

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**OTIMIZAÇÃO DA PRODUÇÃO DE FRANGO DE CORTE EM CONDIÇÕES
DE ESTRESSE POR CALOR**

CHRISTINE LAGANÁ
MSc. Engenheira Agrícola/UNICAMP

Tese apresentada como um dos requisitos à obtenção do Grau de Doutor em
Zootecnia
Área de Concentração Produção Animal

Porto Alegre (RS), Brasil
Janeiro de 2005

DEDICATÓRIA

*“A Nilton Laganá, meu pai,
Pelo amor, confiança e apoio nas horas difíceis,
À memória de minha mãe, Anna Maria Neves Laganá e de meu padrinho
Roberto Laganá,
Exemplos de fé e dedicação que me fizeram chegar até aqui
Aos meus irmãos pela convivência e amizade,
exemplo de luta nesta jornada de nossas vidas.
A minha querida irmã Geisa
Pela amizade e amor dedicado desde que "roubei sua cena".
A todos que diretamente ou indiretamente
puderam conviver cada minuto desta jornada.
Foram anos de saudades, privações, dedicação,
trabalho, acertos e erros, mas principalmente
de bons momentos...
com amor e carinho,
DEDICO”.*

AGRADECIMENTOS

A professora Doutora Andréa Machado Leal Ribeiro, pela dedicação, ensinamentos, orientação e exemplo de profissionalismo.

A Ione Borcelli Morão e sua família, pelo maior referencial de amizade, carinho e dedicação que pude ter durante minha estada no Rio Grande do Sul.

Ao professor Doutor Alexandre de Melo Kessler, pela amizade, apoio e importante contribuição neste trabalho.

Aos colegas de jornada Lilian Ribeiro Kratz, Lisiane Menezes, Marson Bruck Warpechowski, João Dionísio Henn, Luciano Trevisan, Simone Pophal, André Ricardo Ebert e aos demais colegas do LEZO, pelo apoio e amizade.

Ao professor Doutor Felix Diaz González, pelo incentivo e sugestões, colaborador importante neste trabalho.

Às bolsistas de iniciação científica Cátia Chilanti Pinheiro e Elaine Nunes de Souza, pela ajuda e pelos bons momentos que fizeram com que cada tarefa do período experimental fosse realizada com alegria e dedicação.

Às médicas veterinárias Luciana de Almeida Lacerda e Silvia Resende Terra, pela contribuição valiosa neste trabalho.

Às amigas do Laboratório de Nutrição Animal Mônica, Débora e Ângela, pela amizade e ensinamentos nas análises laboratoriais e ao Lauro e demais funcionários da UFRGS, sem os quais seria impossível realizar este trabalho.

Aos amigos Yuri e Elder, pela amizade e carinho nos momentos difíceis e pelas alegrias, almoços e risadas que fizeram a saudade de casa doer menos.

Ao CNPq, pela concessão da bolsa e apoio financeiro para a execução deste trabalho.

À professora Doutora Daniella Jorge de Moura, pela embora distante, valiosa contribuição em alguns momentos.

A todos que de forma direta ou indireta contribuíram para a realização deste projeto. Obrigada!

OTIMIZAÇÃO DA PRODUÇÃO DE FRANGO DE CORTE EM CONDIÇÕES DE ESTRESSE POR CALOR ¹

Autora: Christine Laganá

Orientadora: Andréa Machado Leal Ribeiro

Co-Orientadora: Daniella Jorge de Moura

RESUMO

Foram realizados dois experimentos (EXP) com a finalidade de apresentar alternativas para reduzir os efeitos do estresse por calor (EPC), aumentando a produtividade em épocas quentes. O primeiro EXP teve como objetivos verificar o efeito de dietas com mais gordura (2,4 vs 4,0%) e menos proteína bruta (19,5 vs 18,5%) na metabolizabilidade, desempenho, rendimento de carcaça, parâmetros morfológicos (baço, bursa, coração, intestino e fígado), bioquímicos (proteínas totais, glicose, fructosamina, albumina e globulinas) e hematológicos (heterófilos, linfócitos, eosinófilos, basófilos, monócitos e relação heterófilo:linfócito) das aves aos 42 dias submetidas a EPC cíclico (25-32°C). O efeito direto do EPC no desempenho e na metabolizabilidade da dieta, na situação de consumo pareado (comparado ao ambiente termoneutro) Também foi estudada. O segundo EXP teve como objetivos verificar o efeito de dietas suplementadas com vitaminas C e E (100UI de vitamina E/kg de ração e 300 ppm de vitamina C/kg de ração) e minerais orgânicos Zn e Se (40 ppm Zn e 0,3 ppm Se/kg de ração) no desempenho de frangos de corte submetidos a EPC e nos parâmetros morfológicos, bioquímicos e hematológicos das aves aos 35 dias. Foi observado que a queda de desempenho verificada no calor está relacionada principalmente com a diminuição no consumo e à redução na metabolizabilidade da matéria seca. A dieta com 1,6% a mais de gordura e 1% a menos proteína proporcionou às aves em EPC melhora na conversão alimentar (CA), mas não interferiu no rendimento de carcaça e cortes. Esta dieta também proporcionou um melhor peso relativo de bursa, a diminuição no número de linfócitos, heterófilos, relação H/L e monócitos das aves em EPC, indicando que as alterações metabólicas ocasionadas pelo estresse foram atenuadas pela dieta. No segundo EXP, a suplementação vitamínica e/ou mineral melhorou o desempenho das aves em função de um menor consumo que resultou em melhor CA, independentemente do ambiente. O EPC reduziu o peso absoluto e relativo dos órgãos linfóides, os valores de hemoglobina, aumentou o número de heterófilos e a relação H/L. As suplementações vitamínica e/ou mineral não influenciaram os parâmetros bioquímicos séricos e hematológicos dos frangos em EPC. A relação H/L foi um bom indicador de estresse, aumentando sempre que as aves estiveram estressadas, independentemente do tipo de estresse. O peso dos órgãos linfóides também pode ser considerado um bom indicador de EPC desde que não estejam sofrendo outro tipo de estresse.

¹ Tese de Doutorado em Zootecnia - Produção Animal, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, (205p.) Janeiro de 2005.

OPTIMIZATION OF BROILER CHICKEN PRODUCTION UNDER HEAT STRESS CONDITIONS¹

Author: Christine Laganá

Adviser: Andréa Machado Leal Ribeiro

Co-Adviser: Daniella Jorge de Moura

ABSTRACT

Two experiments (EXP) were carried out to present alternatives to reduce the effects of heat stress (HS) and increase productivity in periods of hot weather. The first EXP aimed to verify the effect of diets with more fat (2.4 vs 4.0%) and less crude protein (19.5 vs 18.5%) on the digestibility, performance, carcass yield, morphological characteristics (spleen, bursa, heart, intestine and liver), biochemical characteristics (total protein, glucose, fructosamine, albumin and globulins) and hematological characteristics (heterophils, lymphocytes, eosinophils, basophils, monocytes and the heterophil:lymphocyte ratio) of 42-d broilers submitted to cyclic HS (25-32°C). The direct effect of HS on performance and diet digestibility in pair feeding situation (compared to thermoneutral environment) was also studied. The objective of the second EXP was to verify the effect of diets supplemented with vitamins C and E (100UI vitamin E/kg feed and 300 ppm vitamin C/kg feed) and organic minerals Zn and Se (40 ppm Zn and 0.3 ppm Se/kg feed) on the performance of broiler submitted to HS and on their morphological, biochemical and hematological parameters at 35 days. It was observed that the fall in performance detected in hot weather was related mainly to the decrease in feed intake, but also to the reduction in the digestibility of the dry matter. The diet with more fat and less protein improved the feed conversion (FC) of broiler in HS, but did not interfere in the carcass and cut yields. This diet also resulted in better bursa yield, less numbers of lymphocytes, heterophils, monocytes and lower H/L ratio of the broiler in HS, indicating that the metabolic changes caused by stress were reduced by the diet. In the second EXP, the vitamin and/or mineral supplementation improved the broiler performance because of a smaller intake that resulted in better FC, regardless of the environment. The HS decreased the absolute and relative weight of the lymphoid organ, reduced hemoglobin values, increased heterophils number and H/L ratio. The vitaminic and/or mineral supplementation had not influenced the blood biochemical characteristics and hematological parameters of the broilers in HS. The H/L ratio was a good stress indicator, always increasing whenever the broiler were stressed, regardless of the type of stress. The lymphoid organ weight can also be considered a good HS indicator if the broiler are not under any other type of stress.

¹ Doctoral thesis in Animal Science, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil. (205 p.) January, 2005.

SUMÁRIO

	Página
CAPÍTULO 1	
1. INTRODUÇÃO E REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	1
1.1 Ambiente- Temperatura e Umidade	5
1.2 O estresse	8
1.3 Estresse por calor.....	10
1.4 Efeitos do estresse por calor no consumo de alimento e de água	13
1.5 Calor x Digestibilidade	16
1.6 Calor x Energia da Dieta	20
1.7 Calor x Proteína da dieta	22
1.8 Vitaminas	27
1.9 Minerais	33
1.10 Restrição Alimentar.....	37
1.11 O ambiente de criação e seu efeito no comportamento e empenamento.....	39
1.12 Órgãos	43
1.12.1 Órgãos Linfóides	45
1.13 Alterações nos Parâmetros Sangüíneos - Hematológicos e Bioquímicos	48
CAPÍTULO 2- INFLUÊNCIA DE NÍVEIS DE PROTEÍNA E GORDURA NO DESEMPENHO, RENDIMENTO E METABOLISMO DE FRANGOS ESTRESSADOS POR CALOR	
2.1 INTRODUÇÃO	60
2.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	63
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	69
2.3.1 Dados de Desempenho	69
2.3.1.1 Efeito do ambiente (ATN e EPC) e da dieta (controle e verão) no desempenho de frangos no período de 21 a 42 dias, com consumo à vontade	69
2.3.1.2 Efeito do ambiente (ATN e EPC) e da dieta (controle e verão) no desempenho de frangos no período de 21 a 42 dias, com consumo equalizado	73
2.3.2 Rendimento de carcaça e cortes comerciais	76
2.3.2.1 Efeito do ambiente (ATN e EPC) e da dieta (controle e verão) no rendimento de frangos aos 42 dias, com consumo à vontade	76

2.3.2.2 Efeito do ambiente (ATN e EPC) e da dieta (controle e verão) no rendimento de frangos aos 42 dias com consumo equalizado.....	78
2.3.3 Rendimento de órgãos e penas	79
2.3.3.1 Efeito do ambiente (ATN e EPC) e da dieta (controle e verão) no rendimento de órgãos e penas de frangos aos 42 dias, com consumo à vontade	79
2.3.3.2 Efeito do ambiente (ATN e EPC) e da dieta (controle e verão) no rendimento de órgãos e penas de frangos aos 42 dias, com consumo equalizado	83
2.3.4 Dados de Metabolismo	85
2.3.4.1 Efeito do ambiente (ATN e EPC) e de dietas (controle e verão) na metabolizabilidade da matéria seca (MetMS) e proteína (MetPB) de frangos com consumo à vontade	85
2.3.4.2 Efeito do ambiente (ATN e EPC) e das dietas (controle e verão) na metabolizabilidade da matéria seca (MetMS) e da proteína (MetPB) de frangos com consumo equalizado	87
2.3.5 Observações Comportamentais	92
2.3.6 Parâmetros Sanguíneos	95
2.4 CONCLUSÕES	104
CAPÍTULO 3- EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO DE VITAMINAS E MINERAIS ORGÂNICOS NO DESEMPENHO E NOS PARÂMETROS BIOQUÍMICOS E HEMATOLÓGICOS DE FRANGOS EM ESTRESSE POR CALOR	
3.1 INTRODUÇÃO.....	106
3.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	112
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	114
3.3.1 Dados de Desempenho	114
3.3.1.1 Efeito de ambiente (ATN e EPC) e do tipo de suplementação (vitamínico e/ou mineral) no desempenho de frangos de corte no período inicial (1-14 dias)	114
3.3.1.2 Efeito do ambiente (ATN e EPC) e do tipo de suplementação (vitamínico e/ou mineral) no desempenho de frangos de corte no período total de 14 a 35 dias	115
3.3.1.3 Efeito de ambiente (ATN e EPC) e do tipo de suplementação (vitamínico e/ou mineral) no desempenho de frangos de corte no período de 1 a 35 dias	120
3.3.1.4 Efeito do ambiente (EPC e ATN) e do tipo de suplementação (vitamínico e/ou mineral) na mortalidade de frangos de corte.....	122
3.3.2 Rendimento de órgãos linfóides	123
3.3.3 Parâmetros Sanguíneos.....	125
3.4 CONCLUSÕES.....	130
CAPÍTULO 4	
4.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS	132
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	133
6. APÊNDICES	

RELAÇÃO DE TABELAS

	Página
Capítulo 1	
1. Valores de referência do perfil bioquímico sanguíneo em frangos de corte de diferentes idades na região sul do Brasil.....	58
2. Valores hematológicos para frangos de corte.....	59
Capítulo 2	
1. Descrição da temperatura e umidade relativa nos ambientes ATN e EPC.....	64
2. Composição em ingredientes e nutricional das dietas experimentais para frangos de corte de 21-42 dias	65
3. Efeito do ambiente (EPC e ATN) e da dieta (verão e controle) no peso corporal (PM), consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de frangos no período de 21 a 42 dias, com consumo à vontade.....	69
4. Efeito do ambiente (EPC e ATN) e da dieta (verão e controle) na mortalidade e refugagem de frangos no período de 21 a 42 dias, com consumo à vontade	73
5. Efeito do ambiente (EPC e ATN) e da dieta (verão e controle) no peso corporal (PM), consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de frangos no período de 21 a 42 dias, com consumo equalizado	74
6. Efeito do ambiente (EPC e ATN) e da dieta (verão e controle) na mortalidade e refugagem de frangos no período de 21 a 42 dias, com consumo equalizado	75
7. Efeitos do ambiente (ATN e EPC) e da dieta (controle e verão) no rendimento da carcaça (RC), do peito (RP), da coxa (RCX), da perna (RSC) e da asa (RA) das aves com alimentação à vontade	77
8. Efeitos do ambiente (ATN e EPC) e da dieta (controle e verão) no rendimento da carcaça (RC), do peito (RP), da coxa (RCX), da perna (RPE) e da asa (RA) das aves com consumo equalizado.....	78
9. Efeitos do ambiente (ATN e EPC) e da dieta (controle e verão) no peso relativo* (%) das penas (RP) de bursa (RB), baço (RBA), coração (RC) , fígado (RF), intestino (RI) e gordura abdominal (RG)	

de frangos de corte aos 42 dias, com consumo à vontade.....	81
10. Efeitos do ambiente (ATN e EPC) e da dieta (controle e verão) no peso relativo* (%) das penas (PP) de bursa (PB), do baço (PBA), do coração (PC), do fígado (PF), do intestino (PI) e de gordura abdominal (GA) de frangos de corte aos 42 dias, com consumo equalizado.....	84
11. Efeito do ambiente (ATN e EPC) e de dieta (controle e verão) na metabolizabilidade da matéria seca (MetMS) e da proteína (MetPB) em frangos de 21 a 42 dias, com consumo à vontade.....	86
12. Efeito do ambiente (ATN e EPC) e da dieta (controle e verão) na metabolizabilidade da matéria seca (MetMS) e da proteína (MetPB) em frangos de 21 a 42 dias, com consumo equalizado	88
13. Comparação da temperatura de crista e barbela, pés e cabeça de aves mantidas em diferentes ambientes (ATN ou EPC)	94
14. Valores hematológicos (eritrograma e leucograma) de frangos aos 42 dias submetidos à dois ambientes (ATN e EPC) e dois tipos de dieta (verão e controle) com consumo à vontade	98
15. Parâmetros bioquímicos do sangue (glicose, albumina, proteína total, globulina e fructosamina) de aves aos 42 dias submetidas à dois ambientes (ATN e EPC) , dois tipos de dieta (controle e verão) com consumo à vontade.....	100
16. Valores hematológicos (eritrograma e leucograma) de frangos aos 42 dias submetidos a dois ambientes (ATN e EPC) e dois tipos de dieta (controle e verão) com consumo equalizado.....	102
17. Comparação dos parâmetros bioquímicos do sangue (glicose, albumina, proteína total, globulina e fructosamina) de aves aos 42 dias submetidas à dois ambientes (ATN e EPC) , dois tipos de dieta (controle e verão) com consumo equalizado.....	103

Capítulo 3

1. Descrição da temperatura e umidade relativa nos ambientes ANT e EPC.....	111
2. Composição em ingredientes e nutricional das dietas basais inicial e de crescimento para frangos de corte no período experimental	112
3. Efeito do ambiente (EPC e ATN) e do tipo de suplementação (vitamínico e/ou mineral) no desempenho de frangos de corte no período de 1 a 14 dias	115
4. Efeito do ambiente (EPC e ATN) e do tipo de suplementação (vitamínico e/ou mineral) no desempenho de frangos de corte no período de 14 a 35 dias	116
5. Efeito do ambiente (EPC e ATN) e do tipo de suplementação (vitamínico e/ou mineral) no desempenho de frangos de corte no período de 1 a 35 dias.....	121
6. Efeito do ambiente (EPC e ATN) e do tipo de suplementação	

(vitamínico e/ou mineral) na mortalidade de frangos de corte.....	122
7. Efeitos do ambiente (ATN e EPC) e do tipo de suplementação (vitamínico e/ou mineral) no peso absoluto da bursa e do baço e no peso relativo* (%) de bursa (RBO) e do baço (RBA) de frangos de corte aos 35 dias	124
8. Valores hematológicos (eritrograma e leucograma) de frangos aos 35 dias submetidos a dois ambientes (ATN e EPC) e quatro tipos de suplementação vitamínico e/ou mineral na dieta	125
9. Parâmetros bioquímicos do sangue (glicose, albumina, proteína total, globulina e fructosamina) de aves aos 35 dias submetidos a dois ambientes (ATN e EPC) e quatro tipos de suplementação vitamínico e/ou mineral extra na dieta	129

RELAÇÃO DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

AA	Aminoácidos
EPC	Estresse por calor
Zn	Zinco
Se	Selênio
°C	Graus Celsius
UR	Umidade Relativa
%	Porcentagem
m ²	Metro quadrado
DLM	dl-Metionina
HMB	Hidróxi Análogo de Metionina
min	Minuto
Arg: Lis	Relação Arginina:Lisina
EM	Energia Metabolizável
kcal	Quilocaloria
kg	Quilograma
PB	Proteína Bruta
NRC	National Research Council
NaCl	Cloreto de Sódio
mg	Miligramma
ppm	Parte por milhão
UI	Unidades Internacionais
H/L ou H:L	Relação heterófilo: linfócito
vs	versus
µg	micrograma
g	grama
TGI	trato gastrintestinal
Rbo	Índice Morfométrico Bursal
µL	microlitro
ACTH	adrenocorticotropina
h	hora
dL	decilitro
VG	volume globular
L	litro
mm ³	Milímetro cúbico
Ca	Cálcio
P disp	Fósforo disponível

Met+Cis

ATN

Tre

Trip

PM

GP

CR

CA

CV

RC

RP

RCX

RSC

RA

RPE

RB

RBA

RC

RF

RI

RG

Metionina mais Cistina

Ambiente termoneutro

treonina

Triptofano

Peso médio

Ganho de peso

Consumo de ração

Conversão alimentar

Coefficiente de variação

Rendimento de carcaça

Rendimento de Peito

Rendimento de coxa

Rendimento de sobrecoxa

Rendimento de asa

Rendimento de Penas

Rendimento de Bursa

Rendimento de Baço

Rendimento de Coração

Rendimento de Fígado

Rendimento de Intestino

Rendimento de Gordura Abdominal

CAPÍTULO I

1. INTRODUÇÃO E REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O Brasil está atualmente na segunda posição no "ranking" mundial de produção de carne de frango e em termos de receitas cambiais, passou em 2003 a ser o maior exportador mundial de frangos (UBA, 2004), posição esta conquistada com adoção de tecnologias modernas ao longo das últimas décadas. Em termos de competitividade e qualidade, o país produz hoje o frango mais barato do mundo e o de qualidade reconhecidos.

O frango de corte é um animal doméstico geneticamente aprimorado para rápido crescimento, com o mais eficiente desempenho que se conhece. Com os avanços da genética e da nutrição voltados para um crescimento rápido, com máxima deposição protéica, principalmente de peito e coxa, melhor utilização dos nutrientes da dieta e boas conversões alimentares, o metabolismo das aves ficou ainda mais acelerado. Entretanto, sua capacidade termorreguladora continuou deficiente para enfrentar grandes desafios das altas temperaturas.

Paralelo aos avanços alcançados, a avicultura tem hoje, segundo Mitchell (2001), maior incidência de problemas sanitários, maior susceptibilidade ao estresse e redução na qualidade da carne, com o aparecimento de defeitos na cor e textura.

Altas temperaturas prevalecem na maioria das regiões brasileiras durante a maior parte do ano e, para manter a posição obtida em escala de produção e exportação, torna-se relevante que haja estímulo às novas pesquisas e as informações técnicas sejam melhor detalhadas, na determinação da otimização da criação nestas condições de estresse.

A temperatura ambiente pode ser considerada o fator físico de maior efeito no desempenho de frangos de corte, já que exerce grande influência no consumo de ração (Teeter et al., 1984; Cerniglia et al., 1983) e, com isto, afeta diretamente o ganho de peso e a conversão alimentar. Durante o estresse por calor (EPC) há uma redução na eficiência dos alimentos. Esta redução pode também ser devida à digestibilidade alimentar mais baixa, a primeira etapa da utilização do alimento. A redução na digestibilidade do alimento pode contribuir para uma diminuição nas quantidades de nutrientes disponíveis para o crescimento (Bonnet et al., 1997 e Hai et al., 2000).

