquecimento por lâmpadas foi de 12 horas escuro e 12 horas de luz.

3.2.3. Aves e manejo

Foram utilizados 360 pintos machos provenientes da eclosão dos ovos da primeira fase experimental. Após a sexagem, seleção e vacinação (doença de Marek), foi tomada ao acaso uma amostra de 12 pintos de cada uma das bandejas, totalizando 384 pintos, 192 aves oriundas de cada tratamento. Os pintos foram transportados do incubatório até a Escola de Veterinária da UFMG em caixas de papelão devidamente identificadas de acordo com os tratamentos. As aves foram alojadas 24 horas após o nascimento. O alojamento das aves seguiu o mesmo delineamento da primeira fase, ou seja, pintos oriundos do nascedouro com manipulação térmica embrionária constituíram um tratamento e pintos oriundos do nascedouro sem manipulação térmica constituíram outro tratamento. As aves de cada tratamento da primeira fase foram distribuídas em 12 boxes de 15 aves cada, totalizando 24 boxes. A água e a ração foram fornecidas à vontade. O novo período experimental foi de um a 30 dias de idade das aves, onde a temperatura ambiente foi regulada para atender as exigências de termoneutralidade dos animais em cada período de vida.

3.2.4. Alimentação

Para a formulação da ração e cálculo dos níveis nutricionais, foram considerados os valores nutricionais dos ingredientes estabelecidos nas tabelas brasileiras sobre exigências nutricionais de aves e suínos (Rostagno et al., 2011). A ração utilizada foi a mesma para as aves dos dois tratamentos.

Tabela 1. Composição percentual e valores nutricionais calculados das rações para a fase inicial e crescimento

Ingredientes	Ração fase inicial (1-21 d)	Ração fase crescimento (22-40)
Milho (%)	58,3	62,66
Soja farelo 45% PB (%)	32,5	27,66
Farinha de carne e ossos 44% (%)	5,75	5,00
Óleo de soja (%)	1,83	3,33
Complexo vitamínico/mineral ¹ (%)	0,4	0,40
Calcário fino (%)	0,224	0,36
Sal comum (%)	0,39	0,33
DL-metionina (%)	0,33	0,20
L-lisina HCl (%)	0,19	0,04
L-Treonina (%)	0,05	-
TOTAL (%)	100,00	100,00
Níveis nutricionais		
Energia Metabolizável (Kcal/Kg)	3.000	3.146
Proteína bruta (%)	22,5	19,99
Cálcio (%)	0,96	0,90
Fosforo disponível (%)	0,48	0,42
Lisina digestível (%)	1,21	0,96
Metionina+cistina diges (%)	0,90	0,72
Metionina digestível (%)	0,62	0,46
Sódio (%)	0,21	0,18
Treonina digestível (%)	0,78	0,66
Triptofano digestível (%)	0,22	0,19
Valina digestível (%)	0,92	0,82

¹*Produto comercial: Suplemento Vitamínico Mineral com agente anticoccidiano e promotor. Cada 1,0 kg contém: Vit. A 3.500.000 UI, Vit. D3 625.000 UI, Vit. E 6.250mg, Vit. K3 750 mg, Vit. B1 500 mg, Vit. B2 1.250 mg, Vit. B6 1.000 mg, Vit. B12 6.250 mcg, Biotina 25 mg, Niacina 8.750 mg, Ácido Fólico 250 mg, Ácido Pantotênico 3.000 mg, Selênio 45 mg, Iodo 175 mg, Ferro 12.525 mg, Cobre 2.500 mg, Manganês 19.500, Zinco 13.750 mg, Bacitracina de Zinco 18.750 mg, Antioxidante 500 mg; Fitase-75ftu; BHT 25.000mg.*

3.2.5. Tratamentos

Os tratamentos foram definidos pela criação de aves, oriundas dos dois tratamentos térmicos realizados na primeira fase, em ambiente termoneutro:

- ✓ T1= aves SMT no nascedouro
- ✓ T2= aves CMT no nascedouro

3.2.6. Variáveis analisadas

3.2.6.1. Desempenho produtivo

3.2.6.1.1. Peso dos pintos no momento do alojamento

Imediatamente antes do alojamento, todos os pintos foram pesados. As pesagens foram realizadas em grupo de 15 aves, correspondendo a cada repetição, e o peso médio foi calculado, dividindo-se o peso da repetição pelo número de animais.

3.2.6.1.2. Peso corporal e ganho de peso acumulado

Todas as aves foram pesadas ao final de cada semana experimental. As pesagens foram realizadas em grupo, correspondendo a cada repetição. O ganho de peso foi calculado descontando-se o peso inicial dos pintos ao alojamento.

3.2.6.1.3. Consumo de ração

Para todos os tratamentos o consumo de ração foi controlado semanalmente. O consumo de ração foi obtido a partir da quantidade de ração oferecida na semana subtraindo-se a sobra no final de cada semana. A mortalidade de cada período foi considerada.

3.2.6.1.4. Conversão alimentar

O cálculo da conversão alimentar dos frangos foi realizado com base no consumo médio de ração e o ganho médio de peso das aves ao final de cada experimento. A mortalidade de cada período foi considerada.

3.2.6.1.5. Taxa de viabilidade

O número de aves mortas foi registrado diariamente e o cálculo da porcentagem de mortalidade foi realizado, diminuindo-se o número total de aves de cada tratamento pelo número total de aves mortas, e multiplicando-se o resultado por 100. A partir dessa taxa foi calculada a porcentagem de viabilidade.

3.2.6.2. Avaliação de parâmetro fisiológico

3.2.6.2.1. Temperatura cloacal

A temperatura cloacal foi aferida da mesma maneira relatada na primeira fase experimental e nos mesmos dias da avaliação do ganho de peso. Foram utilizados os dados das temperaturas cloacais de dois animais por gaiola, sendo cada animal a repetição, totalizando 24 animais por tratamento.

3.2.7. Delineamento experimental

Para as avaliações de desempenho o delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, com dois tipos de manipulação térmica na incubação e, constituído, portanto, de dois tratamentos com 12 repetições de 15 aves cada.

Para a avaliação de temperatura cloacal o delineamento experimental foi o mesmo utilizado anteriormente sendo que, neste caso, cada ave foi considerada uma das 24 repetições de cada

tratamento. A normalidade e homocedasticidade dos dados foram verificadas pelo teste de Lilliefors e Bartlett. Os dados normais e homogêneos foram submetidos às análises de variância e as médias comparadas pelo teste F (Sampaio, 2007). As análises dos dados foram realizadas por meio do programa SAEG (Sistema... 2007).

3.3. Terceira fase experimental

Nessa fase foram analisados os efeitos das diferentes temperaturas oferecidas na incubação (sem manipulação e com manipulação térmica) sobre o desempenho e a temperatura cloacal de frangos submetidos ou não a temperatura elevada no final do período de criação.

3.3.1. Local

A terceira fase experimental também foi realizada no Laboratório de Metabolismo Animal da Escola de Veterinária da UFMG, no período de 20 de setembro a um de outubro de 2012.

