

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

EFICIÊNCIA DE SISTEMAS EVAPORATIVOS E DOS
NÍVEIS DE ENERGIA NA RAÇÃO NO DESEMPENHO DE
FRANGOS DE CORTE EM CRESCIMENTO

Autora: Mariusa de Lima
Orientador: Prof. Dr. Orlando Rus Barbosa

Dissertação/Tese apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá - Área de Concentração Produção Animal

MARINGÁ
Estado do Paraná
Dezembro de 2009

O Senhor é meu pastor, nada me faltará.
Em verdes prados ele me faz repousar.
Conduz-me junto às águas refrescantes,
restaura as forças de minha alma.
Pelos caminhos retos ele me leva,
por amor do seu nome.
Ainda que eu atravessasse o vale escuro,
nada temerei, pois estais comigo.
Vosso bordão e vosso báculo são o meu amparo.
Preparais para mim a mesa à vista de meus inimigos.
Derramais o perfume sobre minha cabeça,
e transborda minha taça.
A vossa bondade e misericórdia hão de seguir-me
por todos os dias de minha vida.
E habitarei na casa do Senhor por longos dias.

(Salmo 22/23 atribuído ao Rei Davi)

Aos

meus pais Célia e Antônio
pelo amor, força, incentivo e
compreensão durante minhas ausências.

Aos

meus irmãos e irmãs
pelo carinho e estímulo.

Aos

meus sobrinhos
pelas alegrias.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus pela vida e oportunidades.

A Universidade Estadual de Maringá, por ter-me possibilitado desenvolver este trabalho.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de estudos.

Ao Prof. Dr. Orlando Rus Barbosa, pela dedicada orientação, ensinamentos, estímulo e amizade.

Ao professor Élcio Silvério Klosowski pela co-orientação.

Ao Departamento de Zootecnia, UEM, em especial o Prof. Geraldo Tadeu dos Santos que muito contribuiu para a realização deste curso.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, da UEM, pelos valiosos ensinamentos.

A Família Enge, pelo fornecimento de seus animais e de suas instalações para a execução deste trabalho e principalmente pela amizade.

A Copagril, pela oportunidade oferecida e apoio para a realização do experimento.

Ao Médico Veterinário Emerson Ibeiro Godinho e ao Zootecnista Luiz Caimi pelo auxílio prestado.

Ao Marcelo Palози de Oliveira e família pelo carinho, compreensão e apoio nessa caminhada.

Aos meus amigos zootecnistas (Deise Dalazen Castagnara, Caroline Capossi, Alexandre Krutzmann e André Lohmann) pela parceria e companheirismo na condução do experimento.

A Professora Alice Eiko Murakami e suas orientadas (Alexandra Potença, Ana Flávia Garcia e Luciana Souza) pela preciosa ajuda no abate das aves.

Aos professores Elias e Cláudio Yuji Tsutsumi pelo auxílio.

Aos colegas de curso, especialmente a Lina Maria Peñuela Sierra, pela amizade e apoio.

Aos colegas Zootecnistas Leandro Castilha, Alcênia May e ao Engenheiro Agrônomo Marcos Kipper, pela colaboração.

Ao meu namorado Douglas Ricardo Rocha, pelos conselhos, apoio e dedicação.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA DO AUTOR

MARIUSA DE LIMA, filha de Célia de Lima e Antônio Alves de Lima, nasceu em Pato Bragado, Paraná, no dia 25 de novembro de 1982.

Em novembro de 2006, concluiu o curso de Zootecnia pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná.

Em março de 2007, iniciou o Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, em nível de Mestrado, área de concentração Produção Animal, na Universidade Estadual de Maringá, realizando estudos na área de Bioclimatologia Animal.

No dia 16 de dezembro de 2009, submeteu-se à banca para defesa da Dissertação.

ÍNDICE

	Página
LISTA DE TABELAS.....	ix
LISTA DE FIGURAS.....	x
RESUMO	xi
ABSTRACT	xii
I- INTRODUÇÃO.....	1
1.1. O ambiente.....	2
1.1.1. Temperatura do ar.....	2
1.1.2. Umidade relativa do ar.....	3
1.1.3. Ventilação.....	3
1.1.4. Radiação	4
1.2. Trocas de calor entre o animal e o ambiente.....	4
1.3. O sistema termorregulador das aves.....	5
1.4 Zona de termoneutralidade.....	6
1.5. Níveis de energia nas rações para frangos de corte.....	7
1.6. Produção de frangos em países tropicais.....	9
1.7. Acondicionamento térmico.....	9
1.8. Sistema de resfriamento adiabático evaporativo (SRAE).....	10
1.9. Referências.....	12
II - Eficiência de sistemas evaporativos e dos níveis de energia na ração no desempenho de frangos de corte em crescimento	
RESUMO.....	17
ABSTRACT.....	18

Introdução	19
Material e Métodos	19
Resultados e Discussão	24
Conclusões	30
Referências	30

LISTA DE TABELAS

	Página
TABELA 1. Composição percentual e calculada das rações experimentais.....	23
TABELA 2. Médias estimadas da temperatura (°C) e umidade relativa do ar (%) obtidas nos diferentes galpões no período de 22 a 42 dias.....	24
TABELA 3. Médias estimadas de temperatura do ar e umidade relativa do ar encontrados nas sessões de ambos os galpões durante todo o período.....	26
TABELA 4. Médias estimadas e erros-padrão de consumo de ração corrigido (CRC) (kg), ganho de peso (GP) (kg), peso aos 42 dias (P42) (kg) e conversão alimentar (CA) em função do galpão e dos níveis de energia (kcal/kg).....	26
TABELA 5. Médias estimadas e erros-padrão da conversão alimentar (CA) em função das sessões no interior do galpão.....	27
TABELA 6. Médias estimadas de peso da ave viva (PAV) (kg), peso da ave eviscerada (PAE) (kg), peso do coração (PC) (%) e peso do fígado (PF) (%), em função do galpão e dos níveis de EM (kcal/kg).....	29

LISTA DE FIGURAS

	Página
FIGURA 1. Esquema de balanço de calor numa instalação para aves.....	3
FIGURA 2. Limites de temperatura corporal (°C).....	6
FIGURA 3. Representação esquemática da Zona de Termoneutralidade.....	6
FIGURA 4. Vista frontal e posterior do galpão1 (SRAE), vista frontal e lateral do galpão 2 SRAE+SETV).....	20
FIGURA 5. Croqui do galpão e distribuição dos boxes com os diferentes níveis de energia (tratamentos) no interior dos galpões.....	22
FIGURA 6. Efeito dos níveis de energia metabolizável (EM) no peso da gordura abdominal.....	28

II. EFICIÊNCIA DE SISTEMAS EVAPORATIVOS E DOS NÍVEIS DE ENERGIA NA RAÇÃO NO DESEMPENHO DE FRANGOS DE CORTE EM CRESCIMENTO

RESUMO: Foram utilizados dois galpões aviários, sendo o galpão 1 (SRAE) equipado com um sistema de resfriamento adiabático evaporativo e o galpão 2 (SRAE+SETV) equipado com um sistema de resfriamento adiabático evaporativo associado a um sistema evaporativo de tijolos vazados, instalado frontal e lateralmente a este galpão. Foram avaliadas a temperatura e a umidade relativa do ar por meio de equipamentos automáticos (datalogger), juntamente com o Índice Térmico Ambiental de Produtividade para frangos de corte (IAPfc). Utilizou-se 960 aves, machos, da linhagem Cobb, sendo as rações experimentais isoprotéicas, com exceção dos níveis energéticos, que variaram de 3100 a 3400 kcal. A utilização do sistema de resfriamento adiabático evaporativo SRAE foi mais eficiente quando associado ao sistema evaporativo de tijolos vazados SETV. O SRAE+SETV proporcionou um ambiente mais confortável e homogêneo mostrando efeito para os parâmetros produtivos, favorecendo a conversão alimentar. Mesmo os galpões apresentando ambientes moderadamente confortáveis, segundo os valores do IAPfc obtidos, o SRAE+SETV mostrou melhor equilíbrio nas condições ambientais entre as sessões. Os níveis de energia não influenciaram as variáveis analisadas, com exceção da deposição da gordura abdominal.

Palavras-chave: conforto térmico, desempenho, órgãos, resfriamento adiabático evaporativo.

II. EFFICIENCY OF EVAPORATIVE SYSTEMS AND RATION ENERGY LEVELS ON THE PERFORMANCE OF GROWING MEAT CHICKEN

ABSTRACT: Two aviary sheds were used, the shed 1 (AECS) equipped with an adiabatic evaporative cooling system and the shed 2 (AECS + ESPB) equipped with an adiabatic evaporative cooling system together with an evaporative system of perforated bricks in the front and side of the shed. The temperature and the relative humidity of the air were assessed with automated devices (datalogger), together with the Environmental Thermal Index of Productivity for meat chicken (ETIPmc). Nine hundred and sixty male chickens from the Cobb strain were used, fed with isoproteic diets, except for the energy levels, which varied from 3,100 to 3,400 kcal. The use of the AECS was more efficient when associated to the ESPB. The AECS + ESPB provided a more comfortable and homogeneous environment, reflected on the productive parameters and favoring food conversion. Although the sheds exhibited moderately comfortable environments, according to the ETIPmc obtained, the AECS + ESPB showed a better balance of the environmental conditions between the sessions. The energy levels did not influence the variables analyzed, with the exception of the deposition of abdominal fat.

KEY WORDS: evaporative adiabatic cooling, organs, performance, thermal comfort.

I. INTRODUÇÃO

A interação animal e ambiente deve ser considerada quando se busca maior eficiência na exploração pecuária, pois diferentes respostas do animal às peculiaridades de cada região são determinantes no sucesso da atividade. Assim, a correta identificação dos fatores que influem na vida produtiva do animal, como o estresse imposto pelas flutuações estacionais do meio ambiente, permite ajustes nas práticas de manejo dos sistemas de produção, possibilitando oferecer sustentabilidade e viabilidade econômica. Dessa forma, o conhecimento das variáveis climáticas, sua interação com os animais e as respostas comportamentais, fisiológicas e produtivas são preponderantes na adequação do sistema de produção aos objetivos da atividade (NEIVA et al., 2004).