Aumentos na proteína e energia da dieta para compensar a redução no consumo são freqüentemente recomendados no EPC. Isto pode ser melhor implementado substituindo carboidratos por gordura, como fonte energética e assegurando um perfil adequado de aminoácidos. O uso de gordura no lugar de carboidrato justifica-se pelo fato da primeira, entre todos os nutrientes, ter o menor incremento de calor (9%), sendo o incremento calórico da proteína de 26% (Ribeiro & Laganá, 2002).

É de conhecimento comum que a maior parte das linhagens de frango modernas foram geneticamente melhoradas para as exigências de países temperados. A extensão da escala comercial destas linhagens para

países tropicais e semitropicais criou a necessidade de reavaliar suas exigências nutricionais de forma a possibilitar que alcancem satisfatoriamente seu máximo desempenho, em altas temperaturas ambientais.

De maneira geral, pesquisas têm demonstrado que aves estressadas necessitam de maior aporte de vitaminas e minerais (El-Boushy, 1988; Coelho & McNaughton, 1995 e Miltenburg, 1999). Junta-se a isto o fato de que nas épocas quentes do ano o consumo voluntário de ração diminui e que a estabilidade das vitaminas nos premixes pode diminuir. No entanto, isto não quer dizer que a suplementação vitamínica resolva, por si, problemas de EPC (Ribeiro & Laganá, 2002). Ainda assim, poucos experimentos têm sido conduzidos para determinar exigências e disponibilidade durante estas épocas.

Muitas são as propostas de como pode ser avaliado o estresse pelo qual o animal passa durante as etapas da produção. Um indicador que vem sendo utilizado pelos pesquisadores há algum tempo, não só em aves, é a mudança nas respostas fisiológicas do animal, como os níveis hormonais. As concentrações de metabólitos sanguíneos (glicose, proteínas plasmáticas), a interpretação do leucograma (contagem total e diferencial de leucócitos e avaliação morfológica dos mesmos) e enzimas refletem o estado do meio interno. Portanto, análises bioquímicas e hematológicas são utilizadas para estimar o estresse, síndrome na qual promovem profundas modificações metabólicas e bioquímicas. O valor destas variáveis depende das características do estressor, da resposta do agente estressado e do contexto em que o estresse acontece. Em certas circunstâncias, como no estresse crônico, estas variáveis não têm um comportamento claro. Neste caso, a atrofia

dos órgãos linfóides primários constituiria uma melhor evidência do estresse (Revidatti et al., 2002).

Com a finalidade de apresentar alternativas para reduzir o EPC de forma a alcançar benefícios para o acréscimo da produtividade das aves e, conseqüentemente, benefícios econômicos aos produtores, é que foram realizados os seguintes estudos. O primeiro estudo teve como objetivo verificar se uma dieta com mais gordura e menos proteína, mantendo os níveis exigidos dos primeiros aminoácidos (AA) limitantes, melhoraria o desempenho e o rendimento de frangos de corte em EPC. Também teve por objetivo estudar o efeito do EPC na metabolizabilidade da dieta e nos parâmetros morfológicos, bioquímicos e hematológicos das aves aos 42 dias. Utilizando o modelo proposto de restrição alimentar "pair feeding", o estudo teve ainda como objetivo estudar os mesmos parâmetros na situação de restrição alimentar. No segundo ensaio foi avaliado o efeito de dietas suplementadas com vitaminas C e E e minerais orgânicos Zn e Se no desempenho de frangos de corte submetidos a estresse cíclico por calor (25-32°C) dos 14 aos 35 dias. Também foi determinada a influência da suplementação vitamínico e/ou mineral nos parâmetros morfológicos, bioquímicos e hematológicos das aves.

1.1 Ambiente- Temperatura e Umidade

O ambiente em que são submetidas as aves, é considerado como um dos principais aspectos no sucesso ou fracasso do empreendimento

avícola. Dentre os fatores ambientais, as condições térmicas representadas pela temperatura, umidade e movimentação do ar, são as que afetam diretamente as aves, pois comprometem a manutenção da homeotermia (Tinôco, 2001). O ambiente pode ser definido como a soma dos impactos biológicos e físicos. No aspecto físico, a temperatura assume um papel importante porque na maioria dos casos as aves domésticas estão confinadas, proporcionando pouca margem de manobra para ajustes comportamentais necessários para a manutenção da homeostase térmica (Macari et al., 2004).

Na fase inicial, estudos mostraram que flutuações de temperatura ambiente não superiores a 6°C não têm influência no desempenho de frangos, mas flutuações acima de 10°C podem interferir em seu desempenho. Atualmente, por causa do melhoramento genético dos frangos de corte que priorizou uma maior taxa de crescimento, as flutuações de temperatura ambiente estão relacionadas com o aparecimento de doenças metabólicas, como ascite e síndrome da morte súbita (Macari & Gonzales, 1990).

Quando a temperatura ambiental aproxima-se da temperatura corporal do frango, aproximadamente 42°C, a perda de calor latente passa a ser preferencialmente por meio da respiração ofegante. No entanto, o ofego é eficiente, apenas quando a umidade relativa ambiental se encontra em níveis relativamente baixos, isto é, menores do que 70% (Lasiewski et al., 1966).

O maior problema, nas áreas tropicais quentes e úmidas é o excesso de umidade relativa do ar. Esse excesso impossibilita que a ave elimine eficientemente calor através da respiração. Estando a temperatura e a umidade relativa altas, a ave não consegue respirar suficientemente rápido

para remover todo calor que precisa dissipar de seu corpo. Conseqüentemente, com a umidade relativa muito alta, a ave não suporta a mesma temperatura ambiental, afetando a troca térmica, e a temperatura corporal pode elevar-se, ocorrendo a prostração e a morte, quando ela alcançar 47°C, que é o limite máximo fisiológico vital da ave (Mitchell, 1976, Nääs, 1994 e Rutz, 1994). Isto é mais preocupante na medida em que a ave cresce, especialmente nas linhagens mais pesadas, pois a área superficial necessária para a dissipação de calor diminui, proporcionalmente, com a idade e com o seu peso corporal.

A umidade relativa (UR) é raramente incluída como uma variável experimental ou medida mesmo para fins informativos, e o fato de que aumentos em sua escala possam agravar o estresse pelo calor é negligenciado. Yahav et al. (1995) relataram diferenças nas respostas de frangos de 4 a 8 semanas e perus submetidos a UR de 40 a 45%, 50 a 55%, 60 a 65%, e 70 a 75% numa temperatura ambiental de 35°C. A taxa de crescimento máxima dos frangos ocorreu numa UR de 60 a 65%, enquanto que a de perus se deu em uma UR de 50 a 55%. Relatos indicam que fatores tais como a cobertura de pena, o sexo, a idade da ave, o grau de aclimação e as espécies das aves podem interagir com a UR ao definir as respostas das aves domésticas às altas temperaturas ambientais (Balnave, 2004).

Conforto térmico (zona de conforto) pode ser definido como sendo uma faixa de temperatura ambiente onde a taxa metabólica é mínima e a homeotermia é mantida com menos gasto energético. Assim, na zona de conforto térmico, a fração de energia utilizada para termogênese é mínima e a energia para produção é máxima. No entanto, como a termotolerância da ave

varia em função da idade, fica implícito que a zona de conforto é variável em função da idade/peso do animal. Assim, em pintos de 1 a 7 dias de vida a zona de conforto está entre 31 e 33°C, diminuindo para 21 a 23°C na idade de 35 a 42 dias, considerando a umidade do ar entre 65 e 70% (Furlan & Macari, 2002). Na situação de conforto térmico há a constância do meio interno e os sistemas homeostáticos controladores estão atuando com o menor gasto de energia. Isto traduz-se em melhor ganho de peso, conversão alimentar, produção de ovos, etc.

À medida em que a temperatura ambiente e/ou a umidade relativa se elevam acima da zona termoneutra, a capacidade das aves de dissipar calor diminui. Em consequência disso, a temperatura corporal da ave sobe e logo aparecem os sintomas do estresse por calor. Quando expostas ao estresse por calor, todos os tipos de aves respondem pela diminuição na ingestão de alimentos. A redução de consumo alimentar diminui os substratos metabólicos ou combustíveis disponíveis para o metabolismo, desta forma reduzindo a produção de calor (Belay & Teeter, 1993).

1.2 O estresse

Existem diferentes tipos de agentes capazes de levar os animais a um estado caracterizado como de estresse. Estes agentes são de naturezas diversas, como mecânicos (traumatismo, contenção, cirúrgicos), físicos (calor, frio, som), químicos (utilização de drogas para tratamento de doenças e

estimulação de crescimento e da produção), biológicos (estado de nutrição, agentes patológicos) e psicológicos (mudança de ambiente e de manejo), além dos estressores de origem social, como hierarquia ou dominância entre os grupos de animais (Baccari, 1998).

Quando uma ave é exposta a um agente estressor físico ou psicológico, o sistema nervoso simpático é ativado e isto resulta em um aumento das freqüências respiratória e cardíaca e na redistribuição do suprimento de sangue para os órgãos centrais, ou seja, o organismo está preparado para a “fuga”. Dentro de poucos segundos, estes efeitos são potencializados e prolongados pela liberação de epinefrina (adrenalina) e norepinefrina (noradrenalina) na corrente sangüínea pela glândula adrenal. Algum tempo depois, a mesma glândula também libera a corticosterona (o hormônio do estresse), que age com o objetivo de aumentar o suprimento de energia do organismo. Mesmo sabendo que em um curto espaço de tempo estas respostas são benéficas, permitindo que o animal suporte eficientemente o estresse, a secreção de corticosterona associada a um estresse persistente gera um grande número de efeitos prejudiciais ao animal. Dentre eles podem ser citados os distúrbios no sistema imune, as úlceras gástricas e as alterações na secreção de outros hormônios que regulam o crescimento e a reprodução (Elrom, 2000; Mench, 2002).

O estado de estresse implica em uma necessidade aumentada de energia, porque caracteriza uma grande atividade ao nível de sistema neuromuscular e demais tecidos. Um aumento basal do tônus muscular esquelético surge logo de início, dada a ação das catecolaminas, preparando o indivíduo

para possíveis atividades físicas, o que equivale a manter um estado de alerta. Assim, o organismo precisa de um nível aumentado de glicose, pois o sistema nervoso é dependente direto da glicose sangüínea, e outros nutrientes como aminoácidos, sais e vitaminas, indispensáveis para sustentar o aumento da atividade (Cabral et al., 1997).

Devido ao alto grau de densidade animal por unidade de área (aves/m²), por motivos de economia, os lotes avícolas são submetidos a um constante estresse. Este desconforto animal se manifesta, mais intensamente, à medida que evolui a idade das aves, em particular, a partir do peso médio de um quilo ou cerca de 25 dias de vida (Costa, 2002).

Se situações de desconforto térmico acontecem no pré-abate, o metabolismo *post mortem* e as características de carne são afetados. O estresse pré-abate pode ter conseqüências negativas na qualidade da carne, aumentando, inclusive, o risco de incidência de PSE ("pale, soft, exudative" – pálida, mole, exudativa) e DFD ("dark, firm, dry" – escura, dura e seca) nas carcaças (Sayre et al., 1963; Marple & Cassens, 1973, citados por Bressan et al., 2003).

O manejo pré-abate e o transporte são estressantes para as aves. A falta de ventilação para as aves que estão localizadas nas gaiolas do centro da carga. O caminhão pode causar calor e hipertermia para as aves das gaiolas nas extremidades da carga, pode causar frio, provocando estresse e mudanças fisiológicas no pré-abate, assim como, mudanças bioquímicas no *post mortem* (Bressan et al., 2002, citados por Bressan et al., 2003). O transporte em longas distâncias, a mistura com animais desconhecidos, o espaço inadequado, as

carrocerias mal desenhadas, o frio e o calor podem resultar em estresse e sofrimento animal. Além das condições eticamente indesejáveis, esses fatores têm influência direta na qualidade da carcaça podendo ocorrer lesões nos músculos e hematomas (Mitchell et al., 1992).

1.3 Estresse por calor

O Brasil é um país de clima tropical, onde as maiorias das regiões têm médias de altas temperaturas o ano todo. O estresse pelo calor, sofrido pelas aves, tem sido preocupante para os produtores devido às perdas na produção toda vez que os termômetros ultrapassam os limites da termorregulação.

Segundo Teeter & Smith (1986), todas as espécies de aves experimentam estresse por calor na combinação de umidade relativa e temperatura ambiente altas, fora da zona de conforto. Com o incremento destes dois parâmetros, a habilidade das aves em dissipar calor é muito reduzida.

Os avanços tecnológicos, especialmente na genética e na nutrição, têm feito com que o frango de corte atual tenha uma taxa de crescimento corporal alta, o que determina um aumento na demanda sangüínea tecidual, devido a alta taxa metabólica. Entretanto, o sistema cárdio-respiratório tem sido ineficiente para oxigenar devidamente toda a massa muscular, determinado assim transtorno em diversos órgãos (Macari et al., 2004).

A queda na produção geralmente progride com a idade sendo que o frango diminui sua capacidade em lidar com uma soma de processos gerados

pelo calor. O ganho de peso corporal diminui o conteúdo de gordura aumenta, enquanto que a umidade e a proteína diminuem (Howlinder & Rose, 1987). Deaton et al. (1968) constataram uma pior conversão alimentar para aves adultas, submetidas a temperaturas variando ciclicamente de 23,9 a 35°C, quando comparadas com as aves em microclima estável de 21,1°C. Estas mudanças são o resultado de várias adaptações físicas e metabólicas do frango em se adaptar e sobreviver.

O termo estresse por calor tem diferentes conotações nas diversas regiões do mundo. Em países tropicais, as temperaturas ambientais podem permanecer elevadas por períodos de tempo prolongados. Em regiões temperadas, curtos períodos agudos de estresse por calor podem ser o problema principal. Baseado nos resultados de muitos estudos, foi visto que o estresse por calor começa a ocorrer quando a temperatura ambiental passa de 25°C, se a ave foi aclimatada a uma temperatura baixa. Entretanto, em muitas regiões do mundo, as temperaturas abaixo de 32°C não são consideradas opressivas porque a ave tem seu limite de tolerância ao calor mais alto, devido à aclimação. A temperatura em que as aves domésticas encontrarão o estresse por calor será mais baixa no exemplo das aves mantidas normalmente em um ambiente temperado, comparadas às aves mantidas normalmente em um ambiente semitropical ou tropical. As aves adaptam-se melhor a uma temperatura máxima de elevação diária quando a temperatura da noite cai a 25°C ou menos, porque podem recuperar-se do estresse sofrido durante o dia (Balnave, 2004).

O tempo que as aves domésticas necessitam para aclimatar-se a um aumento na temperatura foi relatado em alguns estudos (Shannon & Brown, 1969, citados por Balnave, 2004) e é certo que o histórico ambiental da ave influencia sua capacidade de sobreviver frente ao estresse por calor agudo. Esse fenômeno é chamado aclimação. Arjona et al. (1988) relataram que a exposição contínua ou intermitente de pintos ao calor aumentou sua capacidade de tolerância ao estresse por calor agudo 40 dias mais tarde.

O efeito cíclico ou agudo do ambiente também deve ser considerado. Como exemplo, tem-se que diferenças relativas entre dietas usando DL Metionina (DLM) e Hidroxi-Análogo de Metionina (HMB), em relação a diferentes proporções de Arg:Lis, foram evidentes tanto no estresse agudo (Chen et al., 2003) quanto no cíclico (Balnave et al., 1999), mas foram mais pronunciadas em estresse agudo.

Dale & Fuller (1980), trabalhando com dietas com níveis mais elevados de gordura (8% vs 2,25%), em frangos submetidos ao EPC cíclico ou crônico, constataram que quando em estresse cíclico, a taxa de crescimento das aves foi melhorada devido à gordura adicionada na ração. O mesmo não aconteceu quando as aves foram submetidas a estresse crônico, onde os resultados não mostraram benefício ao adicionar gordura.

Uma das principais diferenças entre temperaturas constantemente altas ao invés de ciclos é que, no segundo caso, as aves podem dissipar o calor durante um período mais fresco da noite, uma opção não disponível às aves mantidas em altas temperaturas constantes. Podem também comer durante os períodos mais frescos da noite, fato que pode influenciar nas

exigências de nutrientes (Balnave & Oliva, 1990), nas respostas aos suplementos dietéticos (Smith & Teeter, 1987) e no ganho compensatório (Ribeiro et al., 2001a).

1.4 Efeitos do estresse por calor no consumo de alimento e de água

Drásticas diminuições no consumo de alimento e no crescimento foram relatadas em frangos mantidos sob estresse por calor (Austic, 1985; Howlider & Rose, 1987) e a eficiência alimentar pode ser reduzida significativamente (Plavnik & Yahav, 1998).

Morgan (1990) e Czarick & Tison (1990) concluíram que a primeira resposta da ave ao estresse por calor é o decréscimo no consumo de alimento, ou seja, a perda do apetite, deixando de receber os nutrientes essenciais para a produção e para o seu bem-estar. A segunda resposta é a perda de água do organismo, levando à desidratação.

Bonnet et al. (1997) concluíram que a redução no ganho de peso em aves submetidas a estresse por calor foi de 50% em relação às aves mantidas em condições de termoneutralidade. Após duas semanas de exposição crônica ao calor, a ingestão de alimento diminuiu mais de 3% por cada aumento de um grau entre 22 e 32°C.

Plavnik & Yahav (1998) observaram em frangos uma redução progressiva do peso, de ganho de peso, de ingestão de alimento e a eficiência alimentar quando foram submetidos a aumentos de temperatura ambiental.

Macari (2001) comentou que durante à noite as condições de manutenção da normotermia é mais favorável para os frangos, sendo que isto favorece os mecanismos de ingestão de alimento pelas aves. No decorrer do dia, com o aumento da temperatura ambiente, as aves entram em processo de hipertermia, com redução do apetite e, conseqüentemente, com redução na ingestão de ração.

Uma ave sofre estresse por calor quando produz mais calor do que pode dissipar. Para ajustar-se, reduz o consumo de alimento e sua produção diminui. Esta redução, segundo Payne (1967) e Davis et al. (1973), em poedeiras se localiza entre 1,1% a 1,6% por grau centígrado. Já Mardsen & Morris (1987), analisando mais de trinta trabalhos científicos com poedeiras concluíram que a relação é curvilínea e não linear. Quando a temperatura ambiental se aproxima da temperatura da ave, a dissipação de calor é reduzida e, com ela, a exigência energética. Nestas condições, ao satisfazer as exigências energéticas, a ave pode não consumir os demais nutrientes, em quantidades suficientes, conseqüentemente, existirá uma queda na produção de ovos e no ganho de peso. No início do período de estresse, o consumo permanece constante. Desta forma, o máximo efeito termogênico do alimento irá coincidir com o período de máximo estresse. Van Kampen (1977), citado por Lesson (1986), mostrou que a resposta térmica da ave alimentada a 20°C aconteceu duas horas após a alimentação e provocou 12% de aumento de calor, tornando-se sem importância após outras duas horas. A 35°C, a resposta termogênica foi máxima quatro a cinco horas após a refeição e, apesar de quantitativamente menor (7%), seu efeito prolongou-se por oito a dez horas.

Teeter et al. (1984) avaliaram o efeito direto do aumento do consumo alimentar em frangos submetidos ao estresse pelo calor. Naquele experimento, as aves foram submetidas à alimentação forçada, em níveis iguais às aves mantidas em ambiente termoneutro e alimentadas à vontade. Foi verificado que a alimentação forçada das aves, até os níveis observados para os controles, aumentou o ganho de peso em 17%. Entretanto, a sobrevivência reduziu-se em 14%. Esses dados mostram que não é interessante a alimentação das aves durante um período em que a produção de calor não pode ser dissipada, tendo em vista que as aves não conseguem eliminar a carga adicional de calor, ocorrendo um aumento na mortalidade.

Segundo Fox (1980), a sobrevivência das aves em ambientes de estresse por calor depende em grande parte do consumo de grandes volumes de água, o que aumenta o período de sobrevivência das aves. O consumo de água para aves estressadas dobra em relação às aves mantidas em temperaturas mais amenas (Bonnet et al., 1997).

O acréscimo do consumo de água está diretamente relacionado ao aumento da demanda de água destinada ao processo de perda de calor por meios evaporativos. Em condições de estresse por calor, a água tem papel fundamental nos mecanismos de perda de calor, através do processo evaporativo respiratório. Estudos realizados por Linsleey & Berger (1964) demonstraram que, sob condições de estresse térmico, as aves podem aumentar a taxa respiratória de 25 movimentos respiratórios/min para 250 movimentos respiratórios/min. O alto calor específico da água faz com que ela

atue como “tampão de calor”, fazendo com que a temperatura corporal permaneça constante frente às flutuações ocorridas na temperatura ambiente.

Segundo Macari (1996), a troca de água no organismo das aves, é tanto maior quanto menor é a ave. Isto implica no fato de que aves jovens também podem sofrer pelo calor, pois estão mais expostas à desidratação que as aves maiores. No caso da exposição a 35°C por quatro horas, pintos de sete dias perderam 12% de peso corporal, enquanto que frangos com 42 dias perderam 4 a 5% de seu peso corporal.

1.5 Calor x Digestibilidade

A redução na digestibilidade do alimento pode contribuir para uma diminuição nas quantidades de nutrientes disponíveis para o crescimento (Bonnet et al., 1997 e Hai et al., 2000).