3.3.2. Instalações e equipamentos

As mesmas aves e as mesmas gaiolas utilizadas na segunda fase experimental foram utilizadas nesse período. Após a pesagem de todas as repetições, no 28º dia de idade, foi realizada a divisão de cada tratamento da segunda fase em dois. Do 29º ao 40º dia de idade das aves, uma bateria de gaiolas foi transferida para uma sala onde as aves foram submetidas ao estresse calórico por determinado período durante o dia. O programa de luz utilizado foi de 12 horas de luz e 12 horas de escuro.

3.3.3. Aves e manejo

Na terceira fase foram utilizadas as mesmas aves da fase anterior. A distribuição das aves em cada gaiola permaneceu a mesma, contudo cada tratamento da segunda fase foi dividido em dois tratamentos de temperatura na fase final. As médias dos pesos de cada tratamento da segunda fase foram consideradas para que a divisão resultasse em equivalência de pesos médios iniciais para cada novo tratamento da terceira fase experimental. Portanto, houve quatro tratamentos de seis repetições cada, contendo uma média de 15 aves em cada gaiola. A água e a ração foram fornecidas à vontade. O período experimental foi de 29 a 40 dias de idade das aves. Na sala na qual as aves foram estressadas ao calor por meio do uso de três

aquecedores, a temperatura ambiental foi mantida numa média de 30°C durante seis horas/dia, a partir das 10h00min da manhã de cada dia. Na sala de termoneutralidade a temperatura ambiental foi mantida numa média de 23,8°C durante todo o período.

3.3.4. Alimentação

Para a formulação da ração e cálculo dos níveis nutricionais foram considerados os valores nutricionais dos ingredientes estabelecidos nas tabelas brasileiras sobre exigências nutricionais de aves e suínos (Rostagno et al., 2011), como descrito na tabela 1. A ração utilizada foi a mesma para as aves dos quatro tratamentos.

3.3.5. Tratamentos

Os tratamentos foram definidos pela indução de estresse calórico ou não, nos frangos do 30º ao 40º dia de idade oriundos dos tratamentos da 1ª fase experimental. Os tratamentos dessa terceira fase foram:

- ✓ T1= SMT no nascedouro e sem desafio ao calor na 5ª semana
- ✓ T2= SMT no nascedouro e com desafio ao calor na 5ª semana
- ✓ T3= CMT no nascedouro e sem desafio térmico ao calor na 5ª semana
- ✓ T4= CMT no nascedouro e com desafio térmico ao calor na 5ª semana

3.3.6. Variáveis analisadas

3.3.6.1. Desempenho produtivo

As variáveis de desempenho produtivo foram as mesmas avaliadas na segunda fase experimental.

3.3.6.2. Avaliação de parâmetro fisiológico

3.3.6.2.1. Temperatura cloacal

A temperatura cloacal foi aferida da mesma maneira relatada na 2ª fase experimental. Foram utilizados dois animais por boxe, sendo cada animal a repetição, totalizando 12 animais por tratamento. Essas análises foram realizadas diariamente do 31º ao 39º dia de vida, às 16h00min.

3.3.7. Delineamento experimental

Para as avaliações de desempenho, o delineamento experimental foi inteiramente ao acaso em esquema fatorial 2x2, com dois tipos de manipulação térmica na incubação e dois tipos de manipulação térmica do 30º ao 40º dia de idade, constituído, portanto, de quatro tratamentos com seis repetições de 15 aves cada.

Para a avaliação de temperatura cloacal o delineamento experimental foi o mesmo utilizado anteriormente sendo que, neste caso, cada ave foi considerada uma das 12 repetições de cada tratamento.

A normalidade e homocedasticidade dos dados foram verificadas pelo teste de Lilliefors e Bartlett. Os dados normais e homogêneos foram submetidos às análises de variância e as médias comparadas pelo teste F (Sampaio, 2007), utilizando o programa SAEG (Sistema... 2007). As médias das respostas não normais e não homogêneas foram comparadas pelo teste de Kruskal-Wallis, utilizando-se o mesmo programa.

3.4. Comitê de Ética em Experimentação Animal

A metodologia utilizada nesse experimento foi aprovada pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal da Universidade Federal de Minas Gerais – CETEA, sob protocolo n° 253/11.

4. RESULTADOS E DICUSSÃO

4.1. **Primeira fase experimental** - Efeitos da manipulação térmica embrionária sobre o rendimento de incubação e temperatura cloacal em pintos de um dia.

Os dados de temperatura e umidade nos nascedouros estão apresentados na figura 2.

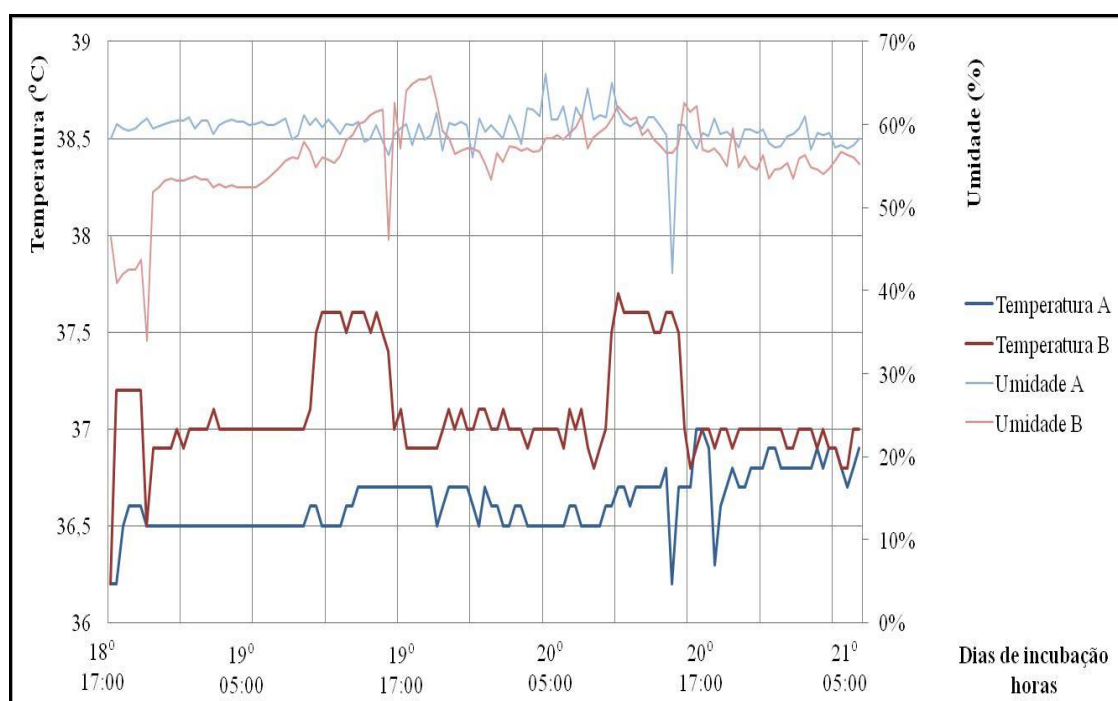


Figura 2. Temperaturas e umidades registradas no nascedouro A (36,5°C) e B(37,5°C).