A avicultura de corte tem impressionado pela competência e pelo dinamismo alcançado nas últimas décadas, proporcionando ao Brasil uma posição de destaque entre os maiores produtores mundiais de carne de frango. Isso se deve muito aos ganhos de produtividade obtidos pelo setor, favorecidos pelos avanços tecnológicos nas áreas de genética, nutrição, equipamentos, manejo e sistema de produção (ZILLI e BARROS, 2005).

Segundo USDA (2007) a carne de frango é a segunda mais consumida no mundo, com média de 21,4 kg/hab/ano, sendo os Estados Unidos o maior consumidor (46,1 kg/hab/ano).

Os maiores produtores dessa carne consumida mundialmente são Estados Unidos, China, Brasil e União Européia, respectivamente (FAO, 2007).

No que tange às exportações dessa carne no cenário global, o Brasil e Estados Unidos respondem por 75% da oferta e são os mais relevantes, enquanto os maiores importadores são Rússia, Japão, União Européia China e Arábia Saudita (USDA, 2008).

1.1. O ambiente

O ambiente animal é constituído do efeito combinado, dos seguintes elementos: variáveis termodinâmicas do ar ambiente (temperatura, umidade e velocidade do ar), bem como intensidade de radiação, chuva, luz, som, poluição, densidade de alojamento animal e condições de alimentação (BAËTA et al., 1992).

Conforme Macari e Furlan (1994) o ambiente pode ser definido como a soma dos impactos dos circundantes biológicos e físicos, e constitui um dos fatores responsáveis pelo sucesso ou fracasso do empreendimento avícola. Neste sentido, a condição ambiental deve ser gerenciada, na medida do possível, para evitar efeitos negativos sobre o desempenho produtivo das aves.

De acordo com Matias e Patarra (1995) e Sartor et al. (2000) no decorrer dos anos, os avicultores vêm intensificando suas técnicas de manejo, procurando melhorar o controle sanitário, a eficiência de mão-de-obra e o desempenho dos animais, pois os avanços nas áreas de nutrição e genética proporcionaram alta taxa de crescimento e redução do tempo de abate das aves, mas por outro lado, podem ter ocasionado problemas de sanidade, como aparecimento de doenças de natureza tipicamente ambientais, tais como: ascite, síndrome de morte súbita e coccidiose, bem como, em condições de estresse de calor, altas taxas de mortalidade, principalmente nas últimas semanas antes do abate.

1.1.1. Temperatura do ar

A temperatura do ar é considerada a principal variável do ambiente térmico, uma vez que a dissipação do calor sensível dos animais depende da diferença entre a temperatura corporal e a do ar. Também, tem influência sobre a dissipação de calor na forma latente. Para calcular o balanço térmico de uma instalação, devem ser consideradas diferentes formas de calor que entram e saem de uma instalação (Figura 1), dentre elas: o calor que atinge o abrigo via radiação solar, o calor sensível e latente liberado pelas próprias aves, o calor gerado por equipamentos e lâmpadas em geral, o calor que entra e sai via ventilação natural ou forçada, o calor que sai da instalação por condução através do piso, paredes, janelas, cortinas e do telhado, e o calor latente produzido pela fermentação da cama e dos excrementos. Para que a instalação forneça condições de conforto térmico para as aves, é importante que seu balanço térmico seja igual a zero. Quando o balanço térmico entre os

homeotermos e o ambiente é nulo, seu corpo encontra-se na faixa de conforto térmico (ALBRIGHT, 1990; TEIXEIRA, 1997).

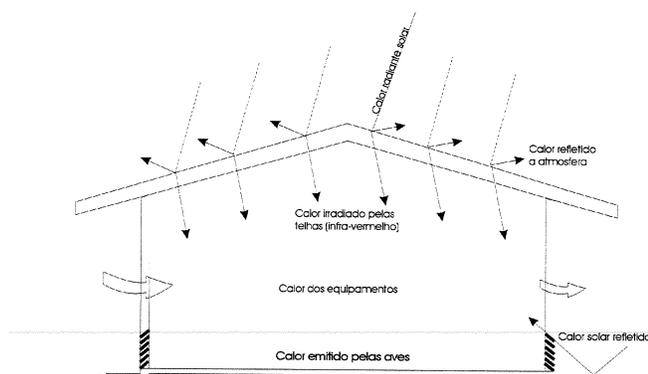


Figura 1. Esquema de balanço de calor numa instalação para aves (ALBRIGHT, 1990).

1.1.2. Umidade relativa do ar

Depois da temperatura ambiente, a variável termodinâmica do ar que mais influencia a termoneutralidade da ave é a umidade relativa do ar. Além de influir nos processos termorregulatórios, a alta umidade relativa do ar provoca a proliferação de microrganismos patogênicos, com conseqüente aparecimento de doenças nos animais, enquanto a umidade muito baixa provoca ressecamento das vias respiratórias, ocasionando desconforto que reflete em redução de consumo de alimento e do ganho de peso (LOPES e HARDOIM, 1993).

Quando o ar está seco, a perda de calor por via latente é um processo bastante eficiente de dissipação de calor pela ave. Quando a umidade relativa e a temperatura do ar são altas, a ave não pode ofegar com rapidez suficiente para remover todo o calor que precisa dissipar, sendo, pois, a umidade relativa associada a altas temperaturas, fator limitante da produtividade das aves. Para temperatura de 24°C e umidade relativa de 40%, o frango pode dissipar 50% de seu calor corporal por via latente, enquanto que para a mesma temperatura e umidade relativa de 85% (ar úmido), somente 22% do calor total consegue ser eliminado por via latente (RODRIGUES, 1998).

1.1.3. Ventilação

Para Tinôco (1998) a ventilação é necessária para eliminar o excesso de umidade do ambiente e da cama, provenientes da água liberada pela respiração das aves e dos dejetos,

permitir a renovação do ar e eliminar odores. Em outras palavras, a ventilação promove a mistura do ar existente no galpão, evita áreas onde o calor, umidade e contaminantes permaneçam concentrados e assegura que sua remoção seja eficiente.

Baccari Jr. (2001) define a ventilação como sendo o ar em movimento, e a rapidez com que se move sobre a pele do animal e exerce influência na taxa de perda de calor pela superfície corporal.

1.1.4. Radiação

A quantidade total de energia térmica trocada por um indivíduo através de radiação com o meio no qual se encontra, pode ser definida como Carga Térmica de Radiação (CTR), sendo que essas trocas térmicas por radiação entre os animais e seu meio ambiente assumem uma importância fundamental em climas tropicais. O animal pode trocar energia térmica por radiação com um número considerável de corpos diferentes, alguns dos quais constituídos por superfícies físicas ou apenas virtuais, como por exemplo, o céu aberto (SILVA, 2000).

Do ponto de vista bioclimático, um dos principais fatores que influenciam na carga térmica de radiação incidente são os telhados, principalmente em decorrência dos materiais de cobertura, sendo por este motivo, o telhado elemento construtivo mais significativo em uma instalação avícola, quanto ao controle da radiação solar incidente (RODRIGUES, 1998; NÃÃS et al., 2001; SILVA e SEVEGNANI, 2001).

1.2. Trocas de calor entre os animais e o ambiente

Para Thatcher e Collier (1982) as transferências de calor que ocorrem entre o animal e o ambiente envolvem fenômenos de radiação, convecção e condução. As aves ganham calor através da energia da ração e através do calor absorvido por radiação do ambiente e liberam calor através da radiação emitida e por convecção através da respiração e da pele. As perdas evaporativas envolvem uma redução na energia térmica utilizada pelo organismo, quando a água é transformada para seu estado gasoso. Até a temperatura ambiental crítica máxima, as perdas sensíveis de calor (condução, convecção e radiação) se encontram no seu limite máximo. Quando a zona de termoneutralidade é excedida, as

perdas evaporativas são maximizadas numa tentativa de manter constante a temperatura corporal dos homeotermos.

A ave é um animal que se adapta melhor a ambientes frios, pois seu sistema termorregulador é mais adequado para reter calor do que para dissipá-lo. Além de não possuírem glândulas sudoríparas para a perda de calor, apenas 10% do corpo de uma ave não é coberto por penas, esses são a crista, a barbela e os pés. A crista e a barbela aumentam de tamanho quando as aves são submetidas a estresse por altas temperaturas, participando de maneira importante na perda de calor sensível corporal (MÜLLER, 1998).

A temperatura corporal das aves é controlada por um equilíbrio dinâmico entre o calor produzido internamente e o calor perdido ou ganho no ambiente. A troca de calor sensível entre aves e o ambiente dependerá das propriedades térmicas e radiantes das superfícies corporais das mesmas. Depende também, e principalmente, do diferencial de temperatura entre a superfície corporal das aves e a temperatura ambiental a que estão submetidas (ARADAS, 2001).

1.3. O sistema termorregulador das aves

A temperatura corporal varia para as aves, de acordo com a idade, sendo que o pinto recém nascido não tem seu sistema termorregulador desenvolvido, o que ocorre apenas quando a ave estiver com 10 a 15 dias de idade. A ave jovem tem uma temperatura de conforto, de aproximadamente 35°C, e sua temperatura corporal varia de 39 a 40°C. A partir do momento em que a ave tem seu sistema termorregulador desenvolvido, após aproximadamente 4 semanas, sua temperatura corpórea oscila ao redor de 42°C, dependendo da linhagem, sendo sua zona de conforto térmico de aproximadamente 24°C, enquanto que na sexta semana de vida a temperatura de conforto térmico reduz-se para aproximadamente 21°C (MACARI e FURLAN, 1994), conforme mostra Figura 2.