Durante o estresse por calor há uma redução na eficiência da utilização dos alimentos. Esta redução pode ser devida à digestibilidade alimentar mais baixa, a primeira etapa da utilização do alimento. Dale & Fuller (1980), usando a técnica do “pair-feeding”, 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. Os autores afirmaram que os processos como ofegação e abertura das asas na tentativa de dissipar calor, requerem um gasto de energia extra. Assim, ocorre uma redução de eficiência do uso do alimento, tendo por resultado um aumento na conversão alimentar geralmente nos frangos impostos ao calor.

Igualando o consumo, Geraert et al. (1996) mostraram que as aves submetidas ao estresse por calor tiveram a metade da redução do crescimento justificada pelo efeito direto da alta temperatura e a outra metade da redução explicada pela diminuição da utilização dos nutrientes, pelo aumento da produção do calor, pela redução na retenção de proteína, e pelo aumento na deposição de gordura.

Submetendo frangos de corte a estresse crônico por calor a 32°C e utilizando a técnica "pair-feeding", ou seja, consumo pareado, Bonnet et al. (1997) relataram que as digestibilidades da matéria seca, proteína, gordura e do amido foram menores nas aves em EPC quando comparadas com aves expostas a temperatura de 22°C. O decréscimo foi mais acentuado nos tratamentos em que foi fornecida dieta verão do que naqueles em que foi fornecida a dieta controle (4,7% vs 3,8% de gordura). A digestibilidade da gordura diminuiu com a dieta verão, independentemente do ambiente. Os autores atribuíram isto ao fato da dieta verão conter quase 50% do total de gordura da dieta como gordura animal, favorecendo um aumento na relação de ácidos graxos saturados e insaturados. A dieta verão também favoreceu um decréscimo na digestibilidade da proteína no ambiente EPC. Os autores concluíram que uma diminuição na digestibilidade da proteína pode ter sido em função da qualidade da proteína e devido à complexidade da matéria prima que compôs a dieta. Zuprizal et al. (1993) também observaram um decréscimo na digestibilidade da proteína quando utilizaram ingredientes diferentes de milho e soja.

Yamazaki & Zi-Yi (1982), citados por Bonnet et al. (1997), encontraram um decréscimo na EM da dieta quando as aves foram expostas à alta temperatura ambiental. Esse decréscimo pôde ser atribuído a vários fatores, entre eles o consumo de alimento, a idade, o genótipo, o sexo e o tipo de dieta.

Wallis & Balnave (1984) relataram que o ambiente quente influenciou negativamente a digestibilidade da metionina mas não diminuiu a digestibilidade da lisina.

Também a retenção de minerais foi diminuída em ambiente quente (Smith & Teeter, 1987). Além destes efeitos em nutrientes específicos, o tamanho gastrintestinal foi reduzido em galinhas expostas ao calor (Savory, 1986, Mitchell & Carlisle, 1992 e Bonnet et al., 1997). Savory (1986) relatou pesos mais baixos de proventrículo e moela em perus estressados pelo calor. Isto, segundo o autor pode explicar parte da redução na digestibilidade da proteína.

O tempo de retenção pelo trato digestório pode ser influenciado por uma série de fatores entre eles a consistência do alimento, a dureza, o tamanho das partículas, o estado alimentar e o conteúdo de água no alimento. A dieta é o fator mais importante que afeta o trânsito gastrintestinal. O alimento pode conter qualitativamente ou quantitativamente diferentes carboidratos, proteínas e gorduras que podem alterar o tempo de retenção e, com isso, influenciar a eficiência da digestão e absorção dos nutrientes (Furlan & Macari, 2002). No entanto, Hillerman et al. (1953) não observaram diferença no tempo de retenção em galinhas submetidas a temperaturas ambiente de 16 e 32°C.

Por outro lado, May et al. (1986) e May et al. (1988) observaram um aumento no tempo de retenção de alimento no papo e na moela de frangos submetidos a temperaturas médias mais altas. Segundo Bonnet et al. (1997), o aumento significativo no consumo de água, quando as aves foram expostas a 32°C, pode ter influenciado a absorção dos nutrientes pelo aumento na taxa de passagem dos alimentos. Porém, os autores citam o trabalho de Wilson et al. (1980) que verificaram um maior tempo de passagem dos alimentos em patos machos expostos ao estresse crônico por calor.

A adição de lipídios na dieta reduz a taxa de passagem e pode aumentar a digestibilidade dos nutrientes. (Gonzalo et al., 1982, citados por Furlan & Macari, 2002).

Experimentos foram conduzidos por Hai et al. (2000) para determinar o efeito do ambiente na digestão de frangos. Aves foram expostas a três temperaturas (5, 21 e 32°C), e a uma umidade relativa de 60%. Os autores observaram que a quantidade de quimo no trato digestório diminuiu no frio e aumentou no calor quando comparado com o ambiente termoneutro (20°C). Também relataram que as atividades das enzimas digestivas pancreáticas tripsina, quimotripsina e da amilase foram reduzidas em altas temperaturas (32°C) e não foram influenciadas no ambiente frio (5°C).

1.6 Calor x Energia da Dieta

Os requerimentos de energia para manutenção decrescem com o aumento da temperatura, as aves precisam ingerir menos para satisfazer suas necessidades energéticas (Daghir, 1995). Contudo, esta relação é verdadeira somente dentro da zona termoneutra onde em temperaturas mais baixas há um aumento no consumo e em altas temperaturas ocorre uma redução no consumo de alimento. Acima de 30°C, o consumo decresce rapidamente e as exigências energéticas aumentam, devido à necessidade das aves em eliminar calor. Portanto, este menor consumo de alimento e o gasto de energia para manutenção da homeostase térmica levam a uma redução no desempenho das aves criadas em altas temperaturas (Furlan et al., 2002).

Bertechini et al. (1991) observaram que frangos mantidos em diferentes temperaturas ambiente (17,1°C, 22,2°C, e 27,9°C), recebendo dietas com 2800, 3000 e 3200 kcal EM/kg, reduziram o consumo de ração e, conseqüentemente, o ganho de peso, à medida que a temperatura foi elevada. Os autores concluíram que para todas as temperaturas estudadas, quanto maior a EM da ração, maior é o ganho de peso.

O consumo de energia é o fator mais importante que limita o desempenho das aves submetidas a altas temperaturas. A concentração de energia na dieta deve ser ajustada para permitir a redução no consumo de dieta em temperaturas mais altas. O consumo de ração se altera em aproximadamente 1,72% para cada 1°C de variação na temperatura ambiental entre 18 e 32°C. No entanto, a queda é mais rápida (5% para cada 1°C) quando a temperatura sobe para 32 e 38°C (Plavnik, 2003). No entanto, o autor observou que o consumo de ração aumentou em 17% com a suplementação

de 5% de gordura em aves sob estresse por calor, porque a gordura aumenta a palatabilidade. O autor ainda recomendou gorduras e óleos com ácidos graxos saturados, aumentando o valor energético em 10% durante o estresse por calor. Também, Waldroup et al. (1976) e Summers et al. (1985) determinaram que um aumento da densidade nutricional levou a uma melhora do crescimento e da eficiência alimentar em perus e frangos.

Dale & Fuller (1980) observaram efeitos menos adversos das altas temperaturas sobre o ganho quando 27,5% da EM foi suprida por gordura. Ainda no mesmo trabalho, os autores observaram que embora não significativo, o uso de dietas para frangos estressados pelo calor, com altos níveis de gordura tiveram tendência a apresentar melhores resultados em ganho de peso do que dietas com altos níveis de carboidratos.

Wiernursz & Teeter (1993), comparando o efeito do balanço térmico de frangos durante o estresse por calor e a termoneutralidade, relataram que a produção de calor aumentou 44% quando a ingestão de alimento subiu de 0 a 9% do peso corporal da ave. Desta forma, os autores concluíram que dietas que produzem menos calor por kcal de EM consumida devem ser preferidas no estresse por calor.

O uso de gordura, ao invés de carboidratos, justificaria-se pelo fato da primeira, entre todos os nutrientes, ter o menor incremento de calor (9%), sendo o incremento calórico da proteína de 26%. No entanto, a adição de gordura está associada a um maior consumo de calorias, e, portanto, no cômputo final, maior produção de calor (Ribeiro & Laganá, 2002).

Por outro lado, Warpechowski, et al. (2004), estudando a utilização metabólica da energia e a produção de calor em frangos alimentados com dietas com níveis altos (9,5%) e normais (2,4%) de gordura, mantidos em ambiente a 24°C, encontraram coeficiente respiratório maior para as dietas normais, mas não encontraram outros efeitos da dieta no ganho de peso ou nas variáveis relacionadas com a produção de calor (produção total de calor, atividade de produção de calor e eficiência térmica do alimento).

1.7 Calor x Proteína da dieta

A manipulação de proteína e aminoácidos em dietas de frangos estressados pelo calor é um assunto que tem gerado muitas controvérsias. Duas estratégias opostas podem ser usadas para aliviar os efeitos de EPC no crescimento. A primeira constitui-se no uso de dietas com baixa proteína para limitar o incremento calórico. Neste sentido, alguns autores recomendam diminuir proteína dietética com suplementação de aminoácidos essenciais (Waldroup et al, 1976, Austic, 1985 e Cheng et al, 1997). A segunda, conforme Temim et al. (2000) recomenda o uso de dietas com alta proteína para compensar o menor consumo alimentar causado pelo calor. Estes pesquisadores, utilizando dietas que variaram de 10 a 33% de proteína bruta (PB), observaram que dietas com 28 e 33% de PB resultaram em índices melhores de ganho de peso e conversão alimentar do que dietas com 20% de PB, em ambiente com calor contínuo de 32°C, em frangos de quatro a seis semanas de idade. No entanto, é importante lembrar que este aumento só pode vir de fontes protéicas altamente digestíveis. Aumentar proteína da dieta

através de ingredientes de baixa digestibilidade, somente favorecerá um maior incremento calórico com conseqüente piora no quadro de estresse por calor.

Contrariamente ao trabalho anterior, Cowan & Michie (1978) e Sinurat & Balnave (1985) observaram que a queda do desempenho devido a temperaturas elevadas não foi solucionada com a elevação do nível de proteína na dieta, a fim de compensar a diminuição no consumo e na digestibilidade. Por outro lado, Alleman & Leclercq (1997) observaram que a redução do nível de proteína bruta, com concomitante suplementação de AA essenciais, balanceou e minimizou o incremento calórico devido à eliminação de excesso de nitrogênio. Todavia, a resposta a temperaturas elevadas parece piorar.

No que se refere à digestibilidade de aminoácidos, os resultados das pesquisas são controversos. Balnave (2004) ressaltou que a grande dificuldade no que se refere aos estudos de dietas para estresse por calor, está relacionada às especificações dietéticas dos aminoácidos. As estimativas existentes de exigências de aminoácidos para aves domésticas, com poucas exceções, foram derivadas usando aves saudáveis, alimentadas com dietas nutritivamente adequadas, para ambientes termoneutros. Nesta situação, os excessos ou os desequilíbrios dos aminoácidos não são geralmente um problema, à exceção de uma possível ligeira redução no desempenho. Entretanto, em temperaturas de estresse por calor, o catabolismo do excesso de aminoácidos, associado à maior produção de calor, que pode acompanhar dietas com balanço incorreto de aminoácidos, podem adicionar ao estresse por calor sérios impactos na sobrevivência e no desempenho das aves. Não

obstante, em altas temperaturas é provável que seja mais importante a formulação de dietas com balanço correto dos aminoácidos do que em temperaturas termoneutras. Os relatos de Brake et al. (1998) e Geraert (1998) indicaram que o balanço correto de aminoácidos para temperaturas termoneutras não é necessariamente aplicável em temperaturas de estresse por calor.

Waldroup (1982) e Austic (1985), entre outros, recomendaram uma redução na proteína dietética, com suplemento apropriado de aminoácidos essenciais, como meio de reduzir o incremento calórico da alimentação durante o estresse por calor. Entretanto, Cheng et al. (1997), alojando frangos de corte de 21 a 42 dias de idade, em ambientes com temperaturas variando de 21,1°C até 35°C, testaram diferentes níveis de proteína (16% a 24%) e diferentes suplementações de aminoácidos (de 90 a 110% da recomendação do NRC, 1994). Os autores concluíram que para ambientes com temperaturas acima de 26°C, dietas com proteína abaixo de 20% beneficiam o desempenho das aves não havendo, contudo efeito significativo para a suplementação de aminoácidos.

Cella et al. (2001) constataram que frangos de 1 a 21 dias exigem 1,4% de lisina total, quando mantidos em ambiente termoneutro e 1,285%, quando expostos a altas temperaturas (33,5°C) .

Miltenburg (1999) sugeriu que as dietas devam ser formuladas com aminoácidos digestíveis, seguindo o princípio da proteína ideal. Com isso, impede uma sobrecarga no metabolismo protéico. A oxidação do excesso de proteína ou de aminoácido gera calor metabólico (Plavnik, 2003).

Um aspecto importante é o antagonismo lisina-arginina e suas relações com o balanço eletrolítico da dieta. A lisina altera a utilização da arginina nas aves por aumentar a degradação, via atividade da arginase renal. Assim, aumenta a perda urinária da arginina, devido à competição dos dois aminoácidos pela reabsorção nos túbulos renais (Furlan et al., 2002). Em condições de temperatura normal, a relação arginina:lisina (Arg: Lis) recomendada é de 1,1:1 (NRC, 1994) ou de 1,12:1 (Mack et al., 1999), com base em aminoácidos totais e 1,08:1 (Rostagno et al., 2000), quando apresentada com base em aminoácidos digestíveis verdadeiros.

Brake et al. (1998) relataram que frangos expostos a altas temperaturas, depois de 21 dias de idade, requereram relações dietéticas mais elevadas de Arg:Lis do que as recomendadas para circunstâncias termoneutras, a fim otimizar o desempenho. Uma estratégia, baseada no aumento da relação Arg:Lis foi proposta por Brake & Balnave (1995). A suplementação com uma relação maior de Arg:Lis (1,35 vs 1,05) pareceu ter um enorme efeito na viabilidade durante o estresse por calor agudo e cíclico. Brake et al. (1998) concluíram que aumentando a relação Arg:Lis durante o estresse por calor (cíclico ou constante) melhora consistentemente a eficiência alimentar sem perdas no crescimento.

Sinurat & Balnave (1985), trabalhando com frangos de 22 a 44 dias, em ambiente com temperatura diurna de 35°C, mostraram que aves com consumo à vontade, com livre escolha, preferiram dieta com relação Arg:Lis de 1,32:1 em relação a dieta com relação 1,25:1. Por outro lado, Costa et al. (2001) estudaram o efeito da relação Arg:Lis digestível (95; 102,5; 110; 117,5;

125 e 132,5%) sobre o desempenho de frangos de corte criados em ambiente com temperatura variando entre 25 e 32°C e não encontraram efeito significativo no aumento da relação Arg: Lis sobre o desempenho das aves.

Balnave et al. (1999), citados por Balnave & Brake (2002), mostraram que a presença de 3,0g de NaCl/kg de ração com DLM ou HMB afetou a relação Arg:Lis da dieta de aves submetidas a estresse crônico. Os autores notaram que houve uma relativa queda no consumo alimentar de aves alimentadas com DLM e com a relação 1,20 e 1,34 de Arg:Lis, quando comparadas com dietas tendo relação 1,03. Utilizando dietas com HMB, o desempenho foi similar com qualquer relação de Arg:Lis utilizada. As aves alimentadas com DLM tiveram melhor desempenho com a relação 1,03. Balnave & Brake (2002) mostraram que a relação Arg:Lis somente afetou o desempenho dos frangos a 32°C. A esta temperatura, o consumo, o ganho de peso e a conversão alimentar foram otimizados em dietas com HMB utilizando a relação 1,35 de Arg:Lis. As dietas com DLM tenderam a otimizar o desempenho na relação 1,04 de Arg:Lis. Os autores comentaram que o consumo alimentar parece exercer um maior efeito no desempenho. Aos 32°C, aves alimentadas com dietas com HMB cresceram mais do que as aves alimentadas com DLM quando as dietas tiveram relação 1,35 de Arg:Lis. Os resultados daqueles estudos sugerem que a otimização da relação de Arg:Lis na dieta de frangos estressados pelo calor é dependente da origem da metionina utilizada na dieta.

1.8 Vitaminas

As vitaminas são nutrientes essenciais para o desenvolvimento animal, por participarem como cofatores em reações metabólicas e permitir a maior eficiência dos sistemas de síntese no organismo animal. Participam no metabolismo como imunomoduladores, para melhorar as funções imunológicas e a resistência às infecções em aves e outros animais domésticos (Rutz, 2004). As vitaminas estão presentes nos ingredientes utilizados nas dietas ou podem ser suplementadas em forma de premix (aproximadamente 0,05% da dieta). Geralmente nutricionistas fornecem níveis mínimos necessários para o máximo desempenho e lucro, acrescidos de margem de segurança baseados em experiências práticas (Rutz et al., 2002).

Thaxton & Siegel (1982) e Miller & Quershi (1991) demonstraram que aves expostas a estresse ambiental de várias naturezas apresentaram depressão do sistema imunológico. Quando galinhas foram expostas a temperaturas variando de 32,2 a 43°C, por períodos curtos de temperaturas elevadas intermitentes, ou ciclos de altas temperaturas constantes, a resposta imune foi reduzida significativamente (Miller & Quershi, 1991).

A suplementação extra de vitaminas e minerais tem sido uma técnica adotada nas formulações de rações para aves submetidas ao EPC, já que modificações nas instalações de criações e sistemas de refrigeração são alternativas muito caras.

Houve melhora significativa no desempenho e na função imunológica de aves submetidas a estresse térmico quando aumentaram os

níveis de vitamina C (Pardue & Thaxton, 1984) e vitamina E (El-Boushy, 1988) das dietas.

Segundo Furlan & Macari (2002), o uso de vitamina C tem sido proposto para a redução do estresse nos frangos de corte. As aves sintetizam o ácido ascórbico para crescimento e metabolismo. Entretanto, o aumento da temperatura de 21° C para 31° C reduziu a produção do ácido ascórbico, sendo esse efeito resultado da exaustão dos estoques e das quantidades de vitaminas sintetizadas.

A suplementação com ácido ascórbico melhora a resposta imunológica e a resistência às doenças em aves (Pardue et al., 1985). Na primeira linha de defesa contra patógenos, a fagocitose por neutrófilos envolve o aumento da utilização de ácido ascórbico e desidroascórbico. Além disso, infecções virais causam depleção de ácido ascórbico em leucócitos, resultando em vários graus de imunossupressão não específica (Thomas & Holt, 1978, citados por Rutz et al., 2002).

O ácido ascórbico é freqüentemente usado como suplemento dietético para compensar o efeito deletério do calor em aves, embora isto ainda gere controvérsias (Pardue & Thaxton, 1986). Uma situação que o ácido ascórbico tem demonstrado efeito benéfico é na prevenção da deterioração da qualidade da casca dos ovos (Balnave & Zhang, 1992).

A vitamina C foi fornecida na água para galinhas com 270 dias, nas quantidades de 0, 20 e 40 mg/ave/dia, durante 42 dias de temperaturas diárias altas (28 a 30°C) e UR de 82 a 85%. Os tratamentos onde as aves receberam suplementação resultaram em menores índices de mortalidade (2,2% e 5,6%

para 40 e 20mg de vitamina C/dia, respectivamente) do que o grupo sem suplementação (8,9%). A suplementação não alterou o consumo de ração, entretanto, a partir da terceira semana as aves, a suplementação proporcionou melhores conversões alimentares (Vathana et al., 2002).

O estresse por calor estimula a liberação de corticosteróides e catecolaminas e inicia a peroxidação dos lipídios nas membranas, incluindo membranas de linfócitos T e B. Tengerdy (1989) sugeriu que a suplementação de vitamina E é muito efetiva nestes casos, porque vitamina E pode reduzir os efeitos negativos dos corticosteróides liberados no estresse. A vitamina E protege células e tecidos dos danos oxidativos, induzidos pelos radicais livres. Por sua natureza lipossolúvel, a vitamina E está localizada em nível de membrana, sabidamente de constituição lipoprotéica. Estruturalmente, ela reside entre os ácidos graxos componentes de fosfolipídios. Ali localizada, a vitamina E exerce a sua função mais conhecida, ou seja, a de antioxidante natural. Nesta função também atuam outras substâncias lipossolúveis, denominadas de carotenóides. Além destes compostos, este papel biológico é coadjuvado intracelularmente por compostos reconhecidamente de natureza hidrossolúvel como a vitamina C e a glutathione peroxidase, dependente de selênio.

O efeito de diferentes concentrações de vitamina E em dietas foi investigado em galinhas de postura expostas a estresse crônico de 32°C, da 26^a a 30^a semana de idade. A dieta controle continha 10 mg de tocoferol/kg e as demais foram suplementadas com 125, 250, 375 e 500 mg/tocoferol/kg. Metade das aves recebeu a suplementação por quatro semanas antes do

estresse (suplementação de curta duração) e a outra metade recebeu suplementação por quatro semanas antes, quatro semanas durante e oito semanas depois do estresse (suplementação de longa duração). A suplementação de longa duração com a vitamina E, ao nível de 250 mg/kg foi a que melhor aliviou o efeito do estresse crônico, aumentando significativamente a produção de ovos, quando comparada à dieta controle no EPC, sem, no entanto, aumentar o consumo alimentar e o peso dos ovos (Lee et al., 1999).