A transferência dos ovos para os nascedouros e início da manipulação térmica diferenciada foram realizados no 18º dia de incubação às 10:00 h. Contudo, os registros de temperatura e umidade pelo *datalogger* iniciaram-se somente a partir das 17:00 h desse mesmo dia. Com isso, o gráfico apresentou somente dois picos completos de alteração na temperatura do nascedouro B (37,5°C, seis h/d, nos dias 19 e 20 de incubação) em relação ao nascedouro A (36,5°C, continuamente, no mesmo período). Observa-se que o aumento em um grau proposto no nascedouro B em relação ao nascedouro A foi atingido com êxito. Porém, notou-se que a máquina B apresentou dificuldade em diminuir a temperatura após a manipulação térmica, mantendo-se em 37°C durante o tempo em que estava regulada para se manter constante a uma temperatura de 36,5°C. Isso pode ser justificado pelo alto metabolismo embrionário nos

últimos dias de incubação, o que leva ao aumento da sua produção de calor e, conseqüentemente, à maior condutância do calor dos ovos para a máquina que, por sua vez, pode apresentar dificuldades em resfriar-se adequadamente. Mesmo que neste experimento a avaliação da produção de calor não tenha sido realizada, o aumento nos valores dessa variável é citado na literatura por Lourens et al. (2007) e Tzschentke (2008).

Os dados de peso dos ovos antes da incubação e da perda de peso dos ovos no momento da transferência estão apresentados na tabela 2.

Tabela 2. Peso médio dos ovos, em gramas, antes da incubação e perda de peso dos ovos, em porcentagem, durante incubação, de acordo com os diferentes tipos de manipulação térmica embrionária a serem oferecidos nos nascedouros

Incubação	Peso dos ovos antes da incubação (g)	Perda de peso dos ovos durante incubação (%)
36,5°C	69,57	10,39
37,5°C	69,67	10,35
CV (%)	0,97	3,49

Médias não seguidas de letras nas colunas não foram significativas pelo teste F ($p>0,05$)

As variáveis analisadas demonstram que os ovos coletados e incubados para os dois tratamentos apresentavam pesos semelhantes ($p>0,05$) e, portanto, asseguraram a uniformidade das amostras. Os valores de perda de peso dos ovos no momento da transferência para os nascedouros se apresentaram sem diferença significativa ($p>0,05$) entre os tratamentos e com valores dentro do recomendado por Molennar et al. (2010), ou seja, até 14%.

Nas tabelas 3 a 7 estão apresentados os dados referentes ao rendimento de incubação.

Tabela 3. Percentual de mortalidade embrionária de zero a sete dias, oito a 14 dias, 15 a 18 dias, 19 a 21 dias mais bicados com embriões vivos ou mortos e ovos contaminados e desidratados, calculado sobre o número de ovos férteis, de acordo com os diferentes tratamentos térmicos oferecidos nos nascedouros

Incubação	Mortalidade 0-7 (%)	Mortalidade 8-14 (%) ¹	Mortalidade 15-18 (%) ¹	Mortalidade 19-21 bicados (%) ¹	Ovos mais vivos contaminados/ desidratados (%) ¹
36,5°C	2,43	0,40	0,53	3,72	0,40
37,5°C	2,35	0,20	0,53	4,24	0,60
CV (%)	53,19	-	-	-	-

Médias não seguidas de letras nas colunas são semelhantes pelo teste F ($p>0,05$).

¹Médias não seguidas de letras nas colunas são semelhantes pelo teste de Mann-Whitney ($p>0,05$).

Não houve efeito dos tratamentos sobre as variáveis estudadas. Os resultados de mortalidade até o 18º dia de incubação demonstram que até esse momento as amostras dos dois tratamentos apresentavam-se uniformes, quando, então foram submetidas a diferentes temperaturas nos nascedouros (tabela 3). Os dados de mortalidade a partir do 19º dia de incubação demonstram que não houve efeito da manipulação térmica sobre a mortalidade dos embriões no período avaliado ($p>0,05$) (tabela 3). Esse resultado está de acordo com Yalçın et al. (2008), que ao realizarem diferentes manipulações térmicas (37,8°C controle; 38,5°C seis/h/d) do 10º ao 18º dia de incubação em ovos de diferentes idades de matrizes, concluíram que a mortalidade embrionária não foi afetada pelos tratamentos térmicos, mas esteve relacionada com a idade de produção da matriz. Entretanto, Willemsen et al. (2010), ao avaliarem o efeito de temperaturas de incubação abaixo (34,6°C) e acima (40,6°C) da temperatura controle (37,6°C) sobre a mortalidade embrionária, concluíram que essa variável apresentou menores valores no grupo de alta temperatura de incubação. O trabalho de Willemsen et al. (2010) é essencial para demonstrar como o aumento excessivo da temperatura de incubação pode afetar negativamente o metabolismo do embrião e, assim, aumentar a mortalidade final.

No presente trabalho, os resultados de ovos contaminados e desidratados foram agrupados de acordo com cada tratamento, visto que, individualmente, não apresentaram diferença significativa ($p>0,05$). Contudo, mesmo apresentados em conjunto, não houve diferença na resposta dessa variável (tabela 3). Isso demonstra que o aumento de temperatura realizado no nascedouro não levou a maior perda de peso dos ovos decorrente de desidratação, tampouco levou a maior contaminação dos ovos por alteração no ambiente de incubação.

Tabela 4. Percentual de pintos nascidos sobre o número de ovos férteis incubados, 12 horas antes da retirada dos pintos dos nascedouros

Incubação	Eclosão 12 horas antes (%)
36,5 ° C	65,60
37,5° C	71,14
CV (%)	28,37

Médias não seguidas de letras na coluna são semelhantes pelo teste F ($p>0,05$).

Não houve efeito dos tratamentos sobre o percentual de ovos nascidos doze horas antes do nascimento programado. Apesar de neste trabalho o percentual de eclosão do grupo com manipulação térmica ser 8,0 % superior ao grupo controle 12 horas antes do período final de incubação, esse resultado não demonstrou diferença significativa ($p>0,05$) entre os tratamentos térmicos (tabela 4). Em estudo similar, Yalçın et al. (2008) concluíram que o grupo tratado termicamente com calor de 38,5°C por seis horas/dia, do 10 ao 18° dia de incubação, apresentou atraso de seis horas para iniciar e finalizar a eclosão em relação ao grupo controle. Da mesma maneira, Pistun et al. (2008) concluíram que a taxa de eclosão de 50% dos pintos foi negativamente afetada pela exposição de embriões à temperatura constante (24h) de 39,5°C do 7° ao 16° dia de idade. Em ambos os trabalhos, o atraso pode ser explicado pelo menor metabolismo apresentado pelos embriões desafiados ao calor, visto que em embriodiagnóstico após o período final de eclosão notou-se menor absorção do saco vitelino nesse grupo quando comparado com o grupo controle. As diferenças encontradas em relação a esses trabalhos citados podem estar ligadas ao fato de que no presente estudo a temperatura de estresse submetida aos animais ser muito próxima da temperatura de conforto nesse período, resultando em pouca influência na duração do período total de incubação e, logo, não ser capaz de afetar o tempo de eclosão. Outra explicação reside no alto coeficiente de variação

encontrado para essa variável, o que pode ter impossibilitado observar diferenças entre os tratamentos.