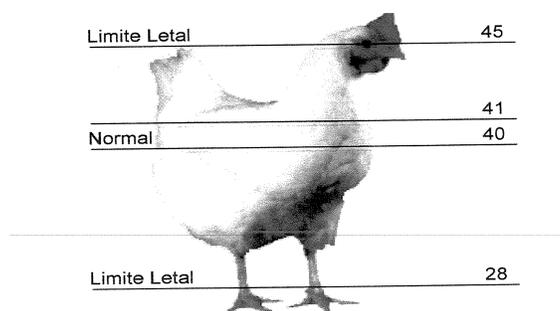


Figura 2. Limites de temperatura corporal (°C) (MACARI e FURLAN, 1994)

1.4. Zona de termoneutralidade

Para Falco (1991), dentro da amplitude de variação de temperatura do ambiente, existe uma faixa em que a temperatura se mantém constante, exigindo o mínimo de esforço dos mecanismos termorreguladores, onde os animais não sentem frio nem calor, faixa esta chamada de zona de termoneutralidade (Figura 3).

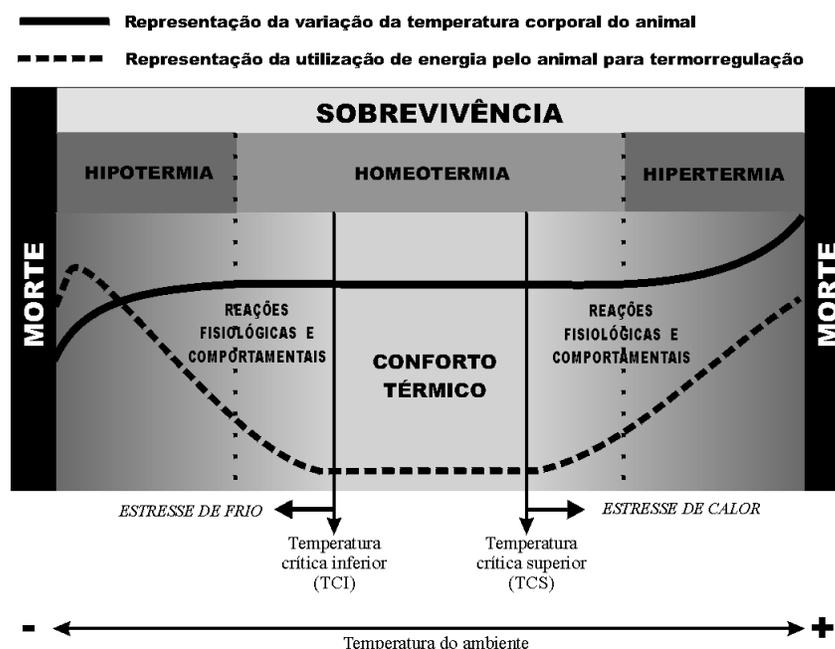


Figura 3. Representação esquemática da Zona de Termoneutralidade (COSTA, 2001).

A zona de termoneutralidade, conforme Macari e Furlan (1994) e Silva (2000), é a faixa de temperatura onde os animais mantêm sua taxa metabólica a níveis mínimos, e a homeotermia é mantida com menos gastos energéticos, e o organismo encontra condições perfeitas para a expressão de suas melhores características.

Lana et al. (2000), afirmam que as temperaturas ideais para frangos de corte são de 35; 32; 29; e 23°C para a segunda, terceira, quarta e quinta semanas de vida, respectivamente. Segundo esses autores, a temperatura ambiente é o fator físico que mais afeta o desempenho de frangos de corte, pois influencia o consumo de ração, o ganho de peso e a conversão alimentar. Fora da zona de termoneutralidade, frangos de corte apresentam alterações comportamentais diferentes, em razão da necessidade desses animais de reduzir a produção de calor. No entanto, Baêta e Souza (1997) e Tinôco (2001) consideram o ambiente confortável para frangos de corte adultos, aquele com temperaturas entre 18 e 28°C e umidade relativa entre 50 e 70%.

1.5. Níveis de energia nas rações para frangos de corte

Quando mantidos em ambiente termoneuro, os animais conseguem manter a homeotermia com o mínimo de esforço termorregulatório, sem gastos extras de energia, o que permite desempenho máximo (Curtis, 1983).

Segundo Bertechini et al. (1991), o aumento da temperatura de 17,1 para 27,0°C provoca, em frangos de corte no período de 29 a 42 dia de idade, redução linear no consumo de ração com reflexo de redução, também linear, no ganho de peso. Destacaram ainda que nessas condições, as aves não conseguem consumir quantidades de ração que proporcionem máximo desempenho.

Segundo Leesson et al. (1996) as aves com livre acesso ao alimento apresentam consumo de ração diminuído ou aumentado, em razão do alto ou baixo nível de energia metabolizável (EM), respectivamente, de modo que o consumo de energia não varia, mostrando eficiente controle das aves referente à ingestão de calorías. De acordo com esses autores, a utilização de rações com maiores níveis de EM melhora o ganho de peso e a conversão alimentar das aves.

Além da temperatura ambiente, o nível energético das rações também influencia o desempenho e a composição da carcaça de frangos de corte, daí a importância de se tratarem conjuntamente os fatores dietéticos e climáticos (LANA et al., 2000).

Conforme Oliveira Neto et al. (2000) a energia que os animais obtêm dos alimentos é utilizada prioritariamente para a manutenção dos processos vitais, como respiração, manutenção da temperatura corporal e fluxo sanguíneo. A energia extra consumida pelos

animais é depositada como tecido corporal. Contudo, durante a partição desta energia no organismo, ocorrem perdas que aparecem na forma de calor (incremento calórico), o qual, dependendo da condição ambiental, é utilizado para aquecer o corpo ou é dissipado para o ambiente.

A partir do conhecimento das exigências energéticas das aves, é possível ajustar os demais nutrientes, o que resulta na correta formulação dietética. Além da composição química e biológica dos alimentos, é importante conhecer a energia neles contida. É comum o nutricionista formular rações baseando-se nas recomendações das tabelas publicadas na nos Estados Unidos (NRC), NA Europa (ARC, INRA e AEC), e no Brasil (ROSTAGNO, 2000) ou em manuais de alimentação e manejo de linhagens comerciais fornecidos pelos produtores do material genético. É necessário, no entanto, dar maior atenção às interações entre os fatores que interferem na adequada nutrição desses animais e avaliar as condições em que as tabelas foram obtidas. Torna-se, entretanto, importante considerar as relações entre o desempenho, a temperatura ambiente e a energia dietética para se maximizar a produção em condições climáticas diferentes, observando-se que as necessidades energéticas precedem às exigências dos demais nutrientes (SILVA FILHA et al., 2002).

O balanceamento de rações para maximizar o desempenho e a qualidade da carcaça em frangos de corte ainda é uma decisão difícil para a indústria avícola, em virtude das implicações existentes quanto às respostas e suas conseqüências sobre o custo de produção das aves (NASCIMENTO et al., 2004).

Segundo Longo et al. (2006) atualmente, as pesquisas, tanto em genética como nutrição e manejo, visam à redução dos custos de produção sem prejudicar o desempenho animal. Por isso, é importante explorar o metabolismo energético das aves, estudando todos os fatores que o afetam, e o aproveitamento dos demais nutrientes da dieta, facilitando a manipulação das rações para melhorar as características de carcaça, favorecer a deposição de proteína e diminuir o acúmulo de gordura.

Encontrar o nível ótimo de energia para melhorar o desempenho e alcançar retorno econômico é um grande desafio, pois as respostas, inclusive a qualidade de carcaça, variam neste contexto. Por isso, são relevantes os estudos visando definir os efeitos dos níveis de energia e do estresse calórico para frangos de corte, principalmente em regiões de grandes variações climáticas (BARBOSA et al., 2008).

1.6. Produção de frangos em países tropicais

Estando a temperatura e a umidade relativa altas, a ave não consegue respirar suficientemente rápido para remover todo o calor que precisa dissipar de seu corpo. Conseqüentemente, com a umidade relativa muito alta, a ave não suporta a mesma temperatura ambiental, afetando o intercâmbio térmico, podendo a temperatura corporal elevar-se, ocorrendo a prostração e morte quando a temperatura ambiental alcançar 47°C, limite fisiológico máximo da ave (BAÊTA e SOUZA, 1997).

Em climas tropicais e subtropicais, a exemplo do Brasil, os elevados valores de temperatura e umidade relativa do ar encontram-se entre os principais fatores que interferem negativamente na atividade avícola (TINÔCO, 1998). O Brasil possui cerca de dois terços de seu território situado na faixa tropical do planeta, onde predominam altas temperaturas do ar, em virtude da alta radiação solar incidente. A temperatura média do ar situa-se acima dos 20°C, sendo que a temperatura máxima se apresenta, nas horas mais quentes do dia, acima dos 30°C por grande parte do ano, atingindo muitas vezes entre 35 e 38°C (BACCARI Jr, 2001).

Para o aprimoramento da produção avícola intensiva em países tropicais, portanto, há necessidade de aperfeiçoar os abrigos e equacionar o manejo para fazer frente a determinadas condições ambientais que, certamente, terão efeito na produtividade do sistema (NÃÃS, 1995; MOURA, 2001).

1.7. Acondicionamento térmico

De acordo com Macari e Furlan (1994) o ambiente, que pode ser definido como a soma dos impactos dos circundantes biológicos e físicos, constitui um dos fatores responsáveis pelo sucesso ou fracasso do empreendimento avícola. Neste sentido, a condição ambiental deve ser gerenciada, na medida do possível, para evitar efeitos negativos sobre o desempenho produtivo das aves.

Quando a temperatura é maior que a faixa estabelecida como ótima de conforto animal, faz-se necessário o emprego de métodos capazes de manter o equilíbrio térmico entre o animal e o meio. O condicionamento térmico natural é a primeira ferramenta empregada para satisfazer este equilíbrio, sendo realizada puramente por meio de mudanças na orientação, localização, disposição dos galpões, e características do material de

cobertura, dentre outras. Contudo, o acondicionamento térmico natural nem sempre é suficiente para manter o conforto térmico em níveis satisfatórios em todas as regiões brasileiras. Nesse caso, pode-se optar pelo acondicionamento térmico artificial ou modificações secundárias, como a ventilação forçada simples ou por meio de ventilação forçada associada ao resfriamento evaporativo (BAÊTA e SOUZA, 1997).