Todos os elementos do sistema antioxidante interagem entre si de forma eficiente. Esta interação provavelmente inicia ao nível de absorção de nutrientes e continua no metabolismo. Por exemplo, o selênio dietético poupa a vitamina E, de forma que galináceos (Thompson & Scott, 1970) e patos (Dean & Combs, 1981) apresentam concentrações mais elevadas de vitamina E no plasma ao receberem dietas suplementadas com selênio. Por outro lado, a vitamina E mantém o selênio no organismo na forma ativa, impedindo a sua perda do organismo. Além disso, ao impedir a destruição dos lipídios de membrana, impedindo a produção de hidroperóxidos, reduz a quantidade de glutathione peroxidase necessária para destruir peróxidos dentro do citosol das células (McDowell, 1989).

Também a vitamina C e a vitamina E interagem metabolicamente. A vitamina C melhora a atividade antioxidante da vitamina E, ao reduzir os radicais de tocoferoxila para a forma ativa da vitamina E (Jacob, 1995) ou ao poupar a vitamina E disponível (Retsky & Frei, 1995).

A resposta imunológica de cobaias aumentou quando receberam dietas contendo níveis elevados de vitaminas E e C (Bendich et al., 1984).

Gonzalez-Vega-Aguirre et al. (1995) demonstraram que a combinação de 200 ppm de vitamina C e 75 UI/kg de vitamina E melhorou os níveis de anticorpos de frangos de corte contra a *Brucella abortus* e contra o vírus vivo e morto da Newcastle.

Campo & Dávila (2002) observaram que 250ppm de vitamina E e 250 ppm de niacina diminuíram significativamente a relação heterófilo/linfócito (H/L) em galinhas estressadas pelo calor (0,43 vs 0,65 e 0,45 vs 0,66 respectivamente). Galinhas recebendo dieta suplementada com 1000 ppm de vitamina C, 250 ppm de vitamina E, 0,5% de triptofano e 250 ppm niacina tiveram significativa linfopenia. As aves no calor, com adição de 2% de ácido láctico, tiveram significativo aumento na relação H/L, quando comparadas às aves em termoneutralidade. (1,19 vs 0,62). O aumento observado foi devido a uma heterofilia. Os resultados sugeriram que a vitamina E e a niacina são efetivas para aliviar os efeitos do estresse pelo calor, enquanto que o ácido láctico reforça a indução do estresse por altas temperaturas.

Puthongsiriporn et al (2001) concluíram que a suplementação de 65 UI de vitamina E/kg da dieta de poedeiras melhorou a resposta imunológica durante o estresse por calor ao elevar a proliferação de linfócitos. A suplementação de 65 UI/kg de acetato de dl-alfa-tocoferol e 1000 ppm de vitamina C propiciou uma melhora mais acentuada na proliferação de linfócitos em aves expostas ao calor do que aquelas que receberam somente a suplementação de vitamina E. A combinação destas duas vitaminas aumentou a produção de ovos e a proliferação de linfócitos quando o sistema imune foi desafiado.

Ferket & Qhreshi (1992) demonstraram ser benéfica a suplementação de um complexo vitamínico na água (vitamina A, D, E e complexo B) em condições de estresse por calor. A suplementação proporcionou melhor ganho de peso e conversão alimentar, menor mortalidade e melhora no sistema imune das aves, com produção de anticorpos IgG e macrófagos, mas não proporcionou aumento na capacidade fagocítica de macrófagos. Por outro lado, nas mesmas condições, os autores não encontraram efeito benéfico na suplementação com eletrólitos (NaCl e K).

Embora não avaliando diretamente parâmetros imunológicos, Coelho & McNaughton (1995) submeteram frangos de corte a diferentes condições de estresse (cama usada, densidade de aves, desafio com coccidiose, gordura peroxidada, contaminação com micotoxinas e densidade da dieta) associados a diferentes níveis de premixes vitamínicos (níveis indicados pelo NRC e níveis 25% abaixo e 25% acima dos valores utilizados na indústria avícola). Os autores concluíram que em condições de alto desafio ambiental, níveis vitamínicos mais altos (25%) são necessários para o máximo desempenho das aves.

Miltenburg (1999) relatou que a suplementação vitamínica em níveis 20% superiores aos normalmente utilizados melhora os metabolismos protéico, energético e mineral, estimulando também a imunidade das aves contra eventuais desafios do ambiente, como calor, e de bactérias e vírus. Salientou ainda o autor que mais trabalhos deveriam ser desenvolvidos para estudar a biodisponibilidade de macro e microminerais, bem como averiguar a ação de enzimas no processo de biodisponibilidade destes nutrientes.

Deyhim & Teeter (1996) submeteram frangos de corte a estresse térmico e avaliaram o efeito da retirada de vitaminas e minerais da dieta durante o período de 28 a 49 dias de idade. A retirada dos premixes não afetou a competência imunológica, quando avaliada por títulos de anticorpos.

Christmas et al. (1995) estudaram a retirada de vitaminas e/ou minerais das dietas de frangos durante a última e as duas últimas semanas de vida até o abate aos 42 dias. A retirada de vitaminas e minerais nas últimas duas semanas resultou em uma redução no ganho de peso. O consumo de ração e a eficiência alimentar não foram afetados estatisticamente quando foram removidas as vitaminas e os minerais na última semana.

Teeter (1998) encontrou uma redução em 14% no ganho de peso quando retirou vitaminas da ração de frangos de corte expostos a estresse por calor crônico (24-35°C) dos 28 aos 49 dias. Apenas uma redução não significativa foi observada quando os minerais foram retirados. Os resultados encontrados sugeriram que a suplementação mineral pode ter sido responsável por uma redução adicional no desempenho dos frangos pela oxidação das vitaminas já presentes. A eficiência alimentar e a sobrevivência também foram afetados negativamente com a retirada das vitaminas.

1.9 Minerais

Os minerais são necessários para manter o metabolismo fisiológico dos seres vivos. Os elementos minerais não podem ser sintetizados pelos organismos vivos, devendo, portanto, ser suplementados na dieta dos animais. Até há pouco tempo, quase todos os minerais eram utilizados sob a forma

inorgânica, com biodisponibilidade muito variável. Isto requer uma utilização em níveis geralmente superiores às reais exigências dos animais, levando ao desperdício de minerais e sua eliminação para o ambiente. A utilização de minerais orgânicos vem sendo bastante pesquisada, pois apresentam uma maior biodisponibilidade, são transportados mais facilmente e armazenados por mais tempo que os correspondentes inorgânicos. As formas mais utilizadas são os quelatos, formados pela reação do mineral com um hidrolisado de aminoácidos e/ou peptídios, e os minerais orgânicos, formados através da incorporação biossintética de um mineral em um aminoácido. Embora já existam diversos minerais sob forma orgânica, destacam-se a utilização para aves de manganês, zinco e, principalmente, selênio, em virtude de suas funções e aplicações práticas (Maioka & Macari, 2002).

Durante o estresse por calor, a excreção de minerais através da urina e das fezes aumenta. Belay et al. (1993), utilizando aves colostomizadas, observaram que durante o estresse por calor aumentaram as excreções urinárias de potássio, sódio, zinco e molibdênio e aumentaram as excreções fecais de cálcio, manganês, e selênio. De qualquer forma, os benefícios específicos com a suplementação mineral existem, independente dos seus efeitos no consumo de água (Summers, 1994; Bonnet et al., 1997).

O selênio apresenta importantes funções, atuando como antioxidante, como componente enzimático (enzima glutathion peroxidase) e também aumentando a resposta imune através de uma maior leucocitose de patógenos e uma maior resposta humoral e celular. O papel metabólico mais importante do Se nos animais é sua função (presença) no local ativo da seleno-

enzima. Esta enzima protege as células dos danos causados pelos radicais livres e pelos lipoperóxidos (Underwood, 1977 e Combs & Combs, 1986, citados por Sahin & Kucuk, 2001). Muitos estudos sugeriram que a vitamina E e o Se agem sinergicamente como antioxidantes preliminares. Além disso, já foi relatado que a vitamina E tem um papel no metabolismo do Se e o Se é requerido para funções normais do pâncreas (Combs & Combs, 1986, citados por Sahin & Kucuk, 2001). O Se tem um efeito protetor dos danos oxidativos no tecido pancreático (Macpherson, 1994, citados por Sahin & Kucuk, 2001), e isto pode permitir que o pâncreas funcione corretamente, inclusive na secreção de enzimas digestivas, melhorando com isso a digestibilidade dos nutrientes e, conseqüentemente, o desempenho.

Os efeitos do Se sozinho ou da sua combinação com a vitamina E no desempenho, assim como em outros parâmetros metabólicos medidos em um estudo com codornas, sob estresse agudo por calor, foi avaliado por Sahin & Kucuk, (2001). Codornas sob estresse crônico por calor (34°C) foram suplementadas com dois níveis de vitamina E (125 e 250 mg/kg de dieta) e dois níveis de Se (0,1 ou 0,2 mg/kg de dieta). As dietas com maior quantidade de Se e vitamina E propiciaram maiores consumo de alimentos, peso corporal e melhor eficiência alimentar, indicando sinergismo entre a vitamina e o mineral.

O zinco é um mineral muito importante devido seu papel no funcionamento do sistema imune. É o co-fator de muitas enzimas essenciais, como a lactato desidrogenase, fosfatase alcalina e anidrase carbônica (Maiorka & Macari, 2002).

Estudos com água de beber identificaram compostos contendo zinco, tais como zinco-metionina, como sendo benéficos à qualidade da casca (Balnave & Zhang, 1993). Isto provavelmente ocorra devido ao fato do zinco ser um componente integral da anidrase carbônica e o aumento da disponibilidade do zinco destes compostos pode aumentar a atividade desta enzima na glândula da casca. A suplementação de proteínato de zinco em uma dieta padrão para poedeiras melhorou a qualidade da casca (Sanford, 1966, citado por Balnave & Zhang, 1993).

O zinco apresenta efeito positivo na resposta imune a patógenos e na manutenção da integridade epitelial, sendo bastante utilizado em leitões para melhorar desempenho e reduzir a incidência de diarreia no plantel (Mullan et al., 2002).

Evidências sugerem uma redistribuição do zinco durante o estresse imunológico. Por exemplo, o zinco do plasma foi reduzido extremamente e o zinco hepático foi encontrado em quatro vezes mais que a quantidade perdida do plasma (Klasing, 1984).

É possível que a exigência de zinco seja aumentada durante a exposição às condições de EPC. Acredita-se que o zinco seja essencial em todos os aspectos da imunidade devido sua função de associação com enzimas críticas para a integridade das células envolvidas na resposta imune (Dardenne et al., 1985, citados por Bartlett & Smith, 2003). Há resultados conflitantes a respeito da quantidade de zinco requerido para afetar a resposta imune.

Pimentel et al (1991) não encontrou diferenças no consumo de alimento e no crescimento de frangos alimentados com dietas contendo 88 μ g zinco/g de ração. Entretanto, Kidd et al. (1992) encontraram diferenças no peso e na conversão alimentar de frangos suplementados com 140 μ g ou 164 μ g de zinco/g de ração.

1.10 Restrição Alimentar

A restrição alimentar tem sido utilizada por diversos pesquisadores e com várias finalidades. A maioria dos estudos de restrição alimentar em frangos de corte preocupou-se com gordura corporal e eficiência alimentar. Até muito recentemente, a restrição alimentar era uma opção para melhorar a eficiência da alimentação e para reduzir a gordura do corpo, mas às custas de um menor peso corporal final.

Plavnik & Hurwitz (1991) relataram que as aves submetidas a um período curto de restrição alimentar severa na fase inicial do crescimento poderiam mostrar um completo crescimento de recuperação do peso após a realimentação e o resultado foi repetido em outras pesquisas.

A melhora na conversão alimentar com aumento da intensidade da restrição alimentar foi observada por Plavnik & Hurwitz (1985), Gonzales et al. (1994) e Cattelan Jr. (1995). A explicação para a melhor conversão alimentar é de que as aves submetidas a restrição alimentar apresentam menor desperdício de alimento e uma melhor utilização dos nutrientes, além de diminuir as necessidades de energia de manutenção.

Segundo Benyi & Habi (1998), a digestibilidade do alimento fornecido na fase de restrição alimentar pode ser maior em alguns casos. Teeter et al. (1985) observaram que frangos com 25% de restrição, de 28 a 39 dias de idade, tiveram aumentada a digestibilidade da ração em 5%. Períodos longos de jejum, antes ou depois da alimentação, podem alterar a passagem do alimento (Warner, 1981), e o tempo de trânsito é menor quando as aves são submetidas a jejum antes da alimentação (Larbier & Leclerq, 1994).

Cattelan Jr (1995) comparou diferentes tipos de restrição alimentar e concluiu que quanto mais severa ("skip a day" e restrição quantitativa a 70 e 60%) foi a restrição menor foi o peso corporal. Os mesmos resultados foram observados por Pinchasov & Jensen (1989) que concluíram que um ganho compensatório ocorreu apenas nos tratamentos pouco severos mas que, de uma maneira geral o peso das aves do tratamento controle não foi alcançado até os 49 dias de idade. A restrição alimentar entre 20% e 50% deve ser seguida de pelo menos 3 semanas de realimentação, período necessário para que as aves apresentem um ganho compensatório e, conseqüentemente, um peso final semelhante ao dos frangos com consumo à vontade. Neste sentido, a restrição deve ser realizada em período em que haja possibilidade de ganho compensatório adequado. (Macari et al., 2004).

Fontana et al. (1992) observaram que o peso total das penas também foi menor nos animais que sofreram restrição. Entretanto, a relação entre o peso da carcaça e das penas foi similar. Os autores constataram que a mortalidade dos animais que receberam alimento à vontade foi significativamente maior do que a das aves restritas.

O fenômeno do crescimento acelerado encontra também aplicação em aves submetidas a estresse pelo calor, já que altas temperaturas afetam acentuadamente os frangos de corte, através da redução do consumo e no ganho de peso, e como os episódios de estresse pelo calor são esporádicos e de duração irregular, é possível que as aves, nas horas amenas do dia ou da noite, possam compensar o período anterior, por um crescimento posterior acelerado. Estes períodos poderiam ocorrer dentro de um mesmo dia, quando o estresse pelo calor alcançar de 6 a 10 horas de duração, deixando 14 a 18 horas para o crescimento acelerado (Ribeiro et al., 2001a).

1.11 O ambiente de criação e seu efeito no comportamento e empenamento

O frango de corte atual é criado de forma intensiva e em condições que diferem drasticamente das originais, presentes no início da história evolutiva da espécie *Gallus domesticus*. Os bons índices de produtividade, com rápido crescimento, boa conversão alimentar e boa saúde, são suficientes para justificar os atuais sistemas intensivos de produção (Campos, 2000). Entretanto, a ausência da manifestação de comportamentos originais pode resultar em problemas funcionais, servindo como indicador de que as aves enfrentam problemas de bem-estar (Fraser & Broom, 1990). A atividade locomotora, que compõe muitos padrões de comportamento, como buscar alimento, água e abrigo, fugir dos predadores, explorar o ambiente, perdeu parte de seu valor adaptativo, já que o frango de corte atual é criado em condições nas quais os recursos mais importantes, como alimento e água,

estão facilmente disponíveis (Bizeray et al., 2000). A diminuição na necessidade de se locomover, decorrente das condições de alojamento, associada à seleção para melhor conversão alimentar e maior peso, está levando os frangos de granja a se locomoverem menos (Weeks et al., 2000). Como resultado, há conseqüências negativas para o bem-estar dessas aves (Bizeray et al., 2000), principalmente em decorrência do aumento de incidência de anormalidades nas suas pernas (Haye & Simons, 1978).

Bizeray et al. (2000) encontraram que a freqüência de aves com problemas nas articulações das pernas foi maior em uma linhagem de crescimento rápido, que também apresentou maior peso no 22º dia de idade (707,3 vs 413,7 g). Um outro estudo sobre os efeitos dos problemas de pernas no comportamento de frangos de granja (linhagem Ross 308) foi realizado por Weeks et al. (2000). Os autores observaram que, independentemente das condições de inflamação de pernas, os frangos despenderam a maior parte do dia deitados (76 a 86%), os deslocamentos ocuparam 3,3% do tempo para as aves sadias e 1,5% para aves com problemas de pernas. Observaram também que com o avançar da idade, houve um aumento significativo no tempo deitado e uma deterioração na atividade de andar. Os frangos com problemas de pernas, além do maior tempo deitados, geralmente ficavam com uma das pernas estendidas, num ângulo de 90º em relação ao corpo. Tal postura, segundo os autores, está associada com a falta de habilidade para ficar em pé e de se locomoverem devido à dor. É provável que os longos períodos de tempo deitado estejam relacionados com as altas taxas de crescimento e de peso corporal dos frangos de corte. Este fato levou os autores a concluírem

que a seleção para melhorar a eficiência na conversão alimentar inevitavelmente favoreceu os animais menos ativos.

Também através do comportamento, as aves tentam compensar sua reduzida habilidade de dissipar calor em condições de estresse térmico, ativando os processos fisiológicos responsáveis pela dissipação de calor e pela diminuição da produção de calor interno (Macari & Gonzales, 1990 e Bottje et al., 1983). Rutz (1994) narrou que, quando o ambiente térmico encontra-se acima da zona termoneutra das aves, suas atividades físicas são reduzidas, a fim de diminuir a produção interna de calor. A ave passa a ficar sentada, e com as asas abertas. Para aumentar a dissipação de calor, a ave procura maximizar a área de superfície corporal, ao agachar, mantém as asas afastadas do corpo, induzindo uma ptiloereção e aumento do fluxo para os tecidos periféricos não cobertos por penas, como cristas, barbelas e pés. Apenas 10% do corpo de uma ave não é coberto por penas, esses são a crista, a barbela e os pés .

Segundo Esmay (1978), nas áreas sem penas ocorrem variações de temperatura de até 20°C, devido à vasodilatação. A área superficial da crista de um frango pode exceder 50cm², e a crista e barbela podem representar 7% da área total (Freeman, 1983).

A perda de calor, através de cristas e barbelas, é maximizada em temperaturas ambientais acima de 30°C, com o aumento da migração do fluxo de sangue para a periferia do corpo do frango, o que facilita a liberação de calor ao ambiente (Macari et al, 2004). Zhou & Yamamoto (1997) verificaram um aumento de 3°C (41 a 44°C) na temperatura corporal, enquanto a

temperatura da pele aumentou 6°C (37 a 43°C) em frangos submetidos a estresse agudo por calor de 36°C, durante 3 horas.

Pelo fato das aves não possuírem glândulas sudoríparas, as penas possuem um importante papel termorregulatório, proporcionando uma eficiente cobertura externa, aumentando o isolamento térmico e possibilitando às aves manter sua temperatura corporal em regiões frias. Em temperaturas elevadas, essa cobertura de penas dificulta a dissipação de calor pelas aves. Nestas áreas, as variações de temperatura em função da vasodilatação são de apenas 2 a 5 °C (Esmay, 1978).

Alguns trabalhos têm mostrado uma relação entre o empenamento e a temperatura ambiente. Cooper & Washburn (1998) verificaram redução significativa no empenamento de frangos de corte mantidos em altas temperaturas. Cahaner et al. (1993), haviam mostrado que frangos, com gene Na, que expressa menor intensidade de empenamento, apresentaram melhor desempenho em altas temperaturas ambiente. Em outro estudo, Cahaner et al. (1993) usando linhagem com gene Na (pescoço pelado), observaram que a redução na cobertura de penas melhorou o ganho de peso em cerca de 3%, em temperatura termoneutra, e apresentaram uma superioridade de quase 3 vezes em temperaturas elevadas.

O empenamento e a temperatura ambiente podem ainda interferir no metabolismo energético das aves. Peguri & Coon (1993) mostraram o efeito da cobertura de penas (0, 50 e 100%) em galinhas alojadas em diferentes temperaturas (12,8, 23,9, 33,9°C). Foi observado que a exigência de energia metabolizável para manutenção nas aves em temperatura fria (12,8°C) com 0%

de penas foi 2 vezes maior do que as necessidades das aves mantidas em altas temperaturas (33,9°C) e 0% de penas. Segundo Horst & Mathur (1994), sob condições de estresse por calor, a redução na intensidade do empenamento pode aumentar a temperatura crítica superior das aves e manter uma menor produção de calor.

A restrição alimentar, quando severa, está ligada ao comportamento típico de estresse, com a coordenação de movimentos musculares, modulada direta ou indiretamente pelo sistema neuroendócrino (Zulkifli & Siegel, 1995). As aves submetidas a tratamentos de restrição alimentar mais severas permanecem bastante agitadas durante a fase de ausência de ração, remexendo a cama em busca de alimento. Este fato é positivo, por diminuir o desperdício. No entanto, é negativo pela ingestão de microorganismos, produtos tóxicos e, principalmente, pela excessiva movimentação das aves com grande gasto de energia.

1.12 Órgãos

Durante o desenvolvimento normal da ave, ocorre inicialmente maior crescimento do tecido muscular, que vem seguido pelo crescimento do tecido adiposo. Quando a taxa de crescimento é reduzida, ocorre um ajuste no *turnover* dos tecidos, onde alguns tecidos respondem mais rapidamente que outros (tecidos viscerais > adiposo > muscular). Provavelmente isto seja resultante de alterações endócrinas (Hornick et al., 2000). Os tecidos viscerais possuem uma maior capacidade de redução de tamanho em condições de subnutrição e, por conseqüência, eles reduzem suas atividades metabólicas

mais efetivamente, comparados com os tecidos da carcaça. Por exemplo, no fígado e no intestino, qualquer período de subnutrição pode ser imediatamente observado (Lawrence & Fowler, 2002).