Tabela 5. Fertilidade em relação ao número de ovos incubados, percentuais de eclosão com 504 horas em relação ao número total de ovos incubados e em relação ao número total de ovos férteis incubados, de acordo com os diferentes tratamentos térmicos oferecidos nos nascedouros

Incubação	Fertilidade em relação ao número de ovos incubados (%)	Eclosão em relação ao número total de ovos incubados (%)	Eclosão em relação ao número total de ovos férteis incubados (%)
36,5 ° C	96,61	89,38	92,48
37,5° C	96,61	88,93	92,05
CV (%)	2,15	4,43	3,42

Médias não seguidas de letras nas colunas são semelhantes pelo teste F ($P > 0,05$).

Não houve diferença significativa ($p > 0,05$) na fertilidade em relação aos tratamentos térmicos, o que era esperado visto que os ovos foram provenientes do mesmo lote e divididos ao acaso entre eles. (tabela 5). Os percentuais de eclosão em relação ao número total de ovos incubados e em relação ao número total de ovos férteis incubados também não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$) entre os tratamentos (tabela 5). Resultados controversos sobre os efeitos da manipulação térmica durante a embriogênese para a variável eclodibilidade são encontrados na literatura (Yahav et al., 2004a; Collin et al., 2007; Willemsen et al., 2010). Yavah et al. (2004a) não encontraram diferenças significativas na eclodibilidade em relação ao número de ovos férteis quando a temperatura foi elevada para 38,5° C por três horas (do 16° ao 18° dia de incubação) quando comparada com o grupo controle (37,8°C). No trabalho de Collin et al. (2007), efeito significativamente ($p \leq 0,0001$) benéfico sobre a eclodibilidade foi encontrado em grupos manipulados termicamente do 8° ao 10° e do 16° ao 18° dia de incubação, utilizando temperatura de 39,5°C por três horas/dia quando comparada com o grupo controle, cuja temperatura de incubação era de 37,8°C. Já Willemsen et al. (2010) concluíram que o aumento contínuo de 3° C em relação à temperatura controle de 37,6° C, do 16° ao 18,5° dia de incubação, levou à significativa redução nos valores dessa variável ($p \leq$

0,0001). A divergência quanto às respostas encontradas podem ser explicadas pelas diferenças na duração e temperaturas aplicadas para provocar estresse térmico nos embriões.

Tabela 6. Percentuais de machos e fêmeas nascidos e de pintos vendáveis (machos e fêmeas), de acordo com os diferentes tratamentos térmicos oferecidos nos nascedouros

Incubação	Machos (%)	Fêmeas (%)	Vendáveis (%) ¹
36,5°C	52,42	47,57	98,07
37,5°C	51,46	48,53	98,16
CV (%)	8,96	9,69	-

Médias não seguidas de letras nas colunas são semelhantes pelo teste F ($p>0,5$).

¹Médias não seguidas de letras nas colunas são semelhantes pelo teste de Mann-Whitney ($p>0,05$).

Na tabela 6 são apresentados os percentuais de machos, de fêmeas e de pintos vendáveis (machos e fêmeas) de acordo com cada tratamento térmico oferecido nos nascedouros. Como se pode observar, nenhuma dessas variáveis apresentou diferença significativa ($p>0,05$) entre os tratamentos. Os resultados dos percentuais de machos e fêmeas discordam de Tzschentke e Halle (2009), que relataram que o aumento da temperatura de incubação para 38,3°C por duas horas/dia, a partir do 18º dia até o momento final de incubação, levou ao aumento significativo do percentual de machos em relação ao percentual de fêmeas, o que não foi observado no grupo controle. Os autores justificam essa ocorrência sugerindo que embriões de frangos machos são mais sensíveis às variações na temperatura de incubação que embriões fêmeas e, portanto, foram beneficiados com o tratamento térmico em questão. A divergência nas respostas encontradas entre os trabalhos pode ser explicada pelas diferentes temperaturas e duração das manipulações térmicas utilizadas com o intuito de alcançar melhores benefícios de termotolerância em frangos de corte.

A avaliação da qualidade de pintos nascidos foi representada pela variável pintos vendáveis, que neste trabalho não apresentou diferença significativa ($p>0,05$) entre os tratamentos. O mesmo resultado foi encontrado por Tzschentke e Halle (2009), que ao avaliar a qualidade dos pintos por meio do método Pasgar[®], concluíram que essa variável não é afetada pelos tratamentos térmicos empregados no período final de incubação.

Tabela 7. Peso dos pintos, temperatura cloacal e percentual peso do saco vitelino/peso do pinto no momento da eclosão, de acordo com os diferentes tratamentos térmicos oferecidos nos nascedouros

Incubação	Peso dos pintos (g)	Temperatura cloacal (° C)	Percentual peso do saco vitelínico/peso do pinto
36,5°C	48,63	39,10	12,83
37,5°C	48,49	38,86	12,00
CV (%)	2,40	1,03	16,98

Médias não seguidas de letras nas colunas não foram significativas pelo teste F ($p>0,05$).

Os resultados para peso dos pintos, temperatura cloacal e relação percentual entre peso do saco vitelino/peso do pinto no momento da eclosão não apresentaram diferenças significativas ($p>0,05$) entre os tratamentos (tabela 7). No trabalho de Yahav et al. (2004a) as mesmas variáveis foram avaliadas. O peso ao nascimento não apresentou diferença significativa entre os tratamentos térmicos controle e o tratamento com desafio térmico. No entanto, a temperatura cloacal se apresentou significativamente mais reduzida no grupo estressado durante a incubação que no grupo controle, o que não foi observado no presente trabalho. Yahav et al. (2004a) afirmam que uma redução na temperatura corporal dos animais desafiados na incubação, em comparação ao grupo controle, é um efeito da aquisição de termotolerância, já que essa resposta é reflexo de menor taxa metabólica, decorrente dos efeitos da manipulação térmica, e importante ferramenta para tolerar o calor em desafios subsequentes.

4.2. Segunda fase experimental - Efeitos das diferentes temperaturas oferecidas na incubação (sem manipulação e com manipulação térmica) sobre as características de desempenho e a temperatura cloacal de frangos de corte até 28 dias de idade.

Os dados de peso inicial (PMI), peso sete dias (PM7), consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA) e viabilidade (VIA) dos frangos de corte no período de um a sete dias de idade e de um a 28 dias de idade estão apresentados nas tabelas 8 e 9.