1.8. Sistema de resfriamento adiabático evaporativo (SRAE)

Uma técnica de modificação ambiental artificial bastante difundida é o resfriamento evaporativo do ar, que consiste em incorporar vapor d'água diretamente no ar, causando mudança no seu ponto de estado (aumento da umidade e reduzindo a temperatura). Esta técnica deve preferencialmente ser associada a sistemas de ventilação o que, além de facilitar o controle da umidade no interior da instalação, proporciona uma melhor renovação do ar no interior da mesma. Segundo McNeill et al. (1983) e Wiersma e Short (1983), em instalações agrícolas esse sistema é considerado mais vantajoso por apresentar baixo custo inicial e baixo custo operacional.

O sucesso ou fracasso de uma criação de frangos de corte está diretamente relacionado às condições ambientais a que estes estão submetidos. Os altos valores de temperatura ambiente provocam queda de produção e mortalidade no meio avícola (CAMPOS, 1995). Tal fato vem se agravando à medida que a densidade de criação é aumentada e, também, pelo fato de que a ave vem sendo desenvolvida geneticamente, tornando-se mais precoce e produtiva (MACARI, 1998).

Os aviários implantados no Brasil apresentam forte influência da indústria de equipamentos existentes nos países de clima temperado (USA e países da Europa); este fato, associado a pouca observância nas fases de planejamento e concepção arquitetônica, sem os ajustes necessários ao bioclima local, produz instalações que geram desconforto térmico, aumento de doenças ligadas à perda da qualidade do ar e da dependência energética. Ante esta constatação, encontram-se altas taxas de mortalidade no período final de criação, diminuição dos índices de produtividade no segmento de corte e aumento dos gastos com energia elétrica nos períodos quentes do ano (ABREU e ABREU, 2001).

Segundo Nããs et al. (2001) climatizar é adaptar o ambiente interno da construção às condições ideais de alojamento da ave, tendo sempre como parâmetro de referência às

condições exteriores. São considerados, portanto, sistemas de climatização, aqueles que utilizam equipamentos de ventilação, exaustão, nebulização e painéis de resfriamento adiabático. Atingir o conforto térmico no interior dessas instalações avícolas, face às condições climáticas inadequadas, torna-se um desafio, uma vez que situações extremas de calor ou frio afetam consideravelmente a produção. A climatização se torna então, uma saída estratégica para se criar uma situação de certa independência do clima externo.

Os mesmos autores descrevem os sistemas utilizados neste trabalho da seguinte maneira: •Túnel associado à refrigeração adiabática é o sistema definido como forma de climatização que associa o sistema de ventilação em túnel com um sistema de resfriamento, geralmente envolvendo o uso de áreas molhadas ou painel evaporativo. O princípio é que, ao atravessar a área molhada, o ar se resfria e é movimentado ao longo da instalação, no sentido da exaustão. •Ventilação com nebulização é a união de ventilação e nebulização associadas a um manejo sincronizado do sistema. O uso desses dois sistemas mostra-se insuficiente para controlar os altos níveis de estresse nas aves quando o clima se encontra em temperatura e umidade relativas elevadas.

No resfriamento evaporativo, há simplesmente uma mudança adiabática de calor sensível para calor latente, porém, ocasionando uma mudança ambiental que melhora de forma considerável as condições de conforto (BAETA e SOUZA, 1997; ABREU et al. 1999).

O resfriamento adiabático evaporativo pode ser obtido por meio de sistemas de nebulização (associado à ventilação) ou passando o ar através de um material poroso umedecido (“pad systems”) o que possibilita o arrefecimento da temperatura do ar pela transformação do calor sensível em calor latente. Esta técnica de modificação ambiental artificial consiste em incorporar vapor d’água diretamente no ar, causando mudanças em seu ponto de estado (aumento da umidade e redução da temperatura). É preferencialmente, deve ser associada a sistemas de ventilação. Desta forma, facilita a homogeneização da umidade, além de proporcionar melhor renovação de ar no interior da instalação (BOTTCHE e CZARICK, 1997; BAÊTA e SOUZA, 1997; SARTOR et al., 2000).

Os painéis evaporativos são geralmente de material especial e mantidos constantemente umedecidos, através do qual o ar passa e resfria-se antes de entrar no ambiente das aves (TINÔCO et al., 2002).

No Brasil, placas de celulose corrugada têm sido comumente empregadas. Entretanto, apresentam inconvenientes como um alto custo e baixa durabilidade. Por esta razão, surgiram indagações sobre a possibilidade de se empregar materiais alternativos, tal como a argila expandida. O emprego da argila expandida em sistemas de condicionamento, utilizados em instalações para animais, demonstra ser uma alternativa interessante, especialmente para avicultura e suinocultura industrial brasileira esses fins (VIGODERIS, 2007).

Estudos realizado por Tinôco et al. (2001) constataram que a argila expandida apresenta melhor eficiência em sistemas de resfriamento evaporativo comparativamente ao carvão e à fibra vegetal.

Teixeira (1983) afirma que a argila expandida pode ser utilizada alternativamente à celulose nos painéis componentes do sistema evaporativo e na produção animal, mais especificamente, em galpões avícolas climatizados com pressão negativa em modo túnel por apresentar leveza, resistência mecânica, ao fogo e aos ambientes ácidos e alcalinos, como outros materiais cerâmicos.

O resfriamento através do sistema adiabático evaporativo possibilita a redução da temperatura do ar em até 11°C, em algumas regiões, sendo que, no Brasil, a média dessa redução é de 6°C. Portanto, sistemas de resfriamento do ar por via evaporativa se tornam imprescindíveis em regiões extremamente quentes, onde a ventilação simples, natural ou artificial, mesmo quando bem projetada, é insuficiente para reduzir a temperatura do ar no interior dos galpões de aves (TINÔCO et al., 2002).

1.9. Referências bibliográficas

ABREU, P.G.; ABREU, V.M.N.; MAZZUCO, H. **Uso do resfriamento evaporativo (adiabático) na criação de frangos de corte**. Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, (EMBRAPA-CNPSA. Documento, 59), 1999.

ABREU, V. M. N.; ABREU, P. G. Diagnóstico bioclimático: qual sua importância na produção de aves. **Avicultura Industrial**, n.1093, p.16-20, 2001.

ALBRIGHT, L.D. **Environmental Control for Animals and Plants**. ASAE. Textbook n.4, St. Joseph, MI, 1990.

- ARADAS, M.E.C. **Avaliação do controle do ambiente em galpões de frangos de corte criados em alta densidade**. 2001. 118 p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - FEA/UNICAMP. Campinas-SP, 2001.
- ARC - Agricultural research council. **The nutrient requirements of farm livestock**. London: 2001, 154p.
- BAÊTA, F.C.; PELOSO, E.J.M.; CAMPOS, A.T; OLIVEIRA, J.L. Efeito do forro nas condições ambientais de galpões com cobertura de barro e de cimento-amianto. **Engenharia na Agricultura**, v.1 n.2: p 1-12. 1992.
- BAÊTA, F.C.: SOUZA, C.F. **Ambiência em edificações rurais: conforto animal**. Viçosa: UFV, 1997. 246p.
- BACCARI JÚNIOR, F. **Manejo ambiental da vaca leiteira em climas quentes**. Londrina: UEL Editora, 2001. 142 p.
- BARBOSA, F.J.B.; LOPES, J.B.; FIGUEIRÊDO, A.V.; ABREU, M.L.T.; DOURADOS, L.R.B.; FARIAS, L.A.; PIRES, J.E.P. Níveis de energia metabolizável em rações para frangos de corte mantidos em ambiente de alta temperatura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 5, p. 849-855, 2008.
- BERTECHINI, A.G.; ROSTAGNO, H.S.; SILVA, M.A.E. Efeitos da temperatura ambiente e nível de energia da ração sobre o desempenho de frangos de corte. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 20, n. 3, p. 218-228, 1991.
- BOTTCHER, R.W., CZARICK, M. **Tunne ventilation and evaporative cooling for poultry**. Cooperative Extension Service. Raleigh, NC. p. 11. 1997.
- CAMPOS, E.J. Programa de alimentação e nutrição para aves de acordo com o clima - Reprodutoras. In: Simpósio Internacional sobre Ambiência e Instalação na Agricultura Industrial, 1995, Campinas. **Anais...** Campinas: Facta, p. 251-257, 1995.
- COSTA, M.J.R.P. Comportamento e termorregulação em ruminantes domésticos. In: Congresso Brasileiro de Biometeorologia, III, 2001, Maringá. **Anais...** Maringá: UEM/SBBIOMET, 2001. (CD Rom)
- CURTIS, S.E. **Environmental management in animal agriculture**. Ames: The Iowa State University Press. 1983, 409 p.
- FALCO, J.E. **Bioclimatologia**. Lavras, ESAL/FAEPE. 1991, 56 p.

FAO – Food and Agriculture Organization. FAOSTAT. Disponível em <http://apps.fao.org/cgi-bin/nph-db.pl>>. Acesso em: 29 out. 2007.

LANA, G.R.Q.; ROSTAGANO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; LANA, A.M.Q. Efeito da temperatura ambiente e da restrição alimentar sobre o desempenho e composição de carcaça de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 4, p. 1117-1123, 2000.

LEESSON, S.; CASTON, L.; SUMMERS, J.D. Broiler response to diet energy. **Poultry Science**, v. 75, n. 4, p. 529-535, 1996.

LOPES, S.P.; HARDOIM, P.C. Metodologia de dimensionamento de beirais nas coberturas de instalações para animais. In: XXII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 1993, Ilhéus, **Anais...** Ilhéus-BA. SBEA, p. 251-260, 1993.

LONGO, F.A.; SAKOMURA, N.K.; RABELLO, C.B.; FIGUEIREDO, A.N.; FERNANDES, J.B.K. Exigências energéticas para manutenção e para o crescimento de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 1, p. 119-125, 2006.

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

MACARI, M. O frango adensado. **Revista Globo Rural**, São Paulo, v. 13, n. 150, p.48-54, 1998.

MATIAS, I.; PATARRA, P. Genética: a invasão dos pintos avós e sua fórmula secreta. **Revista Avicultura Industrial**, n. 9, p. 34-60, 1995.

McNEILL, S.G.; FEHR, R.L.; WALKER, J.N.; PARKER, G.R. Performance of evaporative coolers for mid-south gestation housing. **Transactions of the ASAE**, v. 26, n. 1 p. 219-222, 1983.