Ribeiro et al. (2001a), após submeterem frangos de corte a um prévio EPC, observaram que os pesos relativo e absoluto do intestino mantiveram-se menor nas aves com EPC prévio, quando comparados com um período compensatório onde as aves não sofreram prévio EPC. Susbilla et al. (1994) verificaram que os pesos relativos dos órgãos internos (fígado, coração, rins e pulmão) não foram afetados por restrição alimentar. Zubair & Leeson (1994) relataram que os pesos relativos dos órgãos de suprimento como coração, pulmão e trato-gastrointestinal (TGI) também não foram afetados negativamente durante programas de restrição alimentar no início da vida da ave, exceto fígado.

O peso relativo do coração dos frangos é relatado por Plavnik & Hurwitz (1985) como sendo menor nos tratamentos com restrição alimentar, incluindo a restrição por estresse por calor, quando comparados com aqueles mantidos em ambiente de termoneutralidade.

Buhr et al. (1998) concluíram que em períodos mais longos de restrição, o peso das vísceras e do fígado diminuíram proporcionalmente com a perda de peso dos animais. O peso do fígado teve redução no estresse por calor provavelmente devido à redução na atividade metabólica (Plavnik & Yahav, 1998). Zubair & Leeson (1994) observaram maior peso de fígado para aves sem restrição alimentar quando comparadas com as aves restritas dos 13 aos 21 dias. Catellan Jr (1995) encontrou peso de fígado maior para aves

submetidas à restrição "skip a day" quando comparadas com as aves sem restrição.

Ribeiro et al. (2001a) comentaram que o fato de não haver ganho compensatório para intestino, moela, coração e fígado, após período de estresse por calor, pode ser devido ao fato dos nutrientes terem sido dirigidos preferencialmente para outros tecidos.

1.12.1 Órgãos Linfóides

A estrutura e a diferenciação dos órgãos linfóides, nas aves, apresenta diferenças marcantes, embora o sistema imune funcione de maneira semelhante ao dos mamíferos. Os tecidos linfóides primário são o timo e a bursa de Fabrício, formadores de linfócitos. Os tecidos linfóides secundários ou periféricos, dependentes destes dois últimos, incluem o tecido linfóide difuso, o baço e, trato digestório (as tonsilas cecais e as placas de Peyer no intestino). Os mecanismos de imunidade adquirida estão relacionados com a função de dois órgãos importantes, a bursa de Fabrício e o timo. Ambos os órgãos dão origem às células do sistema imune, dispersas no corpo da ave em dois sistemas menores que são o sistema bursa-dependente (tecidos imunes que surgem na dependência da bursa de Fabrício) e o sistema timo-dependente (existem no timo e nos focos linfóides, localizados em várias porções dos órgãos das aves).

O timo é um órgão composto por uma série de lobos irregulares, separados em cadeia vertical. Em frangos, o timo se desenvolve desde o embrião até a idade de 13 a 19 semanas, onde começa a sofrer involução.

Esta involução pode ocorrer em algumas aves, semanas após o primeiro ou o último ciclo sexual, bem como após situações de estresse (Glick, 1995).

A bursa de Fabrício possui o formato de um divertículo ao nível de proctodeo. Ela atinge o tamanho máximo até os cinco meses de idade, chegando a 3 cm de comprimento em frangos. A involução deste órgão começa ao redor da maturidade sexual (Glick, 1995).

O baço é um órgão de formato muito variado, podendo apresentar-se redondo (galinhas, psitacídeos) ou longo (canários e curiós) e não parece ter função de reservatório de sangue em aves. Estas células realizam fagocitoses e levam o antígeno para a corrente sanguínea (Glick, 1995).

O sistema imune das aves está muito bem estudado em frangos, e muitos destes conhecimentos foram comprovados em outras espécies. A imunidade das aves se inicia já na vida embrionária, com as células primordiais originadas no saco da gema, que migram para o timo e para a bursa de Fabrício. Na galinha os linfócitos no timo são observados no 10^o dia de desenvolvimento do embrião, e na bursa no 14^o dia. Nos últimos dias antes do nascimento, as células maduras da bursa e do timo migram para os centros linfóides periféricos (Glick, 1995).

Em geral, os quadros de estresse se manifestam com diferentes graus de involução do sistema linforreticular. A liberação de corticosterona pode ocasionar a involução do tecido linfóide (timo, bursa de Fabrício e baço) e a supressão da imunidade humoral e daquela medida por células (Rosales et al., 1989). Os corticosteróides, em altas doses, são capazes de ocasionar atrofia de timo e de bursa, através de um mecanismo conhecido por apoptose,

ou morte programada das células linfóides. O estresse crônico pode levar estes hormônios a níveis séricos altos, o suficiente para induzir esses efeitos.

Usualmente, a hipertrofia adrenal coexiste com a involução do sistema linfático, inclusive com atrofia do pâncreas, do baço, da bursa e do timo e imunossupressão mais ou menos prolongada, sendo mais sensíveis as aves de maiores tamanho e velocidade de crescimento. O peso proporcional dos órgãos linfóides primários e sua histologia são freqüentemente adotados para avaliar a resposta de casos de estresse (Revidatti et al, 2002).

Guimarães et al. (2003) concluíram que o estresse produzido por temperatura ambiental, acima ou abaixo da zona de termoneutralidade, afeta o desenvolvimento e a maturação da bolsa de Fabrício das aves, diminuindo a quantidade de parênquima e aumentando o índice de apoptose dos linfócitos na bolsa de Fabrício de aves em desenvolvimento. Donker & Beuving (1989) comprovaram que a infusão de corticosterona em frangos diminui o peso relativo do timo em 71% , da bursa em 57% e do baço em 35%. Também Puvadolpirod & Thaxton (2000) encontraram valores de peso relativo do timo reduzidos em 65%, de baço em 27% e de bursa em 43% uma semana após injetarem doses de ACTH em frangos de corte de cinco semanas.

Rosales et al. (1989) citou índices morfométricos bursais (Rbo) médios de 0,18 e 0,20% em lotes de frangos de corte comerciais normais de quatro a sete semanas. Aves livres de patógenos específicos, mantidas em condições de laboratório, têm um Rbo de 0,44, na quarta semana de vida. Valores abaixo de 0,15% são considerados muito baixos e podem indicar

atrofia e imunossupressão em frangos comerciais (Kuney et al., 1981, citados por Revidatti et al., 2002).

1.13 Alterações nos Parâmetros Sangüíneos - Hematológicos e Bioquímicos

O sangue é composto de uma parte com células e outra fluída. Na parte celular, encontram-se os eritrócitos (hemácias), leucócitos (glóbulos brancos) e trombócitos. O fluído é o plasma, com sais e proteínas dissolvidas.

Segundo Campbell (1994), o leucograma é uma parte do hemograma tão importante quanto o eritrograma. Através dele é possível analisar as células responsáveis pela defesa do organismo e, portanto, podemos avaliar a capacidade de resposta destas células frente a diferentes situações. O leucograma é composto pela contagem total e diferencial de leucócitos e pela avaliação morfológica dos mesmos no esfregaço sanguíneo. A interpretação do leucograma pode fornecer informações valiosas em relação à origem de uma possível infecção (viral ou bacteriana) e também em relação ao estado geral de um animal (Noriega, 2000a).

As células brancas de defesa existentes no sangue dos frangos são os granulócitos (heterófilos, eosinófilos e basófilos) e os agranulócitos ou células mononucleares (linfócitos e monócitos). O número de leucócitos no sangue dos frangos varia entre 2000 até 3000 células/ μ L. No entanto, esse número pode variar em função do sexo, da idade, das condições de estresse e de doenças. A contagem diferencial de células no sangue tem mostrado que do total de leucócitos ao redor de 60% a 65% são linfócitos, 25 a 30% são

heterófilos, 2% são eosinófilos, 1,7% são basófilos e 10% são monócitos. Os achados de contagem diferencial mostram que a proporção normal de heterófilos: linfócitos (H/L) está ao redor de 1:2. Entretanto, quando os frangos são submetidos a condições de estresse essa relação aumenta, tendo em vista que situações estressoras aumentam a quantidade de heterófilos na circulação. As situações de estresse, nas quais ocorrem a liberação de hormônio corticotrófico (ACTH), também determinam a redução da quantidade de linfócitos circulantes, colaborando para um aumento da relação heterófilo; linfócito (Macari & Luquetti, 2002).

A principal função dos heterófilos é de fagocitose (Morgulis, 2002), que se realiza como resposta a um estímulo quimioestático (Noriega, 2000a). Apesar de heterófilos não produzirem peróxido de hidrogênio durante a fagocitose, como os neutrófilos dos mamíferos, tais células também apresentam enzimas lisossomais e atividade bactericida (Harmon, 1998 e Campbell, 1994).

Os eosinófilos das aves são granulócitos redondos, que contêm grânulos citoplasmáticos esféricos a ovais, que não possuem o corpúsculo refrátil central. Seus grânulos, em geral, aparecem mais claros ou diferentes do que os de heterófilos após a coloração. A intensidade eosinofílica dos grânulos pode estar relacionada à concentração de arginina. Após a coloração, o citoplasma destas células apresenta um tom de azul claro, o núcleo é lobulado e, geralmente, apresenta-se mais escuro que o núcleo de heterófilos. Há estudos que indicam que o eosinófilo das aves difere funcionalmente em relação ao dos mamíferos. Alguns autores sugerem que tais células participam nas reações de hipersensibilidade tardia (tipo IV) nas aves (Campbell, 1994).

Os basófilos das aves são ligeiramente menores que os heterófilos e apresentam-se com um citoplasma claro, que contém grânulos intensamente basofílicos. Estas células possuem um núcleo redondo a oval e não lobulado que, freqüentemente, é ocultado pelos grânulos citoplasmáticos. Assim como os eosinófilos, a função exata dos basófilos das aves ainda não foi determinada. Os basófilos das aves são similares aos dos mamíferos na capacidade de produção, estoque e liberação de histamina. Tais células parecem participar na fase inicial da resposta inflamatória aguda nas aves, mas isto nem sempre irá refletir numa basofilia no leucograma (Campbell, 1994).

Os leucócitos mononucleares encontrados nas aves são os linfócitos e os monócitos. Os linfócitos são células redondas que possuem uma alta relação núcleo/citoplasma. O núcleo é redondo e geralmente localiza-se centralmente. Os linfócitos das aves freqüentemente variam em tamanho e os linfócitos têm um núcleo de cor mais clara e, portanto, podem ser confundidos com monócitos. A cromatina nuclear de linfócitos maduros é intensamente condensada (Campbell, 1994). Os linfócitos das aves, assim como os dos mamíferos constituem parte importante do sistema imunológico. Tais células são essenciais na produção de anticorpos humorais e na imunidade celular do organismo (Jain, 1993).

Os monócitos são os maiores leucócitos encontrados nos esfregaços de sangue periférico. Tais células podem apresentar desde uma forma arredondada até amebóide e apresentam um citoplasma abundante e de coloração mais escura em relação aos linfócitos. O citoplasma destas células apresenta uma granulação fina, que dá a coloração característica azul-

acinzentada. Vacúolos citoplasmáticos também são comumente observados. A forma do núcleo é variável, pode ser arredondada até bilobulado e, geralmente, contém uma cromatina menos densa que a de linfócitos maduros. O monócito das aves parece apresentar função similar ao dos mamíferos, ou seja, tais células auxiliam nos processos inflamatórios (Campbell, 1994). Os monócitos possuem capacidade de fagocitar partículas estranhas, mas têm pouca capacidade regulatória (Morgulis, 2002).

Morgulis (2002) ressaltou que a ação do estresse sobre a imunidade pode ser complexa e, por vezes, pode ser observada imunossupressão e, em outras imunoestimulação. Essas variações são, em parte, causadas por diferenças na intensidade do estressor, duração do estímulo estressor e variações genéticas de linhagem e indivíduos. No entanto, aves expostas ao estresse social ou tratadas com corticosterona, apresentaram uma redução no número de linfócitos circulantes, no momento da susceptibilidade a infecções virais (Gross et al., 1980).

Os dados da literatura mostram que as contagens absoluta e relativa dos componentes da série branca se alteram significativamente em quadros de estresse (Gross & Siegel, 1983). A maioria dos autores relatou o aumento do número de leucócitos totais ou leucocitose (Coles, 1986; Ruckebush et al., 1994; Cunningham, 1999) e que a proporção dos componentes celulares varia significativamente de acordo com as características do quadro. Os corticosteróides liberados durante o estresse crônico conduzem a uma leucocitose, mas este tipo de estresse em aves possui uma resposta bifásica (Bogin et al., 1981 e Maxwell et al., 1992). Na primeira, ou fase inicial, pode

ser observada heterofilia e linfopenia, e na segunda fase heteropenia e linfocitose (Perea et al., 1997). Uma leucocitose leve a moderada, acompanhada de heterofilia e linfopenia, pode ser resultado da presença de glicocorticóides exógenos ou endógenos (resposta ao estresse) (Campbell, 1994). Portanto, a relação heterófilo/linfócito aumenta como consequência do aumento de heterófilos e da redução de linfócito. Outra resposta é o aumento da concentração de glicose em resposta direta à maior secreção de adrenalina e glicocorticoides (Borges, 1997; Borges, 2001).

Na primeira semana de vida, as aves domésticas comerciais têm uma relação H/L de 1,36 a qual diminui progressivamente à medida que o animal envelhece, chegando a médias de 0,25 em poedeiras de 20 semanas. Os frangos de corte de mais de 8 semanas mostram uma relação de 0,45, segundo Gross & Siegel (1983).

Aumentos na relação H/L se associam a quadros de estresse agudos, como quando ocorrem repentinas restrições de luz, água ou alimentos (Davis et al., 2000). Têm sido observadas relações H/L superiores a 0,62 em frangos expostos a altas temperaturas e durante o transporte em caminhão por mais de três horas (Mitchell et al., 1992). Foram registrados decréscimos significativos na taxa de linfócitos em frangos machos expostos durante quatro horas a 40°C, com umidade de 60%. Outros pesquisadores encontraram diferenças significativas na relação H/L em frangos de zero, quatro e oito dias de vida (0,44; 0,50 e 0,63 vs 0,31; 2,63 e 1,18) quando tratados ou não com ACTH, concluindo que esta variável é útil em quadros de estresse agudo (Revidatti et al., 2002).

Pombos estressados por manejo e transporte durante três horas tiveram aumento significativo ($P < 0,01$) na porcentagem de heterófilos e diminuição nos linfócitos. Conseqüentemente, a relação H/L também aumentou. Os basófilos e monócitos não foram susceptíveis às mudanças. Os eosinófilos, as proteínas totais e o hematócrito não foram influenciados pelo estresse (Scope et al., 2002).

Vários graus de restrição alimentar foram impostos aos frangos, perus e patos por Maxwell et al. (1992) e os frangos restritos mostraram aumentos nos números de heterófilos e basófilos, com um decréscimo nos linfócitos. A relação H/L aumentou, mas os tratamentos restritos não apresentaram diferenças. Depois de uma semana de restrição alimentar de 50%, os heterófilos aumentaram no caso dos patos. Os patos que receberam 25% de restrição apresentaram basofilia, mas não heterofilia. Perus responderam com aumento significativo na relação H/L depois de duas semanas de restrição em ambos os graus de restrição. Os autores concluíram que no caso dos frangos, a heterofilia pode ser uma resposta para medir um moderado estresse, enquanto que a basofilia pode ser resultado de aves severamente estressadas.

Até o desenvolvimento da técnica para dosagem de corticosterona plasmática, a relação H/L foi considerada por autores uma das variáveis mais importantes para avaliar o estresse em aves (Satterlee et al., 1980 e Gross & Siegel, 1983). No entanto, o aumento desta relação H/L só ocorre na fase inicial. Após um estresse prolongado, esta relação não apresenta mais alterações significativas (Gross & Siegel, 1983). Este fato foi comprovado por

Revidatti et al. (2002) que verificaram que a relação H/L em frangos estressados por manipulações periódicas não se modificou no final da segunda semana de tratamento, ainda que as aves estressadas tenham perdido peso corporal e atrofiado órgãos linfóides primários. Isto foi explicado pelos autores pelo fato das aves terem se habituado ao manejo diário.

O efeito isolado e associado de múltiplos agentes estressores concomitantes em pintos foi avaliado após sete dias. Neste caso não houve alteração da corticosterona plasmática, mas a relação H/L aumentou de acordo com o agente estressor e também em casos de agentes associados (McFarlane & Curtis, 1989).

O sistema sangüíneo é particularmente sensível às mudanças de temperatura e se constitui em um importante indicador das respostas fisiológicas da ave a agentes estressores. Alterações quantitativas e morfológicas nas células sangüíneas são associadas ao estresse por calor, traduzidas por variações nos valores do hematócrito, número de leucócitos circulantes, conteúdo de eritrócitos e teor de hemoglobina no eritrócito (Borges et al., 2003).

A porcentagem de células vermelhas existente no sangue é denominada de hematócrito, ou volume globular, sendo esse valor ao redor de 30% para frangos. Na hemácia encontra-se a hemoglobina, que é responsável pelo transporte de oxigênio e gás carbônico no sangue (Macari & Luquetti, 2002). Furlan et al. (1999) citam que para linhagem Ross, a porcentagem de hematócrito é de 28% e 11,5 g/dL de hemoglobina.

De acordo com Campbell (1995), o hematócrito ou volume globular (VG) representa um dos mais importantes exames da série vermelha. É um exame rápido, de boa reprodutibilidade e preciso, que exige pequena quantidade de sangue para seu processamento. O hematócrito mede a porcentagem do volume ocupado pelos eritrócitos no sangue total. Segundo Sturkie & Griminger (1986), os valores de hematócrito para frangos de corte estão entre 29 a 48% e 25,5 a 31% para machos e fêmeas, respectivamente. Valores acima do normal podem ser sugestivos de desidratação ou policitemia (Campbell, 1994). Podem ser utilizados para monitorar a síndrome ascítica em frangos de corte (Maxwell et al., 1992 e Shlosberg et al., 1992) e a avaliação do peso corporal e de características reprodutivas em programas de melhoramento genético (Rosário et al, 2002). Baixos índices de hematócrito podem ser indicativos de doenças agudas ou crônicas, septicemias e doenças hemorrágicas (Campbell & Dein, 1984). O hematócrito é um teste que permite detectar a presença de anemia. A concentração de hemoglobina é importante para determinar a capacidade de oxigenação dos tecidos e também permite obter um parâmetro para determinar o tipo de anemia presente em cada caso (Noriega, 2000a e Sturkie, 1976).

As principais proteínas plasmáticas são as albuminas, as globulinas e as fibrinogênias. A concentração das proteínas totais encontra-se diminuída em falhas hepáticas, transtornos intestinais e renais, hemorragia ou por deficiência na alimentação (González & Silva, 2003). A albumina é a proteína mais abundante no plasma, perfazendo cerca de 50% do total das proteínas. É sintetizada no fígado e contribui com 80% da osmolaridade do plasma

sangüíneo, constituindo também, uma importante reserva protéica, bem como um transportador de ácidos graxos livres, aminoácidos, metais, cálcio, hormônios e bilirrubina. A albumina também tem função importante na regulação do pH sangüíneo, atuando como ânion. A única causa de aumento de albumina plasmática (hiperalbuminemia) é a desidratação. A concentração da albumina plasmática pode diminuir (hipoalbuminemia) em situações como dano hepático crônico, déficit alimentar de fontes protéica e parasitismos, devido à saída de proteínas pelo intestino (González & Silva, 2003).

A concentração de globulinas é obtida pelo cálculo entre a diferença de concentração das proteínas totais e da albumina. As globulinas são indicadores limitados do metabolismo protéico, tendo mais importância como indicadores de processos inflamatórios. Altos níveis de globulinas estão associados a doenças infecciosas ou a vacinações recentes. As globulinas aumentam com a idade, talvez por maior "experiência" imunológica, e durante a gestação. Existe uma correlação negativa entre a concentração de albumina e globulinas. Assim, um aumento nas globulinas, devido a estados infecciosos, inibe a síntese de albumina no fígado, como mecanismo compensatório para manter constante o nível protéico total e, portanto, a pressão osmótica sanguínea. Também, numa disfunção hepática, o nível de albumina cai e o de globulinas aumenta. Mudanças nos níveis das globulinas podem ser usadas para avaliar estados de adaptação ao estresse. Animais adaptados tendem a ter níveis normais, enquanto que os não adaptados têm os níveis aumentados (González & Silva, 2003).

O nível de glicose sanguínea pode indicar falhas na homeostase, como ocorre em doenças como as cetoses. O nível de glicose tem poucas variações, em função dos mecanismos homeostáticos bastante eficientes do organismo, os quais envolvem o controle endócrino por parte da insulina e do glucagon, sobre o glicogênio e dos glicocorticóides, sobre a gliconeogênese. A dieta tem pouco efeito sobre a glicemia. Sob alimentação sem deficiência ou excesso drásticos de energia, o nível de glicose não é bom indicador do nível energético da dieta. Porém, o fato de ser um metabólito vital para as necessidades energéticas do organismo, justifica sua inclusão no perfil metabólico. A concentração de glicose pode aumentar no estresse crônico (González & Silva, 2003). A concentração normal de glicose sanguínea nas aves está entre 11,10 a 22,2 mmol/L. Quando os valores de glicose sanguínea estão diminuídos, indicam geralmente casos de enfermidades hepáticas, inanição ou desnutrição (Noriega, 2000b).