Tabela 8. Peso inicial (PMI), peso aos sete dias (PM7), consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA) e viabilidade (VIA) dos frangos de corte machos no período de um a sete dias de idade, de acordo com os diferentes tratamentos térmicos oferecidos nos nascedouros

Incubação	PMI (g)	PM7 (g)	CR (g)	GP (g)	CA (g/g)	VIA ¹ (%)
36,5°C	45,32	173,95	132,97	128,63	1,04	99,44
37,5°C	45,20	175,18	132,99	129,98	1,02	100,00
CV (%)	3,73	5,60	3,93	7,66	7,26	-

Médias não seguidas de letras nas colunas são semelhantes pelo teste F ($p>0,05$). ¹Médias não seguidas de letras nas colunas são semelhantes pelo teste de Mann-Whitney ($p>0,05$).

Tabela 9. Peso aos 28 dias (PM28), consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA) e viabilidade (VIA) dos frangos de corte machos no período de um a 28 dias de idade, de acordo com os diferentes tratamentos térmicos oferecidos no nascedouros

Incubação	PM28 (g)	CR (g)	GP (g)	CA (g/g)	VIA ¹ (%)
36,5°C	1575,62	2160,06	1530,30	1,41	95,0
37,5°C	1537,08	2116,71	1491,88	1,42	95,0
CV (%)	3,05	2,63	3,13	2,21	-

Médias não seguidas de letras nas colunas são semelhantes pelo teste F ($p>0,05$).

¹Médias não seguidas de letras nas colunas são semelhantes pelo teste de Mann-Whitney ($p>0,05$).

Tanto na primeira semana de vida quanto no período total da segunda fase experimental não houve diferenças significativas ($p>0,05$) entre os tratamentos realizados durante a incubação para nenhuma variável de desempenho avaliada. O mesmo resultado foi observado por Collin et al. (2007) para as variáveis peso corporal e conversão alimentar. Nesse experimento, os autores avaliaram o efeito da manipulação térmica do oitavo ao 10º, do 16º ao 18º e em ambos os períodos, em embriões incubados com temperatura controle de 37,8°C e com temperatura elevada para 39,5°C (três horas/dia), sobre os pesos corporais durante a fase de crescimento. Piestun et al. (2008) também não encontraram diferenças entre os pesos iniciais, aos sete e ao

28º dia de vida de pintos manipulados termicamente com temperaturas de 37,8°C (tratamento controle) e 39,5°C por 12 horas do 7º ao 16º dia de incubação.

Os resultados das temperaturas cloacais mensuradas durante o período de crescimento estão apresentados no figura 3.

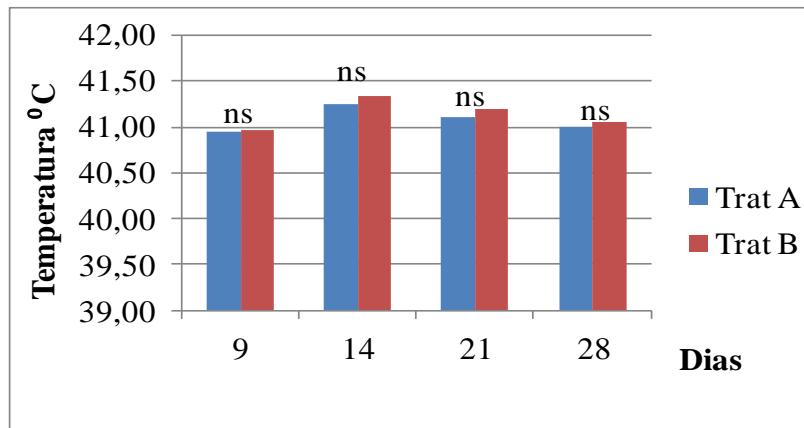


Figura 3. Temperaturas cloacais em frangos de corte no 9º, 14º, 21º e 28º dia de vida.

Trat A= animais oriundos do nascedouro 36,5°C e B= animais oriundos do nascedouro 37,5°C. ns = médias não significativas pelo teste F ($P>0,05$).

As temperaturas cloacais das aves submetidas aos tratamentos durante os dias avaliados se apresentaram semelhantes ($p>0,05$). Esse resultado demonstra que as diferentes manipulações térmicas utilizadas na incubação não influenciaram a temperatura corporal dos frangos durante o período de crescimento. Estes dados discordam dos de Collin et al. (2007) que observaram temperaturas corporais inferiores nos frangos oriundos de desafio térmico na incubação quando comparados com frangos do grupo controle ao 14º e ao 21º dia de vida. Os autores encontraram ausência de diferença significativa a partir do 28º dia de criação. A divergência entre os resultados deste experimento e o de Collin et al. (2007) pode ser explicada tanto pelo período, quanto pela sua duração e intensidade na qual a manipulação térmica foi realizada. Como mencionado anteriormente, a diminuição da temperatura corporal seria um possível efeito da aquisição de termotolerância ao calor, observada em frangos oriundos de ovos desafiados termicamente durante a incubação (Yahav et al., 2004a).

4.3. Terceira fase experimental - Efeitos das diferentes temperaturas oferecidas na incubação (sem manipulação e com manipulação térmica) sobre características de desempenho e a temperatura cloacal de frangos de corte submetidos ou não a temperatura elevada no final do período de criação.

Os resultados relativos ao consumo de ração dos frangos encontram-se nas tabelas 10 a 12. Não houve interação entre os tratamentos.

As aves de 28 a 35 dias de idade (tabela 10), independente do tipo de incubação, criadas em ambiente termoneutro apresentaram maior consumo de ração ($p \leq 0,05$) que aves submetidas ao estresse ao calor durante a produção. Esse resultado não se manteve na semana seguinte (tabela 11), mas foi novamente observado no período total de criação da terceira fase experimental (tabela 12). Nota-se que após cinco dias de exposição ao calor, do 35º ao 40º dia de idade (tabela 11), os frangos apresentaram uma capacidade de compensar o consumo de ração após o estresse calórico. Isso demonstra a capacidade de adaptação do animal, já que seu consumo foi semelhante ao consumo do grupo em termoneutralidade, mesmo com tempo de consumo em temperaturas amenas inferior ao grupo controle. Porém essa tentativa de compensação de consumo não foi eficiente durante todo o período de calor (tabela 12), evidenciando que a condição ambiental é fator primordial no desempenho das aves.

Em relação ao tipo de incubação, do 28º ao 35º dia de idade o consumo de ração foi maior ($p \leq 0,05$) para as aves oriundas de manipulação térmica com elevada temperatura quando comparadas às aves oriundas de incubação controle, independente do tipo de ambiente de criação que foram submetidas no final do período de criação (tabela 10). Isso demonstra que as aves desafiadas a temperaturas elevadas durante a incubação apresentaram melhor características de desempenho, o que também foi observado por Tzschentke e Halle (2009) ao avaliarem as mesmas variáveis do primeiro ao 35º dia de idade das aves. Contudo, esses resultados benéficos não se mantiveram na semana seguinte (tabela 11) nem no período total (tabela 12), onde não foram encontradas diferenças ($p > 0,05$) entre os tratamentos.