MOURA, D.J. Ambiência na avicultura de corte. In: Silva, I.J.O. **Ambiência na produção de aves em clima tropical**. Piracicaba: FUNEP, p. 75-149, 2001.

MÜLLER, P.B. **Bioclimatologia aplicada aos animais domésticos**. Porto Alegre: Sulina, 262 p, 1998.

NÃÃS, I. A. Estresse calórico – Meios artificial de acondicionamento. In: Simpósio Internacional de Ambiência e Instalação na Avicultura Industrial. **Anais...** Campinas – SP, p. 109-112, 1995.

- NÄÄS, I.A.; MIRAGLIOTA, M.Y.; ARADAS, M.E.C.; BARACHO, M.S.; SILVA, I.J. O. Controle e Sistematização em Ambientes de Produção. In: Iran José Oliveira da Silva. (Org.). **Ambiência na Produção Industrial de Aves em Clima Tropical**. Jaboticabal: SBEA, v. 01, p. 165-210, 2001.
- NASCIMENTO, A.H.; SILVA, J.H.V.; ALBINO, L.F.T.; RUNHO, R.C.; POZZA, P.C. Energia metabolizável e relação energia:proteína bruta nas fases pré-inicial e inicial de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 4, p. 911-918, 2004.
- NRC - National research council**. Nutrient requirement of poultry. 9 ed. Washington. D.C: National Academy of Sciences. 1994. 155 p.
- OLIVEIRA NETO, A.R.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L.; ROSTAGNO, H.S.; FERREIRA, R.A.; MAXIMINIANO, H.C. Níveis de energia metabolizável para frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade mantidos em ambiente termoneutro. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 4, p. 1132-1140, 2000.
- RODRIGUES, E.H.V. **Desenvolvimento e avaliação de um sistema de resfriamento evaporativo por aspersão intermitente, na cobertura de aviários usando modelos de escala distorcida**. 1998. 178p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - FEA/UNICAMP. Campinas-SP, 1998.
- SARTOR, V.; BAÊTA, F. C.; ORLANDO, R. C.; LUZ, M. L.; TINÔCO, I. F. F. Efeito do sistema de resfriamento evaporativo em instalações para frangos de corte. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola**. v. 20, n. 2, p. 87-97, 2000.
- SILVA FILHA, O.L.; BARBOZA, W.A.; LANA, G.R.Q.; FARIAS FILHO, R.V.; OLIVEIRA, R.J.F.; SILVA, N.M.A.; OLIVEIRA, C.J.P.; MATOS, D.S. Requerimento nutricional em energia metabolizável para frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade.. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, v. 39, 2002, Olinda. **Anais...** Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2002. (CD-ROM).
- SILVA, I.J.O.; SEVEGNANI, K.B. **Ambiência na produção de aves de postura**. In: **Ambiência na produção de aves em clima tropical**. Piracicaba: FUNEP, p. 150-214, 2001.

- TEIXEIRA, V. H. Estudos dos índices de conforto de duas instalações de frango de corte para região de Viçosa e Visconde do Rio Branco, MG. Viçosa: UFV, 1983. 62 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Viçosa, 1983.
- TEIXEIRA, V.H. **Construções e Ambiente**. Lavras: UFLA: FAEPE. 1997. 182 p.
- TINÔCO, I.F.F. Ambiente e instalações para a avicultura industrial. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 27, e Encontro Nacional de Técnicos, Pesquisadores e Educadores de Construções Rurais, 3, Poços de Caldas, MG. **Anais...** Lavras: UFLA/SBEA, p. 1-86, 1998.
- TINÔCO, I.F.F. Avicultura industrial: novos conceitos de materiais, concepções e técnicas construtivas disponíveis para galpões avícolas brasileiros. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 3, n. 1, p. 1-26, 2001.
- TINÔCO, I. F. F.; FIGUEIREDO, J.L.A.; SANTOS, R.C.; PAULO, M.O.; VIGODERIS, R.B.; PUGLIESI, N.L. Avaliação de materiais alternativos utilizados na confecção de placas porosas para sistemas de resfriamento adiabático evaporativo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. V. 6, n. 1, p. 147-150, 2002.
- UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA). Production, supply and distribution online. Disponível em <http://www.fas.usda.gov/psdonline/psdquery.aspx>. Acesso em: 15 out. 2007.
- UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA). Production, supply and distribution online. Disponível em <http://www.fas.usda.gov/psdonline/psdHome.aspx>. Acesso em: 30 nov. 2008.
- VIGODERIS, R.B.; TINÔCO, I.F.F.; LACERDA FILHO, A.F.; SILVA, J.N.; GATES, R.S.; PAULI, D.G.; SILVA, C.E.; GUIMARÃES, M.C.C. Construção de túnel de vento reduzido, visando a avaliação de argila expandida em sistemas de resfriamento adiabático evaporativo para arrefecimento térmico em galpões de produção animal. **Revista Engenharia na Agricultura**, Viçosa, MG, v.15, n.3, 191-199, Jul./Set., 2007.
- WIERSMA, F.; SHORT, T.H. Evaporative cooling. In: HELLICKSON, M.A.; WALKER, J.N. **Ventilation of agricultural structures**. St. Joseph: ASAE, p. 103-118, 1983.
- ZILLI, J.B.; BARROS, G.S.C. Os fatores determinantes para a eficiência econômica dos produtores de frango de corte da região sul do Brasil: uma análise estocástica. **Revista Teoria e Evidência Econômica**, Passo Fundo, v. 13, n. 25, novembro 2005.

INTRODUÇÃO

A interação animal e ambiente deve ser considerada quando se busca maior eficiência na exploração pecuária, pois diferentes respostas do animal às peculiaridades de cada região são determinantes no sucesso da atividade. Assim, a correta identificação dos fatores que influem na vida produtiva do animal, como o estresse imposto pelas flutuações estacionais do meio ambiente, permite ajustes nas práticas de manejo dos sistemas de produção, possibilitando oferecer sustentabilidade e viabilidade econômica. Dessa forma, o conhecimento das variáveis climáticas, sua interação com os animais e as respostas comportamentais, fisiológicas e produtivas são preponderantes na adequação do sistema de produção aos objetivos da atividade (NEIVA et al., 2004).

A temperatura ambiente modifica a retenção de energia, proteína e gordura no corpo do animal e provoca diversas mudanças adaptativas fisiológicas, entre elas a modificação do tamanho dos órgãos, redução do consumo de ração acompanhada de piora no ganho de peso e na conversão alimentar (BAZIZ et al., 1996; BALDUIN et. al., 1980 citado por OLIVEIRA et al., 2006).

Além da temperatura ambiente, o nível energético das rações também influencia o desempenho e a composição da carcaça de frangos de corte, daí a importância de se tratarem conjuntamente os fatores dietéticos e climáticos (LANA et al., 2000).

Conforme Welker (2008), em países de clima tropical e subtropical, a exemplo do Brasil, faz-se necessário o emprego de métodos capazes de manter o equilíbrio térmico entre o animal e o meio. Deste modo objetivou-se, com o presente estudo, avaliar a eficiência de sistemas evaporativos e dos níveis de energia na ração no desempenho de frangos de corte em crescimento.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em uma propriedade comercial para produção de frangos de corte, localizada no distrito de Iguiporã, no município de Marechal Cândido Rondon na região Oeste do Paraná (altitude média de 420 m, latitude 24°33'39''S, e longitude 54°12'33''W) durante o período de dezembro de 2007 a fevereiro de 2008.

O clima local, classificado segundo Köppen, é do tipo Cfa, subtropical com chuvas bem distribuídas durante o ano e verões quentes. As temperaturas médias do trimestre mais frio

variam entre 17 e 18°C, do trimestre mais quente entre 28 e 29°C e a anual entre 22 e 23°C. Os totais anuais médios normais de precipitação pluvial para a região variam entre 1600 e 1800 mm, com o trimestre mais chuvoso apresentando totais variando entre 400 e 500 mm (CAVIGLIONE et al, 2000).

Foram utilizados dois galpões semelhantes de 130 m de comprimento por 14 metros de largura e pé direito de 2,80 m, ambos com idênticas características, orientados no sentido norte-sul e espaçados 100 m um do outro.

A cobertura dos galpões era de telha de cerâmica americana, com inclinação do telhado de 48% e beirais de 1,0 m, sendo as muretas protetoras em alvenaria de 0,40 m de altura por 0,10 m de espessura, a partir das quais os galpões foram fechados com tela de arame de malha 20 mm e equipados com cortina de propex plastificada.

O galpão 1 (SRAE) foi servido com sistema de resfriamento adiabático evaporativo, com sistema de nebulização composto de 30 linhas no sentido transversal ao galpão, as quais continham 8 bicos equidistantes a 1,75m, 13 linhas contendo 7 bicos equidistantes a 2 m, e uma linha de nebulizadores em forma de U na parte anterior no galpão, contendo 6 bicos equidistantes a 2,34 m, totalizando 337 bicos aspersores em cada galpão. A ventilação negativa foi realizada por 8 exaustores com velocidade do ar de $2,7 \text{ m.s}^{-1}$ posicionados na parte posterior do galpão. O galpão 2 (SRAE+SETV) foi constituído pelo mesmo sistema de resfriamento adiabático evaporativo, presente no galpão 1, diferenciando-se deste pela presença de um sistema composto de placas de tijolos vazados (SETV) instaladas frontal e lateralmente no oitão norte conforme Figura 4.



Figura 4. Vista frontal e posterior do galpão 1 (SRAE); vista frontal e lateral do galpão 2 (SRAE+SETV).

Figure 4. Frontal and posterior view of the house 1 (AECS); frontal and lateral view of the house 2 (EHBS).

Este sistema era constituído de 4 placas de tijolos vazados, sendo que duas foram instaladas nas laterais do galpão para cada entrada de ar (uma de cada lado), medindo 2,45 m de altura e 13 m de largura e duas na parte frontal, medindo 2,45 m de altura e 4,36 m de largura, com

espessura de 0,40 m. Em cada uma das placas laterais foram instaladas 4 linhas de nebulizadores equidistantes a 0,49 m contendo 10 bicos aspersores equidistantes a 1,3 m. As placas frontais consistiam de 4 linhas de nebulização equidistantes a 0,49 m, sendo que a 1ª e a 3ª linha continham 5 bicos equidistantes a 0,87 m e a 2ª e 4ª linhas foram compostas de 4 bicos equidistantes a 1,09 m, perfazendo um total de 18 bicos aspersores.