A fructosamina faz parte do grupo de proteínas glicolisadas no plasma sanguíneo, isto é, proteínas que ligam resíduos glicídicos em sua estrutura. Seus níveis refletem a concentração de glicose no plasma a longo prazo, geralmente nas 4 semanas anteriores à dosagem. Desta forma, a quantidade de fructosamina é indicadora da situação de glicemia de forma mais confiável que a própria dosagem da glicose. A dosagem de fructosamina é útil para discernir situações em que se suspeita de diabetes mellitus, onde a glicemia aumenta de forma permanente, diferentemente de aumentos transitórios de glicose, como em situações de estresse ou após as refeições (González & Silva, 2003).

Revidatti et al. (2002) analisaram as mudanças bioquímicas no soro sanguíneo de aves que sofreram estresse por manipulação física. Os resultados não foram significativos e coincidiram com os propostos pela literatura. Não foram encontradas diferenças nas frações de proteínas plasmáticas, triglicerídeos, colesterol e glicemia. Os autores comentaram que em geral, a hiperglicemia se relaciona com quadros de estresses agudos nos quais o estressor atua de forma súbita. O comportamento da hipoglicemia é menos claro quando se trata de estressores crônicos os quais influem interações com o metabolismo lipídico (Puvadolpirod & Thaxton, 2000) ou a disponibilidade de recursos energéticos.

Os valores de referência do perfil bioquímico sanguíneo em frangos de corte de 32 e 47 dias, segundo González et al. (2001), estão expressos na Tabela 1.

TABELA 1. Valores de referência do perfil bioquímico sanguíneo em frangos de corte de diferentes idades na região sul do Brasil

Parâmetro (unidade)	Idade (dias)	
	32	47
Proteína Total (g/L)	29,7	35,9
Albumina (g/L)	15,1	16,6
Globulinas (g/L)	14,6	19,6
Glicose (mmol/L)	14,4	13,5

Stringhini (1998) não encontrou efeito da variação do nível de proteína na da dieta de frangos aos 43 dias de idade (inicial: 20, 22, 24 e 26%; crescimento: 18, 20, 22 e 24% e final 17, 19, 21 e 23%) sobre os parâmetros sanguíneos (ácido úrico, albumina, proteína total, creatinina, glicose e hematócrito). O mesmo pesquisador, também não encontrou efeito da adição

de diferentes quantidades de metionina + cisteína na dieta, sobre os mesmos parâmetros sanguíneos.

Yahav et al. (1997) mostraram a variação dos parâmetros sanguíneos quando os frangos foram submetidos a estresse agudo por calor. Após 6 horas de exposição a 35°C, o valor de hematócrito foi de 26,1 para 28,1% e de hemoglobina de 10,34 para 9,77 g/dL. A distribuição do fluxo sanguíneo para os diferentes tecidos do organismo animal é importante fator na resposta termorregulatória ao EPC.

Mudanças na viscosidade do sangue podem alterar a resistência periférica e, dessa maneira, alterar também a distribuição do sangue nos tecidos (Macari & Luquetti, 2002). Zhou et al. (1998), estudando a variação diuturna de parâmetros sanguíneos, mostraram existir variação da viscosidade, sendo essa variação dependente da luminosidade, da temperatura ambiente e da disponibilidade de água.

Os valores hematológicos referência utilizados nos experimentos com frangos de corte variam com a idade do frango e o local de criação. Os valores normais para frangos de corte segundo Latimer & Bienzle (2000), estão expressos na Tabela 2.

TABELA 2. Valores hematológicos para frangos de corte

Eritograma	INTERVALO
Eritrócitos (milhões/mm ³)	2,5 a 3,5
Hemoglobina (g/dL)	7 a 13
Hematócrito (%)	22 a 35
Leucograma	/mm ³
Leucócitos totais	12000 a 30000
Heterófilos (bastonados)	raros
Heterófilos	3000 a 6000
Eosinófilos	0 a 1000

Basófilos	raros
Monócitos	150 a 2000
Linfócitos	7000 a 17500

CAPÍTULO II

INFLUÊNCIA DE NÍVEIS DE PROTEÍNA E GORDURA NO DESEMPENHO, RENDIMENTO E METABOLISMO DE FRANGOS ESTRESSADOS POR CALOR

2.1 INTRODUÇÃO

Com os avanços da genética e da nutrição voltados para um crescimento rápido, com máxima deposição protéica, principalmente de peito e da coxa e boas conversões alimentares, altas temperaturas têm sido um desafio para a avicultura.

A temperatura ambiente pode ser considerada o fator físico de maior efeito no desempenho de frangos de corte, já que exerce grande influência no consumo de ração (Teeter et al., 1984 e Cerniglia et al., 1983) e com isto, afeta diretamente o ganho de peso e a conversão alimentar. Morgan (1990) e Czarick & Tison (1990) concluíram que a primeira resposta da ave ao estresse por calor (EPC) é o decréscimo no consumo de alimentos, ou seja, a perda do apetite, deixando de receber os nutrientes essenciais para a produção e o seu

bem-estar. A segunda resposta é a perda de água do organismo, levando à desidratação.

Aumentos na proteína e na energia da dieta, para compensar a redução no consumo são freqüentemente recomendados no EPC. Tem sido indicado substituir carboidratos por gordura, como fonte energética e assegurar um perfil adequado de aminoácidos. O uso de gordura no lugar de carboidrato justificaria pelo fato da primeira, entre todos os nutrientes, ter o menor incremento de calor (9%), sendo o incremento calórico da proteína de 26% (Ribeiro & Laganá, 2002).

Dale & Fuller (1980) observaram efeitos menos adversos de altas temperaturas sobre o ganho quando 27,5% da energia metabolizável (EM) da dieta foi suprida por gordura (adição de 8% vs 2,25%). Os mesmos autores constataram que, quando as aves foram impostas a estresse cíclico pelo calor, a taxa de crescimento foi melhorada devido à gordura adicionada na ração. O mesmo não aconteceu quando as aves foram submetidas à estresse crônico.

Com respeito à concentração de proteína na dieta, duas estratégias opostas têm sido sugeridas para aliviar os efeitos de EPC no crescimento. A primeira constitui-se no uso de dietas com baixa proteína, para limitar o incremento calórico. Neste sentido, alguns autores recomendam diminuir a proteína dietética com suplementação de aminoácidos essenciais (Waldroup, 1976; Austic, 1985; Cheng et al., 1997). A segunda, conforme Temim et al. (2000), recomenda o uso de dietas com alta proteína para compensar o menor consumo alimentar causado pelo calor. Estes pesquisadores, utilizando dietas que variaram de 10 a 33% de proteína bruta (PB), observaram que dietas com

28 e 33% de PB resultaram em índices melhores de ganho de peso e de conversão alimentar do que dieta com 20% de PB, em frangos de quatro a seis semanas de idade, submetidos ao calor contínuo de 32°C. No entanto, os autores lembraram que este aumento só pode vir de fontes protéicas altamente digestíveis. Aumentar proteína da ração através de ingredientes de baixa digestibilidade, favoreceria maior incremento calórico, com conseqüente piora no quadro de estresse por calor.

Pesquisas comprovaram que aves submetidas ao estresse por calor não diminuem somente o consumo de alimento. Dale & Fuller (1980), usando a técnica do "pair-feeding", ou 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. Os autores comentaram que durante o estresse por calor há uma redução na eficiência alimentar. Esta redução pode também ser devida a uma menor digestibilidade dos alimentos, primeira etapa da utilização do alimento. Submetendo frangos de corte a estresse crônico por calor a 32°C e utilizando a técnica "pair-feeding", Bonnet et al. (1997) relataram que a digestibilidade da matéria seca, da proteína, da gordura e do amido foram menores nas aves em EPC, quando comparadas com aves submetidas a temperatura de 22°C.

O estresse é uma síndrome na qual se registram profundas modificações metabólicas e bioquímicas. Propostas de como poderia ser mensurado o estresse pelo qual o animal passa durante as etapas da produção, como comportamento (Fraser & Broom, 1990), produtividade (Cerniglia et al., 1983 e Teeter et al., 1984) e alterações nos parâmetros

sangüíneos (Gross & Siegel, 1983; Puvadolpirod & Thaxton, 2000; Scope et al., 2002) têm sido feitas. Um indicador que vem sendo utilizado há algum tempo, não só em aves, é a mudança nos níveis hormonais. O valor destas variáveis depende das características do estressor, da resposta do agente estressado e do contexto em que o estresse acontece. Em certas circunstâncias, como no estresse crônico, estas variáveis não tem um comportamento claro. Neste caso a atrofia dos órgãos linfóides primários constituiria uma melhor evidência do estresse (Revidatti et al., 2002).

Com a finalidade de apresentar alternativas para reduzir os efeitos do estresse por calor de forma a alcançar benefícios para o acréscimo da produtividade das aves e, conseqüentemente, benefícios econômicos aos produtores, o presente estudo teve os seguintes objetivos: a) verificar se dietas com mais gordura e menos proteína bruta são benéficas para a metabolizabilidade, desempenho e rendimento de frangos de corte submetidos a estresse cíclico por calor (25-32°C); b) verificar o efeito direto da alta temperatura ambiental no desempenho e na metabolizabilidade da dieta, na situação de consumo pareado; c) verificar o efeito do estresse térmico nos parâmetros morfológicos, bioquímicos e hematológicos das aves aos 42 dias de idade.

2.1 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Ensino Zootécnico (LEZO), do Departamento de Zootecnia, da Faculdade de Agronomia, da

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, no período de maio a julho de 2003.

Foram utilizados 400 pintos de corte machos, da linhagem Ross 308, de 1 dia de idade, com peso inicial médio de 45 g, criados em período pré experimental, até os 21 dias, em 40 gaiolas metálicas de 0,72m², em sala com temperatura controlada inicial de 31±1°C, decrescendo gradativamente até atingir cerca de 24±1°C , aos 21 dias. As aves no período pré-experimental foram distribuídas aleatoriamente (10 em cada gaiola) e receberam a mesma dieta inicial (3050 kcal EM/kg; 21,5% PB; 1% Ca; 0,4% P disp; 1,25% Lis; 0,89% Met + Cis), à vontade e com o mesmo manejo.

Aos 21 dias, 288 aves foram distribuídas em blocos de três categorias de peso - leves, médias e pesadas (700 a 770g, 771 a 870g e 871 a 940g respectivamente), e distribuídas em esquema fatorial 2 x 2 + 2, com seis repetições de 8 aves cada, constituído de dois ambientes descritos na Tabela 1- ATN (ambiente com temperatura controlada) e EPC (estresse por calor cíclico)- e dois tipos de dieta- dieta controle e dieta verão (Tabela 2). No ATN, foram criados mais dois tratamentos, nos quais as aves foram submetidas à restrição alimentar (consumo equalizado), mantendo o mesmo consumo das aves em EPC, para ambos os tipos de ração.

TABELA 1. Descrição da temperatura e umidade relativa nos ambientes ATN e EPC

Ambiente	ATN	EPC			
Tempo de exposição (h) por dia	24	12	3	6	3
Temp (°C)	21-25	25	25-32	32	32-25
UR média (%) 21 a 28 dias	65	65	65	65	65
UR média (%)	81	65	65	65	65

28 a 42 dias		
--------------	--	--

A ração verão conteve 1,6% a mais de óleo e 1% a menos de PB que a controle, mantendo a mesma energia da controle e mantendo o mesmo nível de lisina e metionina+cisteína. A suplementação vitamínico-mineral foi a mesma para ambas as dietas.

TABELA 2. Composição em ingredientes e nutricional das dietas experimentais para frangos de corte de 21-42 dias

	Dieta controle	Dieta Verão
Ingredientes		
Milho	64,1	61,12
Farelo de soja 46%	29,5	27,7
Óleo vegetal	2,4	4,00
Calcário	1,47	1,42
Fosfato bicálcico	1,63	1,67
Sal	0,46	0,49
Premix vitamínico ¹	0,05	0,05
Premix mineral ²	0,1	0,1
Hidróxi Análogo de	0,26	0,30
Metionina		
Colina	0,03	0,05
Caulim	—	3,10
Níveis nutricionais		
EM (kcal/kg)	3100	3100
PB (%)	19,5	18,5
Lis	1,14	1,14
Met + Cis	0,83	0,83
Arginina	1,27	1,20
Tre	0,75	0,71
Trip	0,24	0,23
Relação Arg:Lis	1,11	1,05
Ca	0,95	0,95
P	0,42	0,42

¹ Premix vitamínico (Conteúdo por kg/ração): Vit.A. 10.000 UI; Vit D3 3.000 UI; Vit E 60 mg; Vit K3 3 mg; Vit B1 3 mg; Vit. B2 8 mg; Vit B6 4 mg; Vit B12 0,014 mg; Ácido Pantotênico 20 mg; Niacina 50 mg; Ácido Fólico 2 mg; Biotina 0,15 mg.

² Premix mineral (Conteúdo por kg/ração): Fe 40 mg; Zn 80 mg; Mn 80 mg; Cu 10 mg; I 0,7 mg; Se 0,3 mg.

* níveis calculados baseados em Rostagno (2000).

Os tratamentos foram assim distribuídos: T1- EPC, dieta controle; T2- EPC, dieta verão; T3- ATN, dieta controle, à vontade; T4- ATN, dieta verão,

à vontade; T5- ATN, dieta controle, consumo equalizado com T1; T6- ATN, dieta verão, consumo equalizado com T2.

Para equalizar o consumo dos tratamentos T5 e T6 com os tratamentos T1 e T2, diariamente foi calculado o consumo dos últimos e a quantidade de ração consumida foi ofertada aos primeiros no dia seguinte.

O monitoramento da temperatura e umidade relativa do ar de cada ambiente foi feito por termômetro de bulbo seco e bulbo úmido e de máxima e mínima, marca Incotherm, colocados à altura intermediária das gaiolas. A temperatura da água dos bebedouros foi verificada duas vezes ao dia nos horários das 8:00 e das 14:00 horas, denominados de leitura A e leitura B, respectivamente.

A leitura A correspondeu ao horário meridional de 8:00 horas no ATN e uma hora após o início do estresse no EPC (27°C). A leitura B correspondeu ao horário das 14:00 horas no ATN e temperatura máxima do estresse no EPC (32°C). Foi verificada a temperatura de crista e barbela, patas e cabeça de duas aves escolhidas ao acaso no EPC e no ATN, duas vezes ao dia (leituras A e B). Para essas medidas foi usado um termômetro sem contato, com mira laser, marca Haytec e efetuada a média de três observações para cada leitura registrada.

O programa de luz adotado durante o experimento foi contínuo (24 horas de luz artificial/dia).

As medidas de metabolizabilidade foram feitas através da coleta total das excretas, durante as três semanas do período experimental, quatro dias por semana, com período de jejum de seis horas antes e após a coleta. A

excreta foi coletada diariamente, pesada, homogeneizadas, identificada em sacos plásticos e uma alíquota (10%) foi congelada em câmara fria (-10°C) para posterior análise. Após o descongelamento, as excretas foram acidificadas a pH 4,0 secas até peso constante a 60°C e moídas e analisadas para matéria seca (Ribeiro et al., 2001). O caulim acrescentado na dieta verão foi descontado do consumo e das excretas para o cálculo da metabolizabilidade conforme recomendaram Pucci et al. (2003).

As aves foram pesadas no início do período experimental e, semanalmente, para determinação do ganho de peso. O consumo de ração foi calculado considerando a ração fornecida e as sobras nos comedouros e desperdícios. A conversão alimentar foi calculada pela relação entre o consumo de ração e o ganho de peso das aves.

O abate dos animais foi realizado aos 42 dias, para todos os tratamentos. A seqüência das práticas de abate foi a seguinte para cada repetição: pesagem das aves, morte por deslocamento cervical; sangria, escaldagem; depenagem; evisceração, resfriamento em *chiller* por 40 minutos e cortes. As aves foram pesadas com pena e após a depenagem para o cálculo da porcentagem de penas. O sangue de uma ave com peso médio, em cada repetição, foi coletado através da veia jugular, na ocasião da sangria e encaminhado para análises bioquímicas/hematológicas. Ao todo, os sangues de 36 aves foram analisados. Para a análise de hematologia foram retirados 10mL/ave (cinco mL de sangue em tubo a vácuo com anticoagulante etilenodiaminotetracético, sal dissódico (EDTA a 10%) para realização das

análises hematológicas e 5mL em tubo a vácuo sem anticoagulante para as análises bioquímicas.

Foram determinadas as seguintes provas bioquímicas e hematológicas: hematócrito, realizado através da técnica de microcentrifugação; hemoglobina, contagem total de leucócitos, realizada através de esfregaços sanguíneos e contagem diferencial dos leucócitos (heterófilos, linfócitos, eosinófilos, basófilos e monócitos) e avaliação da morfologia celular realizado através da análise do esfregaço sangüíneo corado (corante de Wright); relação heterófilos/ linfócitos (H/L). Do perfil bioquímico sérico foram analisadas: proteínas totais, glicose, fructosamina e albumina realizadas através de métodos colorimétricos. As globulinas foram calculadas pela diferença das proteínas totais. Foram utilizados os kits para albumina, fructosamina, hemoglobina e proteínas totais da marca Labtest. As análises foram realizadas no Laboratório de Análises Clínicas Veterinárias, da UFRGS.

Os órgãos (baço, bursa, coração, intestino e fígado), de uma ave por repetição, foram retirados, secos em papel toalha e pesados em balança de precisão, para determinação do peso relativo dos órgãos.

As análises de matéria seca e proteína da dieta e das excretas foram feitas no Laboratório de Nutrição Animal, da UFRGS.

As análises de variância foram realizadas por meio do procedimento GLM (General Linear Models) do SAS. Para verificar significância entre as médias, foi utilizado o LSMeans do SAS.

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.3.1 Dados de Desempenho

2.3.1.1 Efeito do ambiente (ATN e EPC) e da dieta (controle e verão) no desempenho de frangos no período de 21 a 42 dias, com consumo à vontade

TABELA 3. Efeito do ambiente (EPC e ATN) e da dieta (verão e controle) no peso corporal (PM), consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de frangos no período de 21 a 42 dias, com consumo à vontade

	PM (kg)	GP (kg)	CR (kg)	CA (kg/kg)
Ambiente				
EPC	2,37b	1,58b	2,99b	1,90
ATN	2,50a	1,72a	3,36a	1,90
Prob	0,003	0,0008	0,0002	0,97
Dieta				
Verão	2,41	1,63	3,13	1,89
Controle	2,45	1,67	3,23	1,91
Prob	0,28	0,27	0,17	0,42
Interação				
EPC X Verão	2,37	1,58	2,96	1,86a
EPC X Controle	2,37	1,57	3,01	1,95b
ATN X Verão	2,46	1,68	3,28	1,93b
ATN X Controle	2,54	1,76	3,44	1,88b
Prob da Interação	0,33	0,26	0,46	0,04
CV%	3,8	4,8	5,2	3,6

* Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha diferem entre si

Na Tabela 3 está a análise de dados que mostra que as aves do EPC tiveram menor consumo de ração ($P < 0,0002$) do que aquelas do ATN, tendo sido verificada uma queda de 11% nesta variável. Maiores percentuais na queda de consumo também foram relatados sob circunstâncias de estresse por calor por Austic (1985), Howlider & Rose (1987), Smith (1993) e Czarick & Tison (1990), que observaram que a primeira resposta da ave ao estresse por

calor é o decréscimo no consumo de alimentos, ou seja, a perda do apetite, deixando de receber os nutrientes essenciais para a produção e o bem-estar, aumentando a mortalidade. A diminuição no consumo de alimento numa tentativa de gerar menor produção de calor também foi observada por Teeter et al. (1984) e Bonnet et al. (1997). Estes últimos autores constataram que quando expostas à estresse crônico de 32°C, as aves tiveram queda no consumo de 33% depois de três semanas. Temim et al. (2000) encontraram 22% na queda de consumo de ração, expondo frangos à EPC crônico de 35°C, de 21 à 42 dias. Isto leva a crer que a magnitude, a duração e o tipo de estresse a que as aves são submetidas é uma característica importante a ser considerada. No estresse crônico por calor, a diminuição na ingestão de alimento é maior, já que as aves não podem compensar o consumo nas horas frescas da noite, como no estresse cíclico. Este fato pode explicar a menor queda no consumo das aves do presente trabalho, com relação aos demais citados. Teeter et al. (1992) concluíram que também a aclimação está ligada ao consumo de alimento. Aves em EPC consecutivos aprendem a comer menos durante os horários críticos de pico de calor e consomem mais alimentos nas horas mais frescas do dia.

O tipo de dieta não influenciou o consumo ($P < 0,20$). Bonnet et al. (1997) observaram significativo aumento no consumo de ração de aves em EPC crônico de 32°C quando receberam dieta de verão (113 vs 105 g/ave/dia).

As aves do EPC também tiveram menor ganho de peso ($P < 0,005$) do que as aves do ATN, justificado pela redução no consumo alimentar, e chegaram ao final do experimento com peso médio 6% abaixo do peso das

aves do ATN, valores que se assemelham com os encontrados por Ribeiro et al. (2001a), de 9%, que também submetem as aves a estresse por calor cíclico, porém, por maior período (21 a 56 dias). Oliveira Neto et al. (2000) observaram que a temperatura ambiente influenciou o ganho de peso, que foi 16% menor. Para Lana et al. (2000), aves mantidas sob estresse crônico por calor (31°C) tiveram ganho de peso 15% menor em relação às aves mantidas em conforto térmico (23°C). Howlider & Rose (1987) também encontraram menores taxas de ganho de peso e menor peso final para aves em EPC. Bonnet et al. (1997) observaram redução em 50% do ganho de peso nas aves em estresse crônico de 32°C, quando comparadas às aves em ambiente termoneutro de 22°C, depois de três semanas.