Tabela 10. Consumo de ração, em gramas, de 28 a 35 dias, de acordo com o tipo de incubação e o tipo de ambiente de produção

Incubação	Produção		Média
	Termoneutro	Calor Cíclico	
36,5°C	1238,18	1094,41	1166,51B
37,5°C	1272,84	1149,32	1211,08A
Média	1255,51a	1122,08b	

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste F ($p \leq 0,05$). CV= 4,45%.

Tabela 11. Consumo de ração, em gramas, de 35 a 40 dias, de acordo com o tipo de incubação e o tipo de ambiente de produção

Incubação	Produção		Média
	Termoneutro	Calor Cíclico	
36,5°C	1377,60	1344,77	1361,18
37,5°C	1387,75	1317,23	1352,49
Média	1382,67	1331,00	

Médias na linha e na coluna são semelhantes pelo teste F ($p > 0,05$). CV= 4,59%.

Tabela 12. Consumo de ração, em gramas, de 28 a 40 dias, de acordo com o tipo de incubação e o tipo de ambiente de produção

Incubação	Produção		Média
	Termoneutro	Calor Cíclico	
36,5°C	2615,78	2439,61	2527,70A
37,5°C	2645,05	2466,55	2555,80A
Média	2630,42a	2453,08b	

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, são diferentes pelo teste F ($p \leq 0,05$). CV= 4,04%.

Os dados referentes ao peso dos pintos e frangos estão demonstrados nas tabelas 13 a 15.

Tabela 13. Peso dos frangos, em gramas, aos 28 dias de idade, de acordo com o tipo de incubação e o tipo de ambiente de produção

Incubação	Produção		Média
	Termoneutro	Calor Cíclico	
36,5°C	1574,94	1576,31	1575,62
37,5°C	1532,82	1541,34	1537,08
Média	1553,88	1558,82	

Médias na linha e na coluna são semelhantes pelo teste F ($p>0,05$). CV= 3,19%.

Não houve efeito dos tratamentos prévios sobre o peso das aves aos 28 dias de idade. Esta análise não foi influenciada ($p>0,05$) pelo tipo de ambiente de incubação e de produção. Esse resultado demonstra que antes de iniciar o desafio térmico no período final de criação, todos os tratamentos se apresentavam homogêneos, o que foi importante para garantir uma comparação adequada entre eles durante e após o período no qual a temperatura ambiental se elevou.

Tabela 14. Peso dos frangos, em gramas, aos 35 dias de idade, de acordo com o tipo de incubação e o tipo de ambiente de produção

Incubação	Produção		Média
	Termoneutro	Calor Cíclico	
36,5°C	2286,97	2184,56	2235,76A
37,5°C	2319,07	2170,95	2245,01A
Média	2303,02a	2177,75b	

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste F ($p\leq 0,05$). CV= 3,45%.

Tabela 15. Peso dos frangos, em gramas, aos 40 dias de idade, de acordo com o tipo de incubação e o tipo de ambiente de produção

Incubação	Produção		Média
	Termoneutro	Calor Cíclico	
36,5°C	2783,86	2705,15	2744,51A
37,5°C	2743,23	2667,30	2705,27A
Média	2763,55a	2686,23b	

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste F ($p \leq 0,05$). CV= 2,05%.

Não houve interação entre os tratamentos para os pesos aos 35 e 40 dias de idade. No 35° e 40° dia de idade, no qual as aves já haviam sido submetidas a cinco e 10 dias de calor, respectivamente, o peso corporal dos frangos não foi influenciado pelo tipo de incubação ($p > 0,05$), mas sim pelo ambiente de produção. Aves criadas em ambiente termoneutro apresentaram maiores pesos ($p \leq 0,05$) quando comparadas com aves criadas em ambiente de calor cíclico, independente do tipo de incubação a que foram submetidas (tabelas 14 e 15). Este resultado é esperado em função dos efeitos negativos do estresse por calor a que as aves foram submetidas.

Nas tabelas 16 a 18 estão demonstrados os dados relativos à conversão alimentar. Não houve interação entre os tratamentos.

Tabela 16. Conversão alimentar (g/g) dos frangos de 28 a 35 dias, de acordo com o tipo de incubação e o tipo de ambiente de produção

Incubação	Produção		Média
	Termoneutro	Calor Cíclico	
36,5°C	1,73	1,80	1,77A
37,5°C	1,64	1,82	1,73A
Média	1,69a	1,81b	

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, são diferentes pelo teste F ($p \leq 0,05$). CV= 5,88%.

Independente do tipo de ambiente de incubação, os frangos do 28º ao 35º dias de idade submetidos ao estresse por calor apresentaram piora na conversão alimentar ($p \leq 0,05$) quando comparados aos frangos criados em ambientes de termoneutralidade (tabela 21). Esse resultado apoia-se da teoria de Abu-Dieyeh (2006), que afirma que altas temperaturas de criação induzem mudanças fisiológicas nas aves assim como decréscimo na taxa metabólica, que por sua vez, resulta em decréscimo no consumo de alimentos, digestão ineficiente e diminuição do metabolismo.

Tabela 17. Conversão alimentar (g/g) dos frangos de 35 a 40 dias, de acordo com o tipo de incubação e o tipo de ambiente de produção

Incubação	Produção		Média
	Termoneutro	Calor Cíclico	
36,5°C	2,77	2,59	2,68A
37,5°C	2,94	2,66	2,80A
Média	2,85b	2,62a	

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, são diferentes pelo teste F ($p \leq 0,05$). CV=6,00%.

Contudo, no período de 35 a 40 dias de idade a conversão alimentar, apesar de também demonstrar ser independente do tipo de ambiente de incubação, apresentou melhores resultados ($p \leq 0,05$) para as aves criadas em ambiente de estresse cíclico que em de termoneutralidade (tabela 20). Este resultado não era esperado e demonstra que as aves criadas em ambiente termoneutro foram desafiadas e não apresentaram o desempenho esperado. Este desafio tem relação com a sala climatizada utilizada.

Tabela 18. Conversão alimentar (g/g) dos frangos de 28 a 40 dias, de acordo com o tipo de incubação e o tipo de ambiente de produção

Incubação	Produção		Média
	Termoneutro	Calor Cíclico	
36,5°C	2,16	2,16	2,16
37,5°C	2,18	2,19	2,18
Média	2,17	2,18	

Médias na linha e na coluna são semelhantes pelo teste F ($p > 0,05$). CV= 2,56%.

No período total de criação das aves nesta fase experimental, a conversão alimentar não foi influenciada por ($p>0,05$) nenhum tipo de ambientes de incubação e produção (tabela 18). Este resultado foi observado em função da perda de desempenho das aves criadas em ambiente termoneutro. A viabilidade dos frangos no período de 30 a 40 dias está apresentada na tabela 19. Não houve interação entre os tratamentos.