Os valores de temperatura e umidade relativa do ar foram obtidas por meio de 6 equipamentos automáticos (*datalogger*), da marca AKSO, modelo AK 270, com escala de temperatura de -40 a +85°C, escala de umidade de 0 a 100%, capacidade de memória para armazenamento de 16000 registros.

Dentro de cada galpão foram utilizados 3 *dataloggers*, sendo um instalado a uma distância de 12,50 metros da parede norte do galpão, o segundo na parte central do galpão, distante 52,5 metros do primeiro *datalogger* e o terceiro disposto a 52,50 metros do segundo equipamento e distante 12,50 metros da parede sul da instalação. A altura em que foram instalados variou conforme a idade das aves. Os dados do ambiente externo de temperatura e umidade relativa do ar foram coletados na Estação Climatológica Automática de Marechal Cândido Rondon, situada na Fazenda Experimental Prof. Dr. Antonio Carlos dos Santos Pessoa, pertencente à Universidade Estadual do Oeste do Paraná.

A velocidade do vento no interior dos galpões foi obtida por meio de um anemômetro da marca Instrutherm, modelo AD-155, com sensor de ventoinha, escala de 0,8 a 30,0 m.s⁻¹ resolução de 91 m.s⁻¹.

A partir de dados climáticos coletados durante as 24 horas do dia, e obtidos a cada 15 minutos do 21º ao 42º dia de vida das aves, obteve-se os valores que caracterizaram o ambiente térmico por meio do Índice Térmico Ambiental de Produtividade para frangos de corte (IAPfc), segundo Medeiros et al. (2005).

A expressão é dada por:

$$\text{IAPfc} = 45,6026 - 2,31072t - 0,368331u + 9,70922v + 0,0549243t^2 + 0,0012183u^2 + 0,66329v^2 + 0,012897tu - 0,300928tv - 0,0595245uv$$

em que:

t = temperatura do ar, °C;

u = umidade relativa do ar, %;

v = velocidade do ar, m.s⁻¹

O delineamento experimental foi esquema fatorial 2 x 4 (galpões x níveis de energia) com 4 repetições e 30 aves por unidade experimental. Aplicou-se em um galpão (SRAE) o sistema de arrefecimento adiabático evaporativo e no outro galpão (SRAE+SETV), ou seja, o sistema SRAE combinado com o sistema evaporativo de tijolos vazados (SETV). Cada galpão foi dividido em quatro sessões iguais de 26,25 m, sendo cada sessão constituída por quatro boxes de 1,5 m de largura por 2,00 m de comprimento e 0,75 m de altura cada um, confeccionados com madeira e tela de arame, num total de 16 boxes contendo cada um 30 aves (Figura 5). Os níveis de energia (tratamentos) foram distribuídos aleatoriamente dentro das sessões, de forma que cada box representava o tratamento a ser testado. Em cada box foi disponibilizado comedouro tubular manual com capacidade de 20 kg, o qual permaneceu suspenso em um cavalete, de onde era possível controlar a altura conforme a necessidade das aves e 10 bicos bebedouros do tipo nipple com vazão de 110 mL por minuto, com altura regulada conforme o crescimento e a necessidade das aves.

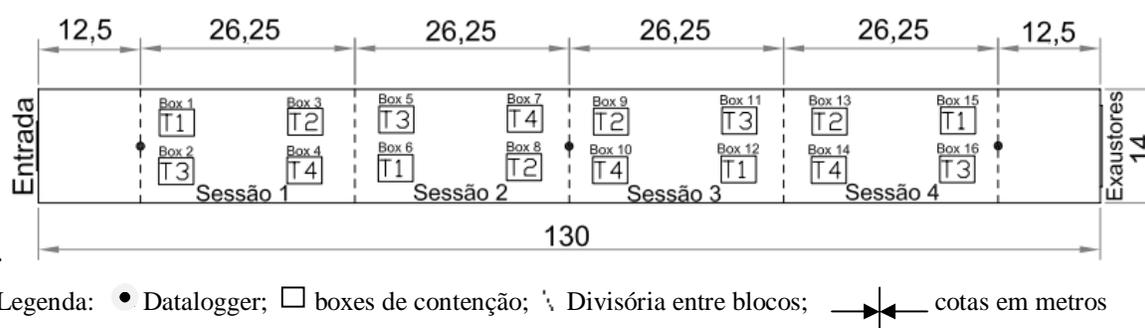


Figura 5. Croqui do galpão e distribuição dos boxes com os diferentes níveis de energia (tratamentos) no interior dos galpões.

Figure 5. House sketch and distribution of the boxes with different energy levels (treatments) inside the building.

Na fase experimental (22 a 42 dias) as exigências nutricionais foram atendidas para todos os nutrientes segundo Rostagno et al. (2005), com exceção dos níveis energéticos. As rações experimentais foram formuladas à base de milho, farelo de soja, soja integral tostada (Tabela 1).

O consumo de ração foi obtido por diferença entre a quantidade de ração fornecida, e as sobras das rações nos comedouros, pesadas no início e no final do experimento. O ganho de peso dos animais foi calculado pela diferença de pesagem dos animais no final e no início do período experimental. A partir dos dados de consumo de ração e ganho de peso, calculou-se a conversão alimentar das aves. O balanço eletrolítico foi determinado segundo Mongin (1981).

Tabela 1. Composição percentual e calculada das rações experimentais.

Table 1. Percentual and calculated composition of experimental diets.

Ingrediente/ <i>Ingredients</i>	Nível de Energia Metabolizável (kcal/kg) <i>Metabolizable energy levels (kcal/kg)</i>			
	3100	3200	3300	3400
Milho/ <i>Corn</i>	65,487	62,795	60,493	58,191
Farelo de soja/ <i>Soybean meal</i>	22,100	14,400	12,200	10,900
Soja integral/ <i>Soybean</i>	5,300	15,100	18,000	20,000
Óleo Soja/ <i>Soybean oil</i>	0,800	1,000	2,400	3,900
Calcáreo / <i>Calcareous</i>	0,500	0,300	0,300	0,300
Farinha de carne / <i>Meat meal</i>	4,300	4,900	5,100	5,200
Sal comum/ <i>Salt</i>	0,351	0,353	0,352	0,356
DL-Metionina (99%)/ <i>DL-Methionine (99%)</i>	0,265	0,267	0,270	0,274
Bicarbonato de sódio/ <i>Sodium bicarbonate</i>	0,064	0,058	0,058	0,055
L-Lisina HCl (99%)/ <i>L-lysine HCl (99%)</i>	0,269	0,271	0,270	0,267
L-Treonina (98,5%)/ <i>Threonine (98,5%)</i>	0,099	0,097	0,097	0,098
Cloreto de colina (60%)/ <i>Choline (60%)</i>	0,006	0,006	0,006	0,006
Galliacid ¹ / <i>Galliacid</i>	0,060	0,060	0,060	0,060
Premix vitamínico e mineral ² / <i>Vitamin and mineral premix</i>	0,400	0,400	0,400	0,400
Total/ <i>Total mix</i>	100,001	100,007	100,006	100,007

Composição calculada/ <i>Calculated composition</i>				
Energia metabolizável (kcal/kg) <i>Metabolizable energy (kcal/kg)</i>	3100	3200	3300	3400
Proteína bruta (%) / <i>Crude protein (%)</i>	20,210	20,290	20,280	20,230
Gordura bruta (%) / <i>Crude fat (%)</i>	5,170	7,270	9,160	11,010
Cálcio (%) / <i>Calcium (%)</i>	0,840	0,840	0,840	0,840
Fósforo disponível (%) / <i>Disponibile phosphorous (%)</i>	0,450	0,470	0,480	0,480
Sódio / <i>sodium (%)</i>	0,200	0,200	0,200	0,200
Cloro (%) / <i>Chlorine (%)</i>	0,360	0,360	0,360	0,360
Potássio (%) / <i>Potassium (%)</i>	0,760	0,760	0,760	0,760
Balanço eletrolítico (mEq/kg) / <i>Eletrolitic balance (mEq/kg)</i>	249,410	249,410	249,410	249,410

¹ Aditivo acidificante de ácidos orgânicos microencapsulados indicados para aves. Níveis de garantia por kg do produto (mg): ácido fumárico = 250.000, propionato de cálcio = 40.000, formiato de cálcio = 80.000, sorbato de potássio = 20.000.

² Níveis de garantia do produto: manganês = 18.719 mg, zinco = 37.500 mg, ferro = 11.250 mg, cobre = 1.997 mg, iodo = 187.50 mg, selênio = 75 mg, vitamina A = 2.000.000UI, vitamina D3 = 475.000 UI, vitamina E = 5.000 mg, vitamina K3 = 450 mg, vitamina B1 = 450 mg, , vitamina B2 = 1.375 mg, vitamina B6 = 650 mg, vitamina B12 = 3750 mcg, ácido fólico = 3.750 mg, ácido pantotênico = 3.250 mg, niacina = 8.750 mg, biotina = 12.500 mcg, colina = 73,575 mg, BHT = 31.250 mg, maduramicina = 1.375 mg, enramicina = 2.500 mg, fitase = 25.00 mg.

¹ *Acidifying additive of microencapsulated organic acids suitable for poultry. Level of assurance per product kilogram (mg): fumaric acid = 250,000; calcium propionate = 40,000; calcium formiate = 80,000; potassium sorbate = 20,000.*

² *Assurance levels of the product: manganese = 18,719 mg; zinc = 37,500 mg; iron = 11,250 mg; copper = 1997 mg; iodine = 187,50 mg; selenium = 75 mg; vitamin A = 2,000,000 IU; vitamin D3 = 475,000 IU; vitamin E = 5,000 mg; vitamin K3 = 450 mg; vitamin B1 = 450 mg; vitamin B2 = 1,375 mg; vitamin B6 = 650 mg; vitamin B12 = 3,750 mcg; folic acid = 3,750 mg; pantothenic acid = 3,250 mg; niacin = 8,750 mg; biotin = 12,500 mcg; choline = 73,575 mg; BHT = 31,250 mg; maduramicin = 1,375 mg; enramycin = 2,500 mg; phytase = 25.00 mg.*

Ao final do experimento, após 12 horas de jejum, as aves foram pesadas para obtenção do peso aos 42 dias de idade (P42). O rendimento de carcaça foi determinado por meio da seleção ao acaso de três aves por box, as quais foram pesadas para determinação do peso da ave viva (PAV) e após abatidas para determinação do peso da ave eviscerada (PAE).