Houve interação significativa para CA, entre ambiente e dieta e desta forma não serão discutidos os efeitos principais. No período experimental, a dieta verão proporcionou uma melhor conversão alimentar nas aves submetidas ao EPC. Este benefício também foi visto por Dale & Fuller (1980), usando dietas com 8% de gordura vs dietas com 2,25 de gordura e por Bonnet et al. (1997), que encontraram diferenças menores do que 0,26 unidades na conversão alimentar de aves que receberam dieta verão com 4,7% de gordura quando comparadas às que receberam dieta controle, com 3,8% de gordura. Já nas aves em ATN, não houve alteração na conversão alimentar em função do tipo de dieta. No estudo de Lana et al. (2000), a conversão alimentar de frangos mantidos a 31°C não foi influenciada pelo ambiente. Os autores atribuem este fato à queda proporcional no consumo de ração e no ganho de peso.

As demais interações não foram significativas. As tabelas das análises de variância encontram-se nos Apêndices 1 a 4.

Devido ao número elevado de aves descartadas no presente experimento, por causa de problemas de inflamação de pata, os dados de mortalidade e de refugo estão mostrados separadamente na Tabela 4. A refugagem que foi determinada quase que totalmente por problemas de inflamação nas articulações da pata (problemas de perna), foi maior no ATN, embora não significativamente ($P < 0,09$). Estes dados concordam com aqueles de Bizeray et al. (2000), que encontraram maior ocorrência desta inflamação nas aves que apresentavam maior peso. A mortalidade dentro dos tratamentos que receberam ração à vontade apresentou diferença significativa ($P < 0,03$) para o efeito ambiente, tendo morrido 8,6% das aves em EPC e nenhuma no ATN. As interações foram apresentadas apenas quando significativas. As tabelas das análises de variância encontram-se nos Apêndices 5 e 6.

Na termodinâmica da hipertermia por calor, que clinicamente é facilmente detectada pelo aparecimento de aves ofegando e com asas abertas, observa-se que a frequência respiratória, que numa condição ideal de termoneutralidade seria de 23 a 30 movimentos/minuto, aumenta gradativamente à medida que a temperatura ambiente fica acima de 29,7°C. Quando a frequência respiratória fica acima de 70 movimentos/minuto, a ave já não consegue manter a condição de equilíbrio térmico, e na tentativa de manter a homeotermia, há um aumento da circulação periférica e da frequência cardíaca, seguida de uma sobrecarga renal. Com o aumento da temperatura corporal acima de 42°C ocorre a morte por calor (Ito, 2002). A perda de dióxido

de carbono na ofegação resulta em vários níveis de alcalose respiratória, o que por sua vez leva a um desequilíbrio de água, eletrólitos e íons hidrogênio. Cada uma dessas situações de desequilíbrio pode também levar à mortalidade (Harrison, 1995).

TABELA 4. Efeito do ambiente (EPC e ATN) e da dieta (verão e controle) na mortalidade e refugagem de frangos, no período de 21 a 42 dias, com consumo à vontade

	Mortalidade (%)	Refugagem (%)
Ambiente		
EPC	8,63a	10,42
ATN	0b	23,96
Prob	0,03	0,09
Dieta		
Verão	2,08	21,84
Controle	6,55	13,54
Prob	0,23	0,36
CV%	9,3	22,9

* Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha diferem entre si

2.3.1.2 Efeito do ambiente (ATN e EPC) e da dieta (controle e verão) no desempenho de frangos no período de 21 a 42 dias, com consumo equalizado

A Tabela 5 compara o desempenho em ATN e em EPC das aves com consumo equalizado, de 21 a 42 dias. Neste período é possível notar que não houve diferença significativa entre os tratamentos para qualquer das variáveis de desempenho estudadas, contrariando os resultados obtidos por Dale & Fuller (1980), Geraert et al. (1996) e Bonnet et al. (1997) que mesmo igualando o consumo, observaram que as aves submetidas ao estresse por calor não tiveram a mesma taxa de crescimento das aves mantidas em ambiente termoneutro. Os resultados encontrados no presente experimento foram obtidos devido a um maior ganho de peso e melhor conversão alimentar observados nas aves do ambiente EPC na última semana do experimento,

quando foi observado um ganho significativamente maior ($P < 0,01$) para as aves em EPC e uma melhor CA ($P < 0,02$). Estas diferenças podem ter sido resultado do grande número de refugos que ocorreu neste período nos tratamentos ATN, restritos. O pequeno número de aves por repetições em experimentos em baterias propicia problemas desse tipo.

TABELA 5. Efeito do ambiente (EPC e ATN) e da dieta (verão e controle) no peso corporal (PM), consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de frangos no período de 21 a 42 dias, com consumo equalizado

	PM (kg)	GP(kg)	CR(kg)	CA (kg/kg)
Ambiente				
EPC	2,37	1,58	3,00	1,91
ATN-Rest	2,33	1,54	3,08	1,91
Prob	0,25	0,34	0,23	0,99
Dieta				
Verão	2,35	1,56	3,03	1,88
Controle	2,35	1,55	3,05	1,94
Prob	0,88	0,84	0,83	0,13
CV%	3,4	5,3	4,7	4,6

* Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha diferem entre si

Dale & Fuller (1980) observaram que as aves submetidas ao estresse por calor não tiveram a mesma taxa de crescimento que as aves em ambiente termoneutro. Os autores afirmaram que os processos como ofegação e abertura das asas, na tentativa de dissipar calor, requerem um gasto de energia extra logo, uma redução de eficiência do uso do alimento, tendo por resultado uma relação de conversão geralmente mais elevada nos frangos expostos ao calor.

Por outro lado, a aclimação pode ter auxiliado os resultados positivos observados na terceira semana de calor, no presente experimento. Wildeman et al. (1994) concluíram que frangos de corte aclimatados consomem mais água e podem com isso consumir mais alimento. O aumento no consumo

de água, provocado por altas temperaturas, faz com que a ave mantenha o consumo de ração em um nível constante, ao invés de diminuí-lo (May et al., 1997). O consumo restrito de alimento neste caso, associado à alta UR constatada no ambiente ATN nas duas últimas semanas do experimento (Anexo 7.1.7) e ao problema de pata ou problemas de perna (Bizeray et al., 2000 e Weeks et al., 2000), sofrido pelas aves do ATN, devem ser considerados como fatores estressantes igual ou pior que o EPC.

A dieta verão, apesar de não apresentar resultados significativos ($P < 0,13$) tendeu a proporcionar melhores conversões alimentares. Bonnet et al. (1997) encontraram melhor conversão alimentar para aves alimentadas com uma dieta verão que continha 6,3% de gordura vs 3,8% de gordura na dieta controle. Dale & Fuller (1980) também encontraram melhor conversão alimentar para aves alimentadas com dieta verão (8% de gordura) quando comparadas às aves que receberam dieta controle (2,25% de gordura). Nos demais parâmetros de desempenho, não houve diferença entre as dietas. Talvez uma dieta com maior teor de gordura fosse necessária para apresentar diferenças significativas no desempenho dos frangos estressados por calor ou por restrição alimentar. As tabelas das análises de variância encontram-se Apêndices 7 a 10.

TABELA 6. Efeito do ambiente (EPC e ATN) e da dieta (verão e controle) na mortalidade e refugagem de frangos no período de 21 a 42 dias, com consumo equalizado

	Mortalidade (%)	Refugagem (%)
Ambiente		
EPC	8,63 a	10,42
ATN-Rest	0 b	19,64
Prob	0,03	0,18
Dieta		
Verão	1,87	18,60

Controle	6,55	11,46
Prob	0,23	0,30
CV%	9,6	18,7

* Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha diferem entre si

Quando comparadas aves que receberam a mesma quantidade de alimento em ambientes distintos (EPC e ATN), a mortalidade apresentou valor significativamente maior para as aves do EPC ($P < 0,03$) quando comparadas às do ATN (Tabela 6).

As aves morreram no EPC em função da alta temperatura conforme discutido no item 2.3.1.1. Quanto à refugagem, não foi observado efeito significativo para ambiente, no entanto foram refugadas do ATN quase o dobro de aves quando comparadas ao EPC. Observando as Tabelas 4 e 6, pode ser observado que houve maior porcentagem de refugos (23,96%) nas aves alimentadas à vontade do que nas aves restritas (19,64%), concordando com Bizeray et al. (2000) que afirmaram que os problemas de perna são mais freqüente em aves mais pesadas. As tabelas das análises de variância encontram-se nos Apêndices 11 e 12.

2.3.2 Rendimento de carcaça e cortes comerciais

2.3.2.1 Efeito do ambiente (ATN e EPC) e da dieta (controle e verão) no rendimento de frangos aos 42 dias, com consumo à vontade

Na Tabela 7 pode ser observado que o ambiente influenciou significativamente o rendimento de peito ($P < 0,0001$) e o rendimento de sobrecoxa ($P < 0,02$). As aves do ATN tiveram maior rendimento de peito, resultados que concordam com Smith (1993), que também encontrou diferenças significativas para melhor rendimento de peito (30,2%) em frangos

mantidos em ambiente ATN (23,9°C) quando comparados ao rendimento de peito de frangos submetidos a EPC (29,2%), cujas temperaturas variaram de 23,9 a 35°C. Contrariamente, aves no EPC apresentaram melhor rendimento de sobrecoxa. Baziz et al. (1996), trabalhando com frangos de corte de quatro a sete semanas de idade, mantidos em ATN (22°C) e em EPC crônico (32°C), também observaram redução na produção de carne de peito com aumento no ganho de músculo de perna (coxa + sobrecoxa). Segundo aqueles autores, o efeito diferenciado da exposição ao calor sobre os músculos de peito e perna pode estar relacionado às características energéticas e aos respectivos substratos (glicose e ácidos graxos), além de modificações no metabolismo protéico.

TABELA 7 – Efeitos do ambiente (ATN e EPC) e da dieta (controle e verão) no rendimento da carcaça (RC), do peito (RP), da coxa (RCX), da sobrecoxa (RSC) e da asa (RA) das aves com alimentação à vontade

	RC(%)	RP(%)	RCX(%)	RSC(%)	RA(%)
Ambiente					
EPC	87,50	33,10b	11,6	17,1 a	9,1
ATN	87,10	34,50 a	11,6	16,6 b	9,1
Prob	0,33	<0,0001	0,90	0,02	0,63
Dieta					
Verão	87,50	34,0	11,6	16,7	9,1
Controle	87,20	33,6	11,6	17,0	9,1
Prob	0,47	0,24	0,91	0,26	0,79
CV%	2,6	4,9	5,5	7,1	5,5

* Rendimento: peso da parte/peso da carcaça

** Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha diferem entre si

Oliveira Neto et al. (2000) obtiveram rendimento de perna 1,1% maior em frangos expostos durante 21 dias a 32°C. Lana et al. (2000) observaram rendimento 4,3% maior de coxa nas aves submetidas à EPC crônico de 31°C. Ferreira et al. (2004) encontraram valores relativos de coxa (13,6 vs 12,4%) e sobrecoxa (14 vs 12,4%) maiores nas aves mantidas em

EPC cíclico (variando de 23,9 a 35°C) quando comparadas às do ATN. Para Veldkamp et al. (2000), o maior rendimento de sobrecoxa (1,55%) e peito (4,2%) em perus expostos por 21 dias a 27°C deve-se principalmente ao fato de que para facilitar a troca de calor no EPC as aves tendem a ficar de pé, necessitando com isso priorizar o desenvolvimento dos músculos das pernas.

Para as outras partes da carcaça (asa, coxa e dorso) não foram encontradas diferenças significativas entre os tratamentos, concordando com Smith (1993) que também não encontrou diferenças significativas para asa, coxa e dorso em aves submetidas a EPC quando comparadas às aves mantidas em ATN.

O tipo de dieta não influenciou os resultados de rendimento. Não houve interações significativas. As tabelas das análises de variância encontram-se nos Apêndices 13 a 17.

2.3.2.2 Efeito do ambiente (ATN e EPC) e da dieta (controle e verão) no rendimento de frangos aos 42 dias com consumo equalizado

TABELA 8 – Efeitos do ambiente (ATN e EPC) e da dieta (controle e verão) no rendimento da carcaça (RC), do peito (RP), da coxa (RCX), da sobrecoxa (RSC) e da asa (RA) das aves com consumo equalizado

	RC(%)	RP(%)	RCX(%)	RSC(%)	RA(%)
Ambiente					
EPC	87,5	33,1 b	11,6	17,1 a	9,1
ATN- Rest	87,9	34,1 a	11,8	16,6 b	9,2
Prob	0,35	0,002	0,11	0,01	0,09
Dieta					
Verão	87,9	33,6	11,7	16,9	9,1
Controle	87,4	33,6	11,7	16,8	9,2
Prob	0,28	0,91	0,57	0,64	0,47
CV%	2,8	5,2	4,5	6,4	4,6

* Rendimento: peso da parte/peso da carcaça

** Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha diferem entre si

Na Tabela 8, comparando as aves que receberam a mesma quantidade de ração em ambientes distintos, pode ser observado que as aves do ATN apresentaram melhores rendimentos para peito ($P < 0,002$), concordando com Smith (1993). As aves do EPC tiveram rendimento de sobrecoxa melhor ($P < 0,01$), concordando com Ribeiro et al. (2001a), Oliveira Neto et al. (2000) e Baziz et al. (1996). É interessante observar que as aves restritas, mesmo tendo peso similar, continuaram tendo maior rendimento de peito. A maior frequência respiratória, em função do ofego faz com que haja um aumento na atividade de musculatura do peito, devido a ausência de diafragma, fato que pode ter influenciado no menor rendimento de peito nas aves do EPC. De acordo com Robertsahaw (1981), citado por Meltzer (1987), o aumento da temperatura dos tecidos potencializa uma aceleração nas reações químicas e, conseqüentemente, um aumento na demanda de oxigênio e da produção de calor. Além disso, é observado um aumento na atividade da musculatura do peito, em função da maior taxa respiratória.

Não houve interações significativas. As tabelas das análises de variância encontram-se nos Apêndices 18 a 22.

2.3.3 Rendimento de órgãos e penas

2.3.3.1 Efeito do ambiente (ATN e EPC) e da dieta (controle e verão) no rendimento de órgãos e penas de frangos aos 42 dias, com consumo à vontade

Na Tabela 9 pode ser observado que o rendimento de penas das aves do ATN foi maior que o rendimento de penas das aves em EPC ($P < 0,02$).

Estas tiveram um peso relativo 15% menor, confirmando as observações de Cooper & Washburn (1998) que verificaram redução significativa no empenamento de frangos de corte mantidos em altas temperaturas (32°C). Os resultados também estão de acordo com Oliveira Neto et al. (2000), que constataram que as aves expostas à temperatura de 32°C tiveram menor peso relativo (14%) das penas, em relação às mantidas em ambiente termoneutro. Resultados semelhantes também foram obtidos por Geraert et al. (1993), que verificaram redução no empenamento de frangos de corte, quando submetidos a temperaturas elevadas. O menor empenamento das aves do EPC pode ser considerado um ajuste, para facilitar a perda de calor para o meio ambiente, o que estaria de acordo com relatos de Geraert et al. (1993), os quais afirmaram que aves reduzem a proporção de penas para melhorar as perdas de calor e segundo Horst & Mathur (1994) aumentar a temperatura crítica superior. Por outro lado, a diminuição no consumo ocasionada por altas temperaturas pode ter reduzido a quantidade de nutrientes necessários para um bom empenamento, principalmente proteína (Waltsh, 2002). A deficiência de arginina pode causar alteração da estrutura de penas primárias, resultando em aspecto descrito na literatura como aves helicóptero (Cook et al., 1984). Como durante o EPC a digestibilidade da arginina tende a ser mais afetada do que a da lisina, um balanço incorreto destes aminoácidos poderia causar problemas no empenamento. No presente experimento, a relação Arg:Lis foi de 1,11 na dieta controle e 1,05 na dieta verão, ficando ambas abaixo do indicado por Balnave et al (1999) 1,20 ou 1,35, sugerido por Brake & Balnave (1995) em

situações de EPC. No entanto, as diferentes dietas não influenciaram no empenamento das aves em qualquer dos dois ambientes.

Observando o rendimento dos órgãos linfáticos, pode ser observado que o peso relativo do baço foi menor para as aves do EPC ($P < 0,07$). Nem o ambiente e nem as diferentes dietas influenciaram no peso relativo de bursa. No entanto, é importante observar os elevados coeficientes de variação. Estes resultados, de certa forma, contrariam aqueles de Rosales et al. (1989) que encontraram em aves em EPC, atrofia de todos os órgãos linfóides (timo, baço e bursa de Fabrício). Donker & Beuving (1989) comprovaram que a infusão de corticosterona em frangos diminui o peso relativo do timo em 71%, da bursa em 57% e do baço em 35% e Puvadolpirod & Thaxton (2000) encontraram valores de peso relativo de timo reduzidos em 65%, de baço em 27% e de bursa em 43% uma semana após injetarem doses de AC TH em frangos de corte de cinco semanas. Segundo Revidatti et al. (2002), a hipertrofia adrenal coexiste com a involução do sistema linfático, inclusive atrofia do pâncreas, baço, bursa e timo e imunossupressão mais ou menos prolongada, sendo mais sensível em aves de maior tamanho e velocidade de crescimento. Supondo-se que no EPC haja maior produção de corticosterona, uma diferença mais consistente no rendimento dos órgãos linfóides era esperada.

TABELA 9 – Efeitos do ambiente (ATN e EPC) e da dieta (controle e verão) no peso relativo* (%) das penas (RPE) de bursa (RBU), baço (RBA), coração (RC), fígado (RF), intestino (RI) e gordura abdominal (RG) de frangos de corte aos 42 dias, com consumo à vontade

	RPE (%)	RBU (%)	RBA (%)	RC (%)	RF (%)	RI (%)	RG (%)
Ambiente							
EPC	7,29b	0,186	0,138 b	0,513	2,18 b	2,08	1,21
ATN	8,61a	0,173	0,178 a	0,546	2,62 a	2,08	1,32
Prob	0,02	0,63	0,07	0,44	0,09	0,99	0,38

Dieta							
Verão	8,21	0,197	0,157	0,542	2,44	2,10	1,32
Controle	7,69	0,162	0,158	0,517	2,37	2,06	1,21
Prob	0,31	0,21	0,97	0,55	0,77	0,78	0,35
CV%	15,7	36,8	32,9	19,1	25,1	15,3	22,4

* O rendimento dos órgãos e das penas foi em relação ao peso vivo das aves e o rendimento de gordura abdominal é em relação ao peso de carcaça

** Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha diferem entre si

O rendimento de fígado foi maior para as aves do ATN ($P < 0,09$). Os resultados concordam com Oliveira Neto et al. (2000), que encontraram rendimento de fígado 12% menor nas aves do EPC. Segundo aqueles autores, a redução observada no peso dos órgãos de aves expostas a altas temperaturas ambientais constitui-se em ajuste fisiológico, na tentativa de reduzir a produção de calor corporal. Viola (2003) encontrou redução linear no peso absoluto do fígado para aves com diferentes restrições de água. Buhr et al. (1998) concluíram que em períodos mais longos de restrição, os pesos das vísceras e do fígado diminuiriam proporcionalmente com a perda de peso dos animais. O peso do fígado tem redução no estresse por calor, provavelmente devido à redução na atividade metabólica (Plavnik & Yahav, 1998).

O rendimento do coração e do intestino não apresentaram diferenças significativas entre aves criadas nos ambientes distintos ($P < 0,44$ e $0,99$ respectivamente). Ribeiro et al. (2001a) encontraram peso absoluto de coração menor para aves em prévio EPC, quando comparadas às aves que não experimentaram prévio EPC. Considerando-se o EPC um tipo de restrição alimentar, é possível comparar esses resultados aos encontrados por Susbilla et al. (1994), que verificaram que os pesos relativos dos órgãos internos (fígado, coração, rins e pulmão) não foram afetados por restrição alimentar.

O peso relativo da gordura abdominal foi similar nas aves em ambos os ambientes e considerando ainda o EPC como uma forma de restrição alimentar, os resultados estão de acordo com os obtidos por Yu et al. (1990) e Zubair & Leeson (1994), que observaram que a realimentação após um período de restrição teve como resultado aves com gordura abdominal similar às aves sem restrição. Por outro lado, segundo Baziz et al. (1996), o metabolismo basal e a atividade física das aves são reduzidos no calor, o que poderia resultar em maior quantidade de energia, disponível para o crescimento. Essa energia extra seria armazenada essencialmente como gordura abdominal em suínos e gordura subcutânea e abdominal em aves.

Não houve efeito do tipo de dieta nos resultados. Os quadros das análises de variância encontram-se nos Apêndices 23 a 29.

2.3.3.2 Efeito do ambiente (ATN e EPC) e da dieta (controle e verão) no rendimento de órgãos e penas de frangos aos 42 dias, com consumo equalizado

Quando comparadas as aves em ambientes distintos (ATN e EPC) e com o mesmo consumo, pode ser observado que não houve diferenças significativas para rendimento de penas (Tabela 10). Este resultado difere dos obtidos por Cooper & Washburn (1998) e Oliveira Neto et al. (2000). Porém apesar de não significativo, o rendimento de penas do ATN restrito mostrou-se maior do que o das aves do EPC. A restrição no consumo de certa forma foi limitante na produção de penas. Segundo Campo et al. (2001), galinhas com empenamento menor tem uma relação heterófilo:linfócito maior, portanto são

mais estressadas. No presente experimento tanto a restrição alimentar quanto o EPC são formas de estresse e poderiam estar prejudicando o empenamento. Como as aves do EPC e do ATN tiveram consumo equalizado, a quantidade de nutriente consumido pelos dois grupos foi menor do que a das aves que receberam ração à vontade, concordando com Waltsh (2002) que afirmaram que a diminuição no consumo pode estar reduzindo a quantidade de nutrientes necessários para um bom empenamento, principalmente proteína.