Tabela 19. Viabilidade, em percentagem, dos frangos de 30 a 40 dias, de acordo com o tipo de incubação e o tipo de ambiente de produção

Incubação	Produção		Médias
	Termoneutro	Calor Cíclico	
36,5°C	93,33	100	96,66
37,5°C	100	100	100
Médias	96,66	100	

Médias na linha e na coluna são semelhantes pelo teste Kruskal-Wallis ($p>0,05$).

Não houve efeito de tratamento para viabilidade das aves do 30º ao 40º dia de idade (tabela 19). Esta análise não foi influenciada ($p>0,05$) pelos diferentes tipos de ambientes de incubação e produção. Esse resultado demonstra que as manipulações térmicas durante a incubação e os diferentes tipos de ambiente de criação não exerceram efeito sobre a mortalidade no período avaliado.

Os resultados das temperaturas cloacais mensuradas a partir do 31º dia ao 39º dia de vida estão apresentados na figura 4. Não houve interação entre os tratamentos.

Durante todo o período avaliado a temperatura cloacal não foi influenciada ($p>0,05$) pelo tipo de manipulação térmica estabelecida na incubação. Temperaturas cloacais de aves criadas em ambiente de estresse calórico cíclico apresentaram-se maiores ($p\leq 0,05$) quando comparadas com as temperaturas cloacais de aves criadas em ambiente de termoneutralidade, independente do tipo de incubação a que foram submetidas (figura 3). Estes resultados demonstram que em ambientes quentes, frangos de corte apresentaram dificuldade em manter a temperatura corporal dentro zona de conforto térmico, o que não era esperado se algum tipo de adaptação ao calor, oriunda na manipulação térmica realizada na incubação, tivesse sido alcançada.

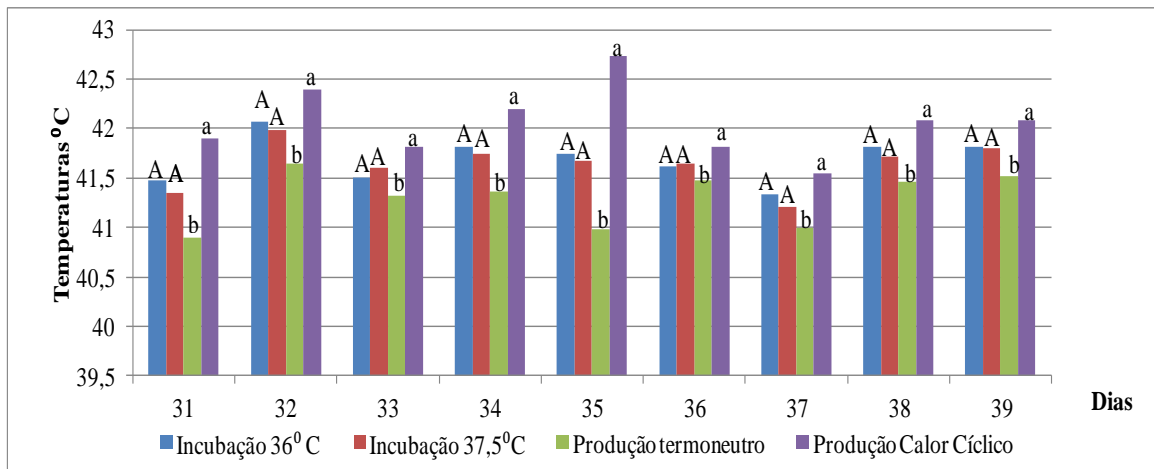


Figura 4. Temperaturas cloacais de frangos de corte, de acordo com os diferentes tipos ambientes de incubação e produção a partir do 31º ao 39º dia de vida. Médias seguidas de letras distintas, minúsculas nas colunas roxas e verdes e maiúsculas nas colunas azuis e vermelhas, são diferentes pelo teste F ($p \leq 0,05$). CV= 1,21%, 0,69%, 0,92%, 1,22%, 1,63%, 0,73%, 0,99%, 0,76%, 0,95%, para o 31º, 32º, 33º, 34º, 35º, 36º, 37º, 38º e 39º, respectivamente.

Os resultados encontrados para rendimento de incubação, parâmetros fisiológicos e desempenho das aves avaliados no presente trabalho demonstraram que a manipulação da temperatura durante a embriogênese, proposta por diversos autores como método eficaz para aumentar a termotolerância, não influenciaram nenhuma dessas variáveis. Tais respostas foram observadas provavelmente devido à impossibilidade em se estabelecer uma temperatura de incubação apropriada no nascedouro cuja temperatura foi elevada um grau a mais quando comparada com o nascedouro controle.

5. CONCLUSÃO

A manipulação térmica embrionária realizada neste trabalho não resultou em melhor adaptabilidade das aves em ambiente de estresse calórico no período final de criação.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABU-DIEYEH, Z. H. M. Effect of High Temperature *Per se* on Growth Performance of Broilers. *Int. J. of Poult. Sci.*, v. 5, n.1, p. 19-21, 2006.
- ARJONA, A. A.; DENBOW, D. M.; WEAVER JR, W. D. Effect of heat stress early in life on mortality of broilers exposed to high environmental temperatures just prior to marketing. *Poult. Sci.*, v. 67, p. 226-231, 1988.
- BALNAVE, D. Challenges of Accurately Defining the Nutrient Requirements of Heat-Stressed Poultry. *Poult. Sci.*, v. 83, p. 5–14, 2004.
- BORGES, S. A.; MAIORKA, A.; SILVA, A.V.F. Fisiologia do estresse calórico e a utilização de eletrólitos em frangos de corte. *Ciên. Rur. Sant. Mar.*, v.33, n.5, p.975-981, 2003.
- COLLIN, A.; BERRI, C.; TESSERAUD, S. et al. Effects of thermal manipulation during early and late embryogenesis on thermotolerance and breast muscle characteristics in broiler chickens. *Poult. Sci.*, v. 86, p. 795–800, 2007.
- DAGHIR, N. J. Poultry Production in Hot Climates. 2a Edição. Londres :CABI publications, 2008. 401 p. Disponível em:
<<http://faculty.ksu.edu.sa/25387/Documents/poultry%20production%20in%20hot%20climate.pdf>>. Acessado em: 15 de ago. 2011.
- DARRAS, V. M.; GEUTEN, S.V.; KÜHN, E. R. Thyroid hormone metabolism in poultry. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, v. 4, n. 1, p. 13–20, 2000.
- DECUYPERE, E.; MICHELS, H. Incubation temperature as a management tool: A review. *World's Poult. Sci. J.*, v. 48, p. 28-38, 1992.
- EMERY, J. Heat stress in poultry-Solving the problem. Londres: Defra publications (ADAS), 2004. 28 p. Disponível em: < <http://www.alpha.com/ahd>>. Acessado em: 5 de ago. 2011.
- FURLAN, R.L.; MACARI, M. Fisiologia Aviária Aplicada a Frangos de Corte: Termorregulação. Jaboticabal: Editora FUNEP, 2002. p. 209-230.
- KATZ A.; MEIRI N. Brain-derived neurotrophic factor is critically involved in thermal-experience-dependent developmental plasticity. *J. Neurosci.*, v. 26, p. 3899–3907, 2006.
- LIN, H.; JIAO, H. C.; BUYSE, J. et al. Strategies for preventing heat stress in poultry. *World's Poult. Sci. J.*, v. 62, p. 71-85, 2006.