Os corações e os fígados foram pesados imediatamente após a evisceração. A gordura abdominal e os órgãos foram pesados em balança de precisão. A gordura abdominal foi definida como sendo o tecido adiposo presente ao redor da cloaca, bursa de fabricius e dos músculos abdominais adjacentes, conforme descrito por Smith (1993).

Os parâmetros produtivos avaliados foram: peso aos 42 dias de idade (P42), consumo de ração corrigido (CRC), ganho de peso (GP), e conversão alimentar (CA), peso da ave viva (PAV), peso da ave eviscerada (PAE), peso da gordura abdominal (PG), peso do coração (PC) e peso do fígado (PF).

As análises estatísticas foram realizadas utilizando o procedimento GLM do SAS (2008), e as médias foram comparadas utilizando o teste de Tukey a 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Temperatura e umidade relativa do ar

Os valores médios de temperatura e umidade relativa do ar encontrados nos diferentes galpões estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Médias estimadas da temperatura (°C) e umidade relativa do ar (%) obtidas nos diferentes galpões no período de 22 a 42 dias.

Table 2. Estimated average temperature (°C) and relative humidity (%) obtained in different houses from 22 to 42 days.

Galpão/House	Períodos/Periods			
	4ª semana/week (22–28 dias/days)	5ª semana/week (28–35 dias/days)	6ª semana/week (36–42 dias/days)	Média/Average (22–42 dias/days)
SRAE AECS	27,1°C/78,3%	25,2°C/87,7%	26,9°C/78,7%	26,4°C/81,6%
SRAE+SETV AECS+EHBS	25,9°C/83,2%	24,5°C/84,7%	26,4°C/76,9%	25,6°C/81,6%

Estes valores contrastam com os encontrados por Lana et. al. (2000) que afirmam como sendo ideais as temperaturas 32, 29 e 23°C para este mesmo período. Segundo esses autores, a temperatura ambiente é o fator físico que mais afeta o desempenho de frangos de corte, pois influencia o consumo de ração, o ganho de peso e a conversão alimentar. Fora da zona de

termoneutralidade, frangos de corte apresentam alterações comportamentais diferentes, em razão da necessidade desses animais de reduzir a produção de calor. No entanto, Moura (2001) afirma que a temperatura crítica superior passa de 35°C na terceira semana para 24°C na quarta semana, chegando a 21°C na sexta semana de vida.

As condições ambientais encontradas neste experimento podem ter ocasionado desconforto às aves, pois, segundo Rodrigues (1998), quando o ar está seco, a perda de calor por via latente é um processo bastante eficiente de dissipação de calor pela ave, porém, quando a umidade relativa e a temperatura do ar são altas, a ave não pode ofegar com rapidez suficiente para remover todo o calor que precisa dissipar, sendo, pois, a umidade relativa associada a altas temperaturas, fator limitante a produtividade das aves. Para temperatura de 24°C e umidade relativa de 40%, o frango pode dissipar 50% de seu calor corporal por via latente, enquanto que para a mesma temperatura e umidade relativa de 85% (ar úmido), somente 22% do calor total consegue ser eliminado por via latente.

Baêta e Souza (1997) e Tinôco (2001) consideram o ambiente confortável para frangos de corte adultos, aquele com temperaturas entre 18 e 28°C e umidade relativa entre 50 e 70%. Já, Medeiros et al. (2005) analisando o índice térmico ambiental para a produção de frangos de corte, concluíram que a umidade relativa de 90% conduziu aos melhores resultados de produtividade para os animais, quando combinada com baixas temperaturas, ao passo que umidades relativas de 20% conduziram aos melhores resultados quando combinadas com altas temperaturas, na ausência de ventilação.

Índice Térmico Ambiental

Os valores médios de temperatura do ar e umidade relativa do ar encontrados nas sessões de ambos os galpões durante todo o período estão apresentados na Tabela 3.

Estes resultados nos permitem afirmar que mesmo os dois galpões apresentando em média, ambiente moderadamente confortável, segundo os valores dos índices obtidos, o SRAE+SETV mostrou melhor equilíbrio nas condições ambientais entre as sessões.

Tabela 3. Médias estimadas de temperatura do ar e umidade relativa do ar encontrados nas sessões de ambos os galpões durante todo o período.

Table 3. Estimated averages of air temperature and relative humidity found in the sessions of both houses during the period.

Galpão/House	Sessão/Session				Média/Average
	1	2	3	4	
SRAE AECS	25,8°C/82,8%	26,5°C/79,7%	26,5°C/79,7%	26,7°C/84,8%	26,4°C/81,6%
IAPfc ETImc	25	26	26	26	26
SRAE+SETV AECS+EHBS	25,3°C/91,7%	25,5°C/77,2%	25,5°C/77,2%	26,0°C/81,0%	25,6°C/81,6%
IAPfc ETImc	25	25	25	25	25

Dados Zootécnicos

As médias de consumo de ração corrigido (CRC), ganho de peso (GP), peso das aves aos 42 dias (P42) e conversão alimentar (CA) (kg) em função do galpão e dos níveis de EM estão presentes na Tabela 4.

Tabela 4. Médias estimadas e erros-padrão de consumo de ração corrigido (CRC) (kg), ganho de peso (GP) (kg), peso aos 42 dias (P42) (kg) e conversão alimentar (CA) em função do galpão e dos níveis de energia (kcal/kg).

Table 4. Estimated means and stander error of feed intake corrected (FIC) (kg) weight gain (WG) (kg), weight at 42 days (W42) (kg) and feed conversion (FC) as a function of the house and the energy levels (kcal/kg).

Variável Variable	Galpão House	Níveis de EM (kcal/kg)/ME levels (kcal/kg)				Média Average
		3100	3200	3300	3400	
CRC	SRAE/AECS	3,63 ± 0,11	3,73 ± 0,07	3,54 ± 0,10	3,57 ± 0,08	3,62 ± 0,09A
FIC	SRAE+SETV AECS+EHBS	3,35 ± 0,07	3,36 ± 0,02	3,34 ± 0,05	3,35 ± 0,04	3,35 ± 0,43B
GP	SRAE/AECS	1,63 ± 0,20	1,80 ± 0,13	1,70 ± 0,24	1,81 ± 0,24	1,74 ± 0,24A
WG	SRAE+SETV AECS+EHBS	1,74 ± 0,70	1,72 ± 0,09	1,75 ± 0,07	1,77 ± 0,12	1,74 ± 0,24A
P42	SRAE/AECS	2,64 ± 0,22	2,81 ± 0,12	2,71 ± 0,23	2,83 ± 0,24	2,75 ± 0,20A
W42	SRAE+SETV AECS+EHBS	2,75 ± 0,08	2,71 ± 0,09	2,77 ± 0,06	2,78 ± 0,12	2,75 ± 0,09A
CA	SRAE/AECS	2,27 ± 0,32	2,07 ± 0,17	2,12 ± 0,39	2,00 ± 0,27	2,11 ± 0,28A
FC	SRAE+SETV AECS+EHBS	1,92 ± 0,09	1,95 ± 0,10	1,92 ± 0,09	1,90 ± 0,14	1,92 ± 0,10B

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste F a 5%.

Means followed by the same letter do not differ by F test at 5%.

O consumo de ração (CRC) foi maior para as aves do SRAE, sem diferenças para o GP e P42 nos dois sistemas, enquanto a CA foi melhor para o sistema SRAE+SETV. Estes resultados corroboram com os encontrados por Dale e Fuller (1980) que, utilizando a técnica do consumo

pareado, observaram que mesmo igualando o consumo as aves submetidas ao estresse por calor não tiveram a mesma taxa de crescimento que as aves em ambiente termoneutro e que há uma redução na eficiência alimentar.

A mesma idéia foi reforçada por Geraert et al. (1996) e Baziz et al. (1996) que relataram que quando mantidos em estresse por calor, os frangos de corte reduzem seu crescimento em maior proporção que o consumo de ração, o que resulta em pior índice de conversão alimentar.

Por outro lado, estes resultados contrastam com os encontrados por Belay e Theeter (1993) que afirmam que em consequência do estresse por calor, a temperatura corporal da ave sobe e logo aparecem os sintomas negativos. Quando expostas a este tipo de estresse todas as aves respondem através da diminuição da ingestão de alimentos. A redução de consumo alimentar diminui os substratos metabólicos ou combustíveis disponíveis para o metabolismo, dessa forma, há redução da produção de calor.

As médias estimadas da conversão alimentar (CA) em função das sessões no interior do galpão, estão apresentadas na Tabela 5.

Tabela 5. Médias estimadas e erros-padrão da conversão alimentar (CA) em função das sessões no interior do galpão.

Table 5. Estimated average and stander error of feed conversion (FC) according to the sessions inside the house.

Galpão	Sessão/Session				Médias/Average
House	1	2	3	4	
SRAE AECS	1,87 ± 0,13Bb	1,95 ± 0,10Ab	2,25 ± 0,30Ba	2,35 ± 0,25Aa	2,11 ± 0,59A
SRAE+ SETV AECS+ EHBS	1,92 ± 0,10Aa	1,92 ± 0,10Ab	1,90 ± 0,14Ab	1,95 ± 0,10Ab	1,92 ± 0,11B

Médias seguidas da mesma letra maiúscula nas linhas e minúsculas nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Means followed by the same uppercase letter in rows and lowercase letter in columns do not differ by Tukey test at 5%.