- LOURENS A.; VAN DEN BRAND H.; HEETKAMP M.J.W. et al. Effects of eggshell temperature and oxygen concentration on embryo growth and metabolism during incubation. *Poult. Sci.*, v. 86, p. 2194-2199, 2007.
- MARCHINI, C.F.P.; SILVA, P.L.; NASCIMENTO, M.R.B.M. et al. Morfometria da mucosa duodenal em frangos de corte submetidos à temperatura ambiente cíclica elevada. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.61, n.2, p.491-497, 2009.
- MOLENAAR, R.; REIJRINK, I.A.M.; MEIJERHOF. et al. Meeting embryonic requirements of broilers throughout incubation: a review. *Rev. Bras. Cienc. Avic.*, v.12, n.3, p. 137-148, 2010.
- NICHELMANN, M.; TZSCHENTKE, B. Ontogeny of thermoregulation in precocial birds. *Comp. Biochem. Physiol.*, v. 131, p. 751–763, 2001.
- PIESTUN, Y.; SHINDER, D.; RUZAL, M. et al. Thermal manipulations during broiler embryogenesis: Effect on the acquisition of thermotolerance. *Poult. Sci.*, v. 87, p.1516–1525, 2008.
- QUINTEIRO FILHO, Wanderley Moreno. Efeitos do estresse térmico por calor sobre os índices zootécnicos, a integridade do trato intestinal e a imunidade inata em frangos de corte. 2009. Dissertação (Mestrado em Patologia Experimental e Comparada) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009. Disponível em: <HTTP://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/10/10133/tde-22042009-141514/>. Acessado em: 03 de dez de 2012.
- SELYE, H. The general adaptation syndrome and the diseases of adaptation. *J. Clin Endocrinol.*, v. 6, p. 117–230, 1946.
- SISTEMA de análises estatísticas e genéticas. Versão 9.1. Viçosa: UFV, 2007.
- STAR, L.; JUUL-MADSEN, H. R.; DECUYPERE, E. et al. Effect of early life thermal conditioning and immune challenge on thermotolerance and humoral immune competence in adult laying hens. *Poult. Sci.*, v. 88, p. 2253-2261, 2009.
- SYKES, A. H. E FATAFTAH, A.R. A. Acclimatisation of the fowl to intermittent acute heat stress. *Br. Poult. Sci.*, v. 27, p. 289-300, 1986a.
- SYKES, A. H. E FATAFTAH, A.R.A. Effect of a change in environmental temperature on heat tolerance in laying fowl. *Br. Poult. Sci.*, v. 27, p. :307-316, 1986b.
- TAZAWA, H.; MORIYA, K.; TAMURA, A.; et al. Ontogenetic study of thermoregulation in birds. *J. Therm. Biol.*, v. 26, p. 281–286, 2001.
- TZSCHENTKE, B e PLAGEMANN, A. Imprinting and critical periods in early development. *World's Poult. Sci. J.*, v. 62, p. 626-637, 2006.

TZSCHENTKE, B. Attainment to thermoregulation as affected by environmental factors. *Poult. Sci.*, v. 86, p. 1025–1036, 2007.

TZSCHENTKE, B. Monitoring the development of thermoregulation in poultry embryos and its influence by incubation temperature. *Comput. Electron. Agricult.*, vol. 64, p. 61–71, 2008.

TZSCHENTKE, B.; HALLE, I. Influence of temperature stimulation during the last 4 days of incubation on secondary sex ratio and later performance in male and female broiler chickens. *Brit. Poult. Sci.*, v. 50, p. 634–640, 2009.

YAHAV, S.; SHAMAY, A.; HOREV, G. et al. Effect of acquisition of improved thermotolerance on the induction of heat shock proteins in broiler chickens. *Poult. Sci.*, v. 76, p. 1428–1434, 1997.

YAHAV, S.; MCMURTRY, J. P. Thermotolerance Acquisition in Broiler Chickens by Temperature Conditioning Early in Life—The Effect of Timing and Ambient Temperature. *Poult. Sci.*, v. 80, p. 1662–1666, 2001.

YAHAV, S.; SASSON RATH, R.; SHINDER, D. The effect of thermal manipulations during embryogenesis of broiler chicks (*Gallus domesticus*) on hatchability, body weight and thermoregulation after hatch. *J. Therm. Biol.*, v. 29, p. 245–250, 2004a.

YAHAV, S., COLLIN, A.; SHINDER, D. et al. Thermal manipulations during broiler chick embryogenesis: Effects of timing and temperature. *Poult. Sci.*, v. 83, p. 1959–1963, 2004b.

YAHAV, S.; PIESTUN, Y.; HALEVY, O. Manipulação da temperatura durante a embriogênese- seu efeito sobre a aquisição e a qualidade da termotolerância em frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 24., 2010. Santos. *Anais...Santos: FACTA*, 2010. p. 239–254.

YALÇIN, S.; O' ZKAN, S.; ÇABUK, M. et al. Pre- and Postnatal Conditioning Induced Thermotolerance on Body Weight, Physiological Responses and Relative Asymmetry of Broilers Originating from Young and Old Breeder Flocks. *Poult. Sci.*, v. 84, p. 967–976, 2005.

YALÇIN, S.; ÇABUK, M.; BRUGGEMAN, V. et al. Acclimation to Heat During Incubation. 1. Embryonic Morphological Traits, Blood Biochemistry, and Hatching Performance. *Poult. Sci.*, v. 87, p. 1219–1228, 2008a.

YALÇIN, S.; BAGDATLIOGLU, N.; BRUGGEMAN, V. et al. Acclimation to Heat During Incubation. 2. Embryo Composition and Residual Egg Yolk Sac Fatty Acid Profiles in Chicks. *Poult. Sci.*, v. 87, p. 1229–1236, 2008b.

ZUBAIR, A. K. e LEESON, S. Compensatory growth in the broiler chicken: a review. *Poult. Sci.*, v. 52, p. 189–201, 1996.

WEYTJENS, S.; MEIJERHOF, R.; BUYSE, J. et al. Thermoregulation in chicks originating from breeder flocks of two different ages. *J. Appl. Poult. Res.*, v. 8, p. 139–145, 1999.

WILLEMSSEN, H.; KAMERS B.; DAHLKE, F. et al. High and low temperature manipulation during late incubation: Effects on embryonic development, the hatching process, and metabolism in broilers. *Poult. Sci.*, v. 89, p. 2678–2690, 2010.