No G1, a sessão 4 (Figura 5), apresentou maiores valores de conversão alimentar, fato este que pode estar relacionado à associação dos maiores valores de temperatura (média de 27,5°C) e umidade (79,7%) encontradas nesse local, não existindo diferenças nas demais sessões (P>0,05). Para o G2, a CA não apresentou diferença (P>0,05) entre as sessões, mostrando o equilíbrio nas condições ambientais promovidas pelo sistema SETV.

Quando se analisa a CA em função das sessões entre os galpões, nota-se que a mesma apresentou-se maior ($P<0,05$) apenas na sessão 1 no G2, enquanto que nas demais sessões, ela foi maior para o G1.

Os melhores resultados de CA entre as sessões do SRAE+SETV deve-se, provavelmente, ao ambiente mais favorável e homogêneo proporcionado por este sistema. Estes resultados corroboram com os encontrados por Oliveira et al. (2006) que avaliando o efeito da temperatura ambiente sobre o desempenho e as características de carcaça de frangos de corte dos 22 aos 42 dias de idade obtiveram melhora gradativa na CA observada entre 16 e 25°C, confirmando a influência destas temperaturas na eficiência da utilização de energia para o ganho de peso das aves nesta faixa de idade.

Avaliação da carcaça

Embora as condições de temperatura no SRAE e SRAE+SETV apresentarem-se acima das estabelecidas como ótima, nenhuma diferença foi encontrada para as medidas de desempenho quando relacionadas aos níveis de energia utilizados nas rações experimentais, efeito observado apenas entre os galpões estudados. Portanto, os níveis de energia nas rações não influenciaram diretamente as variáveis analisadas, com exceção do peso da gordura abdominal conforme mostrado na Figura 6.

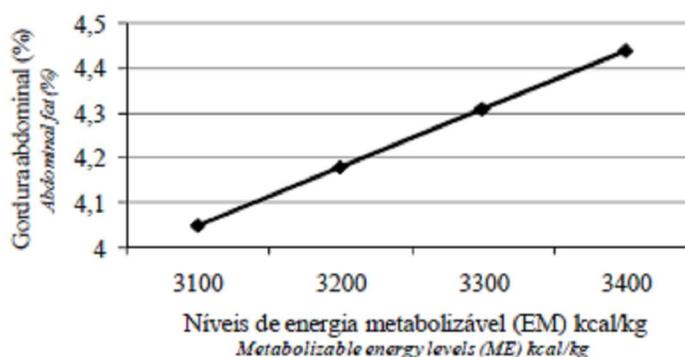


Figura 6. Efeito dos níveis de energia metabolizável (EM) no peso da gordura abdominal.

Figure 6. Effect of metabolizable energy levels over the abdominal fat weight.

A deposição de gordura abdominal aumentou de forma linear com o aumento nos valores de energia na ração. Este resultado corrobora com os encontrados por Macari & Furlan (1994) que, avaliando os efeitos dos níveis de EM em rações, também constataram aumento linear no teor de

gordura da carcaça de frangos de corte, em razão de níveis mais altos de energia contidos na ração.

Na Tabela 6 estão expressas as médias estimadas do peso da ave viva (PAV), peso da ave eviscerada (PAE), peso do coração (PC) e peso do fígado (PF) em função do galpão e dos níveis de energia na ração. Nota-se que as variáveis PAV e PAE, apresentaram maiores valores no galpão com SRAE+SETV em relação ao galpão com SRAE, resultados que podem estar relacionados com as melhores condições ambientais encontradas neste primeiro sistema, fazendo com que a energia consumida por parte desses animais fosse direcionada ao crescimento e ganhos de peso dos mesmos.

Tabela 6. Médias estimadas de peso da ave viva (PAV) (kg), peso da ave eviscerada (PAE) (kg), peso do coração (PC) (%) e peso do fígado (PF) (%), em função do galpão e dos níveis de EM (kcal/kg).

Table 6. Estimated average weight of live bird (AWB) (kg), gutted weight of the bird (GWB) (kg), heart weight (HW) (%) and liver weight (LW) (%), depending on the shed and the levels of ME (kcal / kg)

Variável Variable	Galpão House	Níveis de EM (kcal/kg)/Levels of ME (kcal/kg)				Média/Average
		3100	3200	3300	3400	
PAV AWB	SRAE	2,52 ± 0,11	2,70 ± 0,08	2,69 ± 0,11	2,67 ± 0,17	2,64 ± 0,13A
	SETV	2,74 ± 0,08	2,74 ± 0,17	2,90 ± 0,08	2,82 ± 0,08	2,80 ± 0,12B
PAE GWB	SRAE	1,72 ± 0,07	1,91 ± 0,06	1,89 ± 0,10	1,87 ± 0,14	1,85 ± 0,11B
	SETV	1,94 ± 0,07	1,94 ± 0,16	2,03 ± 0,07	1,96 ± 0,05	1,97 ± 0,09A
PC HW	SRAE	0,76 ± 0,17	0,63 ± 0,04	0,66 ± 0,04	0,69 ± 0,08	0,69 ± 0,10A
	SETV	0,73 ± 0,10	0,71 ± 0,07	0,68 ± 0,04	0,68 ± 0,03	0,70 ± 0,07A
PF LW	SRAE	3,16 ± 0,59	2,92 ± 0,12	2,83 ± 0,30	2,76 ± 0,31	2,92 ± 0,37A
	SETV	2,91 ± 0,22	2,87 ± 0,26	2,79 ± 0,11	3,05 ± 0,28	2,91 ± 0,23A

Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si pelo teste de F a 5%.

Means followed by different letters differ by F test at 5%.

O peso do fígado (PF) tem redução no estresse por calor, provavelmente devido à redução na atividade desse órgão (PLAVNIK e YAHAV, 1998). Enquanto no frio o aumento do peso relativo dos órgãos está associado à necessidade de maior produção de calor corporal, a redução do tamanho destes órgãos, em ambiente de alta temperatura, corresponde à tentativa de a ave reduzir a produção de calor interno (OLIVEIRA et al., 2006). Por este motivo, a maior massa absoluta para fígado obtida no sistema SRAE+SETV, se deve provavelmente, às condições de temperaturas mais amenas proporcionadas pelo sistema evaporativo de tijolos vazados associado aos nebulizadores.

CONCLUSÕES

A utilização do sistema de resfriamento adiabático evaporativo (SRAE) foi mais eficiente quando associado ao sistema evaporativo de tijolos vazados (SETV).

O SRAE+SETV proporcionou um ambiente mais confortável e homogêneo mostrando efeito para os parâmetros produtivos e favorecendo a conversão alimentar (CA).

Os níveis de energia não influenciaram as variáveis analisadas, com exceção da deposição da gordura abdominal.

REFERÊNCIAS

BAZIZ, H.A., GERAERT, P.A., GUILLAUMIN, S. Chronic heat exposure enhances fat deposition and modifies muscle and fat partition in broiler carcasses. **Poultry Science**, v. 75, n. 4, p. 505-513, 1996.

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

DALE, N.M.; FULLER, H.L. Effect of diet composition on feed intake and growth of chicks under heat stress. II. Constant x cycling temperatures. **Poultry Science**, v. 59, n. 9, p. 1431-1441, 1980.

CAVIGLIONE, J.H.; KIIHL, L.R.B.; CARAMORI, P.H.; OLIVEIRA, D. **Cartas climáticas do Paraná**. Londrina : IAPAR, 2000. CD

GERAERT, P.A.; PADILHA, J.C.F.; GUILLAUMIN, S. Metabolic and endocrine changes induced by chronic heat exposure chickens: biological and endocrinological variables. **British Journal of Nutrition**, v. 75, n. 2, p. 205-216, 1996.

LANA, G.R.Q.; ROSTAGANO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; LANA, A.M. Q. Efeito da temperatura ambiente e da restrição alimentar sobre o desempenho e composição de carcaça de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 4, p.1117-1123, 2000.

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

MEDEIROS, C. M.; BAÊTA, F. C.; OLIVEIRA, R.F.M.; TINÔCO, I.F.F.; ALBINO, L.F.T.; CECON, P. R. Índice térmico ambiental de produtividade para frangos de corte. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v. 9, n. 4, p. 660-665, 2005.

MONGIN, P. Recent advances in dietary cation-anion balance: applications In: POULTRY PROCEEDINGS NUTRITION SOCIETY, 1981, Cambridge, **Proceedings...** Cambridge, v. 40, p. 285-294, 1981.

MOURA, D.J. Ambiência na avicultura de corte. In: SILVA, I.J. O. **Ambiência na produção de aves em clima tropical**. Jaboticabal. SBEA, p. 75-149, 2001.

NEIVA, J.N.M.; TEIXEIRA, M.; TURCO, H.N.; OLIVEIRA, S.M.P.; MOURA, A.A.A.N. Efeito do estresse climático sobre os parâmetros produtivos e fisiológicos de ovinos Santa Inês mantidos em confinamento na região litorânea do Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 3, p. 668-678, 2004.

OLIVEIRA, G.A; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L.; CECON, P.R.; VAZ, R.G.M.V.; ORLANDO, U.A.D.; Efeito da temperatura ambiente sobre o desempenho e as características de carcaça de frangos de corte dos 22 aos 42 dias. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 4, p. 1398-1405, 2006.

PLAVNIK, I.; YAHAV, S. Effect of environmental temperature on broiler chickens subjected to growth restriction at an early age. **Poultry Science**, v. 77, n. 6, p. 870-872, 1998.

RODRIGUES, E.H.V. **Desenvolvimento e avaliação de um sistema de resfriamento evaporativo por aspersão intermitente, na cobertura de aviários usando modelos de escala distorcida**. 1998. 178p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - FEA/ UNICAMP. Campinas-SP, 1998.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.A.T.; DONZELLE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R.F.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S.L.T. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2005. 186p.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE - SAS. **Sas statistic guide for personal computers**. Cary, North Carolina: SAS Institute Inc., 2008.

SMITH, M.O. Parts yield of broilers reared under cycling high temperatures. **Poultry Science**, v. 72, n. 6, p. 1146-1150, 1993.

TINÔCO, I.F.F. Avicultura industrial: novos conceitos de materiais, concepções e técnicas construtivas disponíveis para galpões avícolas brasileiros. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**. v. 3, n. 1, p. 1-26, 2001.

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