O peso proporcional dos órgãos linfóides primários e sua histologia são freqüentemente adotados para avaliar a resposta de casos de estresse. Donker & Beuving (1989) afirmaram que o estresse causa involução nos órgãos linfóides primários e que os índices morfométricos bursais são bons indicativos de estresse. No presente experimento os índices morfométricos bursais conferem com os índices citados por Rosales et al. (1989) que atribuíram índices morfométricos bursais (Rbo) médios de 0,18 em lotes de frangos de corte comerciais normais, de 4 a 7 semanas. Entretanto, o peso relativo de bursa foi, neste caso, um bom indicador apenas de estresse por calor e não de estresse por restrição alimentar. O peso relativo de bursa foi maior para aves restritas do ATN ($P < 0,05$) quando comparados ao peso relativo de bursa das aves do EPC. Revidatti et al. (2002) encontraram valores para peso relativo de bursa de 0,169 para frangos Ross aos 45 dias, submetidos a estresse por manejo e 0,223 para aves controle. Por outro lado, o EPC não interferiu no peso relativo de baço ($P < 0,47$). Houve efeito da dieta para o peso de bursa. A dieta controle diminuiu o peso de bursa comparada à dieta verão ($P < 0,02$).

TABELA 10. Efeitos do ambiente (ATN e EPC) e da dieta (controle e verão) no peso relativo* (%) das penas (RP) de bursa (RBU), do baço (RBA), do coração (RC), do fígado (RF), do intestino (RI) e de gordura abdominal (GA) de frangos de corte aos 42 dias, com consumo equalizado

	RPE (%)	RBU (%)	RBA (%)	RC (%)	RF (%)	RI (%)	RG (%)
Ambiente							
EPC	7,29	0,186b	0,138	0,513a	2,18	2,08	1,21
ATN	7,95	0,258a	0,129	0,585b	2,10	2,20	1,13
Prob	0,22	0,005	0,47	0,02	0,37	0,30	0,29
Dieta							
Verão	7,81	0,250a	0,133	0,545	2,15	2,20	1,23
Controle	7,43	0,193b	0,133	0,553	2,14	2,08	1,12
Prob	0,46	0,02	0,99	0,78	0,92	0,36	0,17
CV%	16,5	25,05	22,43	12,82	9,80	13,21	15,87
	0						

* O rendimento dos órgãos e das penas foi em relação ao peso vivo das aves e o rendimento de gordura abdominal é em relação ao peso de carcaça

** Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha diferem entre si

O rendimento de coração foi influenciado negativamente pelo ambiente ($P < 0,02$), tendo o EPC causado 13% de redução no rendimento deste órgão, concordando com Ribeiro et al. (2001a), que encontraram peso relativo de coração menor 3,6% para aves em EPC. Segundo Yahav (2000) citado por Yahav (2002), a redução no peso do coração no EPC indica uma adaptação da massa cardíaca às mudanças na carga cardíaca, associadas com as mudanças na resistência da circulação. Os pesos relativos de fígado e intestino não diferiram entre si, concordando com Zubair & Leeson (1994) e Subsbilla et al. (1994), que não encontraram diferenças significativas nos pesos relativos destes órgãos internos. O peso relativo da gordura abdominal não apresentou diferença entre os tratamentos. As diferentes dietas também não interferiram nos resultados. As interações foram apresentadas apenas quando significativas. As tabelas das análises de variância encontram-se nos Apêndices 30 a 36.

2.3.4 Dados de Metabolismo

2.3.4.1 Efeito do ambiente (ATN e EPC) e de dietas (controle e verão) na metabolizabilidade da matéria seca (MetMS) e da proteína (MetPB) de frangos com consumo à vontade

As análises de metabolizabilidade da matéria seca e da proteína bruta das aves em ATN, com consumo à vontade, em comparação com as aves do EPC estão expressas na Tabela 11.

É importante salientar que a comparação entre aves com consumos alimentares distintos, como no caso apresentado não é aconselhável. Segundo Sibbald (1975), os valores de energia metabolizável aparente (EMA) variam com o consumo de alimento. O autor observou que uma EMA negativa pode ocorrer em níveis baixos de consumo, em consequência da contribuição relativa elevada de perdas endógenas nas excretas. Quando há limitação de alimento, as perdas endógenas adquirem uma importância maior, devido a saída constante da energia fecal e urinária e a diminuição da energia do alimento consumido. Assim, quanto maior o consumo, maior a digestibilidade, pois a fração de perdas endógenas nas excretas adquirem menor importância em relação ao todo. Por outro lado, o consumo de forma contínua, estimulando os movimentos peristálticos, faz com que a taxa de passagem aumente conforme a quantidade ingerida e com isso a digestibilidade tende a diminuir (Warner, 1981).

TABELA 11. Efeito do ambiente (ATN e EPC) e de dieta (controle e verão) na metabolizabilidade da matéria seca (MetMS) e da proteína (MetPB) em frangos de 21 a 42 dias, com consumo à vontade

MetMS (%)	MetPB (%)
-----------	-----------

Ambiente		
EPC	70,79	66,03 a
ATN	71,26	62,37 b
Prob	0,52	0,02
Dieta		
Verão	71,48	64,65
Controle	70,57	63,75
Prob	0,21	0,39
CV%	2,35	3,81

* Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha diferem entre si

Os resultados de metabolizabilidade da matéria seca (MetMS) não mostraram diferenças significativas em relação ao ambiente ($P < 0,52$). Também quanto às dietas, a metabolizabilidade da matéria seca não apresentou diferenças significativas ($P < 0,21$). Estes resultados discordam dos de Bonnet et al. (1997), que observaram uma redução mais acentuada na digestibilidade da matéria seca das aves que consumiram dieta com 20% a mais de gordura.

Nos resultados de metabolizabilidade da proteína pode ser observado que a MetPB no EPC foi maior do que no ATN ($P < 0,02$). Este fato contraria os resultados encontrados por Bonnet et al. (1997), que observaram pior metabolizabilidade da proteína nas aves em EPC, independente do consumo. Segundo May et al. (1986), o tempo de retenção da digesta das aves em EPC aumenta e isso poderia melhorar a digestibilidade. Sabendo-se que o consumo influencia a metabolizabilidade (Warner, 1981), o fato da quantidade de alimento consumida pelas aves em ATN ter sido maior, pode ter diminuído o

tempo de retenção da digesta e contribuído para uma menor absorção da proteína.

As dietas não interferiram nos resultados de metabolizabilidade da proteína. Bonnet et al. (1997) também verificaram pior digestibilidade da proteína em aves do EPC, principalmente consumindo dieta verão. Os autores fizeram uma ressalva quanto à qualidade da proteína utilizada, que no caso do experimento citado acima não foi a mesma nas dietas verão e controle.

As tabelas das análises de variância encontram-se nos Apêndices 37 e 38.

2.3.4.2 Efeito do ambiente (ATN e EPC) e das dietas (controle e verão) na metabolizabilidade da matéria seca (MetMS) e da proteína (MetPB) de frangos com consumo equalizado

Na comparação entre aves com consumo pareado, encontrada na Tabela 12, pode ser observado que a metabolizabilidade da matéria seca foi menor nas aves do EPC ($P < 0,03$). Esta observação concorda com aquela de Bonnet et al. (1997), que observaram decréscimo na MetMS depois de um período de exposição ao calor. Segundo os autores, o decréscimo na digestibilidade da ração nesta situação explicaria parte da queda no desempenho de aves expostas ao estresse por calor. Os resultados também confirmam que parte da redução na eficiência dos alimentos durante o EPC pode ser atribuída à menor eficiência no uso do alimento.

TABELA 12 – Efeito do ambiente (ATN e EPC) e da dieta (controle e verão) na metabolizabilidade da matéria seca (MetMS) e da proteína (MetPB) em frangos de 21 a 42 dias, com consumo equalizado

	MetMS (%)	MetPB (%)
Ambiente		
EPC	70,80b	66,03
ATN	72,35a	64,75
Prob	0,03	0,21
Dieta		
Verão	71,37	65,11
Controle	71,78	65,67
Prob	0,56	0,57
CV%	2,29	3,58

* Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha diferem entre si

Por outro lado, Benyi & Habi (1998) comentaram que a restrição alimentar poderia aumentar a digestibilidade em alguns casos. Teeter et al. (1985), ressaltaram que os frangos com restrição alimentar de 25%, e idade de 28 a 39 dias, tiveram a metabolizabilidade da ração aumentada em 5%.

Sabe-se que a taxa de passagem está relacionada com um número de funções do intestino, incluindo digestibilidade, atividade microbiana e conteúdo de água nas fezes. É difícil distinguir a causa e o efeito neste caso, se, por exemplo, o tempo de retenção causa mudanças na digestibilidade ou vice-versa ou se ambos são resultado de alguma outra mudança na fisiologia (Warner, 1981). Em mamíferos, este assunto está mais esclarecido do que em aves. Entretanto, sabe-se que alguns fatores interferem na taxa de passagem. Dos fatores do animal, do ambiente e do manejo que influenciam o tempo de retenção do alimento pode-se citar idade do animal, sexo, gestação, exercícios

físicos, temperatura e freqüência de refeições (Warner, 1981). Segundo Sibbald (1979), o fato de esvaziar o trato digestório durante o período de restrição influencia a metabolizabilidade. Um aumento na quantidade de ração reduz o tempo de retenção, se a ave tem uma quantidade contínua de digesta no intestino, mas pode aumentar este tempo, se o intestino permanece vazio por um período entre as refeições. May et al. (1988) demonstraram que aves recebendo refeições espaçadas em duas e quatro horas tiveram alimento retido no papo, proventrículo, moela e no intestino por tempo maior do que aves alimentadas continuamente e que a quantidade de alimento no papo aumentou com o aumento da quantidade ofertada na refeição. Sob temperaturas cíclicas de 24-35°C, os autores não observaram efeito significativo do espaçamento das refeições. O intervalo de tempo sem alimento pode ter contribuído para uma maior metabolizabilidade nas aves com ração equalizada no ATN, quando comparadas às aves do EPC que tinham ração de forma à vontade e contínua nos comedouros.

Quanto ao efeito do ambiente, May et al. (1988) observaram que as aves em EPC tiveram redução na taxa de passagem, podendo desta forma melhorar a digestibilidade dos alimentos. Também a corticosterona prolonga a retenção de alimento no trato digestivo e pode melhorar a digestão e a absorção de nutrientes por aumento no tempo de contato com as enzimas digestivas e paredes absorptivas (Washburn, 1991). Contrariamente, o aumento no consumo de água, devido a altas temperaturas, pode aumentar a taxa de passagem e por causa disso diminuir a absorção dos nutrientes. Galinhas em EPC retiveram o alimento no trato digestório por 25% mais tempo do que as do

ATN. Com o aumento no consumo de água o alimento passou a ficar menos tempo retido do que nas aves do ATN (Gordon & Roland, 1997). Bonnet et al. (1997) observaram que o aumento dramático no consumo de água de aves expostas a 32°C, prejudicou a absorção dos nutrientes pelo aumento na taxa de passagem dos alimentos.

Com relação à dieta, após a correção para o caulim, não houve diferença significativa entre os tratamentos ($P < 0,56$). Pucci et al. (2003) atribuíram menores valores de digestibilidade da matéria seca à medida que os níveis de óleo foram aumentados, ao maior teor de material inerte (caulim) adicionado às rações contendo óleo, para mantê-las isonutritivas. Ao se retirar da matéria seca excretada a quantidade de material inerte consumido, foi observado que a MetMS destas dietas aumentou. Segundo os autores, esta observação permite concluir a necessidade de correção nos valores de digestibilidade da matéria seca pela quantidade de material inerte excretado, ao se trabalhar com adição de níveis mais elevados deste veículo na ração. Assumindo-se que o caulim é indisponível para os animais, haverá maior teor de matéria seca nas excretas.

Bonnet et al. (1997) observaram uma redução mais acentuada na digestibilidade da matéria seca das aves que consumiram dieta com 20% a mais de gordura. Os autores atribuíram este resultado ao aumento no conteúdo energético da dieta verão e ao fato da utilização metabólica dos nutrientes também sofrer mudanças na exposição ao EPC, em resposta ao controle endócrino. Andreotti et al. (1999) observaram uma redução no tempo de trânsito da digesta quando aumentaram o nível de óleo nas rações. Assim, um

aumento na taxa de passagem da digesta também poderia levar à menor digestibilidade da matéria seca. Vieira et al. (2002) verificaram que as aves que consumiram dietas contendo gordura adicionada apresentaram redução na digestibilidade da matéria seca da ração, da metabolizabilidade da energia bruta da ração e da retenção protéica, quando comparadas àquelas aves que receberam dietas sem adição de gordura.

Contrariamente, Gonzalo et al. (1982), citados por Furlan & Macari (2002), sugeriram que a adição de lipídeos na dieta reduz a taxa de passagem e pode aumentar a digestibilidade dos nutrientes. Pucci et al. (2003) não observaram efeito significativo do aumento dos níveis de óleo na ração sobre os valores de digestibilidade da matéria seca, quando fizeram a correção e retiraram o caulim do consumo e das excretas.

Os resultados indicam que o ambiente e a dieta não influenciaram a metabolizabilidade da proteína. Koelkebeck et al. (1998) também mostraram que a digestibilidade de aminoácidos da dieta de galinhas de 61 semanas não foi afetada pelo estresse por calor (29-35°C por 8 dias). Os resultados foram contrários aos encontrados por Bonnet et al. (1997) quando sugeriram que estresse crônico diminui a digestibilidade da proteína mais acentuadamente quando se usa dieta verão. Aqui se deve levar em conta que existiram diferenças nos ingredientes que os autores utilizaram para compor a dieta verão, com relação ao presente experimento. Além de maior porcentagem de gordura (4,7 %), das quais 47% eram de origem animal, utilizaram ingredientes alternativos, que não foram utilizados na dieta deste experimento. Os autores comentaram que o decréscimo observado pode estar relacionado com a

qualidade da proteína utilizada. A quantidade e a qualidade dos carboidratos, proteínas e gorduras contidas em diferentes tipos de ração podem alterar o tempo de retenção da digesta e com isso, influenciar a eficiência da digestão e absorção dos nutrientes (Furlan & Macari, 2002). Também é importante ressaltar que o EPC a que as aves foram submetidas no experimento de Bonnet et al. (1997) era crônico (32°C).

Os resultados obtidos neste experimento também discordam de Wallis & Balnave (1984) que, em estudos sobre digestibilidade da proteína em ambientes quentes, revelaram consistente decréscimo de digestibilidade da proteína e dos aminoácidos de dietas completas. Sibbald (1982) observou que os resultados de vários estudos que relacionam digestibilidade e EPC não foram conclusivos.

As tabelas das análises de variância encontram-se nos Apêndices 39 e 40.

2.3.5 Observações Comportamentais

As aves no ambiente EPC apresentaram comportamentos característicos de estresse por calor (ofego, afastadas umas das outras, prostração, penas eriçadas) durante o dia. Nas primeiras horas do dia mantinham-se tranqüilas, alimentando-se e bebendo água. A partir das 10:00 horas, quando a temperatura chegou a 32°C, era possível observar as aves espalhadas pela gaiola, ofegando muito, prostradas e sem comer. As aves não puderam exprimir seu comportamento típico de abertura de asas (Bottje et al.,

1983) devido ao espaço físico da gaiola, mas muitas delas apresentaram as penas eriçadas. Rutz (1994) comentou que, quando o ambiente térmico encontra-se acima da zona termoneutra das aves, as atividades físicas são reduzidas, a fim de diminuir a produção interna de calor. A ave passa a ficar sentada, e com as asas abertas. Devido à vaso dilatação e ao acréscimo da circulação periférica, suas cristas e barbelas aumentam de tamanho e se tornam mais avermelhadas, contribuindo para a perda de calor sensível.

Algumas aves procuravam a água e todas levantavam para ir até o bebedouro quando a água foi trocada. Durante estes períodos pode ser observado que as aves mergulhavam a cabeça na água, molhando a crista e a barbela. Viola (2003), trabalhando com restrição de água em pintos de 1 a 21 dias, também observou este comportamento. A temperatura da água no bebedouro manteve-se durante o EPC a 25°C (22,7°C às 8:00 horas e 27,2°C às 14:00 horas) e quando a água fresca era colocada, a temperatura baixava para 18°C. A média de temperatura da água no ATN ficou em torno de 19,5°C às 8 horas e 21,1 às 14 horas (Anexos 7.1.7 e 7.1.8). Segundo Macari (1996), a temperatura da água deve estar em torno de 20°C para ajudar a reduzir a temperatura corporal em situações de EPC. Teeter (1994) observou que a água aquecida até a temperatura corporal não apresentou qualquer impacto sobre a temperatura corporal de frangos em EPC, ao passo que a 12,7°C provocou uma diminuição na temperatura corporal de 1°C.

Foi observado um aumento de temperatura de crista e de barbela e das patas das aves em EPC quando comparadas às temperaturas das mesmas regiões, nas aves em ATN ($P < 0,0001$). Tanto nas leituras A quanto

nas leituras B, as aves do EPC apresentaram cristas e barbelas, pés e cabeça mais quentes do que das aves do ATN (Tabela 13). Nas áreas sem penas, tais como crista, barbelas e pés, ocorrem variações na temperatura superficial de até 20°C devido à vasodilatação. Em áreas com penas, essa variação é de apenas 2 a 5°C (Esmay, 1978). As tabelas das análises de variância encontram-se nos Apêndice 41 a 46.

TABELA 13. Comparação da temperatura média de crista e barbela, pés e cabeça de aves mantidas em diferentes ambientes (ATN ou EPC)

	Leitura A			Leitura B		
	Crista e Barbela	Cabeça	Pé	Crista e Barbela	Cabeça	Pé
Ambiente						
ATN	30,3b	30,0b	27,9b	33,6b	34,2b	34,5b
EPC	36,6a	35,6a	35,4a	39,3a	39,2a	39,5a
Prob	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
CV%	5,4	5,8	6,9	4,4	3,7	5,5

* Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha diferem entre si

Após as 19:00 horas, quando a temperatura da sala chegava próxima dos 25°C, foi observada uma movimentação um pouco maior das aves. Apesar da quantidade de água não ter sido medida, os bebedouros do EPC eram cheios duas vezes ao dia, enquanto que os bebedouros da sala ATN eram cheios apenas uma vez por dia, indicando um maior consumo das primeiras. Belay & Teeter (1993) ao submeterem frangos de corte colostomizados à temperatura de 35°C (EPC) e 24°C (ATN) verificaram um aumento de 78% no volume de água ingerido, em 12 horas, pelos frangos submetidos ao EPC. As aves submetidas ao estresse crônico por calor (32°C)

por 21 dias apresentaram consumo de água 37% superior às mantidas no ambiente termoneutro (Oliveira Neto et al, 2000).

No caso das aves em ATN, com restrição alimentar, foi observado um comportamento típico de estresse, também, notado por Zulkifli & Siegel, (1995), ficando muito agitadas nas horas em que não tinham alimento no comedouro. Comportamento semelhante foi encontrado por Viola (2003), quando pintos com restrição hídrica pulavam e se debatiam contra as grades das gaiolas e apresentavam hábitos de bicagem nas outras aves. Lloyd et al. (1978) também verificaram um aumento de irritabilidade das aves com restrição de água e observaram aves muitas vezes com comportamento agressivo.

Quando as aves mantidas sob restrição de ração viam as outras aves recebendo ração se debatiam e se amontoavam no canto da gaiola que estivesse próximo à gaiola que estava recebendo ração, muitas vezes chegando a derrubar as grades. Quando a ração era fornecida, os frangos a ingeriam com voracidade até atingir o limite físico, podendo ser visualizado o papo cheio.

2.3.6 Parâmetros Sanguíneos

Na Tabela 14 encontram-se os valores hematológicos das aves com consumo à vontade. Os valores do eritrograma não apresentaram diferenças estatísticas para os ambientes. Os valores encontrados para hematócrito e hemoglobina nos dois ambientes estão dentro dos níveis considerados normais (Sturkie & Griminger, 1986 e Latimer & Bienzle, 2000). O EPC não provocou desidratação dos frangos o que, segundo Campbell (1994) faria com que os

valores do hematócrito aumentassem. Os resultados concordam com aqueles de Puvadolpirod & Thaxton (2000), que também não encontraram diferenças na quantidade de células vermelhas de aves injetadas com hormônio ACTH. Já Yahav et al. (1997) mostraram haver variação dos parâmetros sanguíneos quando os frangos são submetidos a estresse agudo por calor. Os valores de hematócrito encontrados pelos autores aumentaram de 26,1 para 28,1% e a hemoglobina decresceu de 10,34 para 9,77 g/dL. No caso do presente experimento, o estresse cíclico por calor pode ter sido mais ameno a ponto de não causar desidratação nem alterações no eritrograma dos frangos. Também existe a possibilidade de que as variáveis bioquímicas possam ter se alterado significativamente nas etapas iniciais do EPC, regressando posteriormente a seus valores normais em um tempo variável. Segundo Puvadolpirod & Thaxton, (2000), este fenômeno pode ocorrer dependendo da magnitude e da duração do estímulo inicial.

As diferentes dietas também não influenciaram os resultados. Stringhini (1998) não encontrou efeito da variação do nível de proteína da dieta de frangos aos 43 dias de idade (inicial: 20, 22, 24 e 26%; crescimento: 18, 20, 22 e 24% e final 17, 19, 21 e 23%) sobre os parâmetros sanguíneos (ácido úrico, albumina, proteína total, creatinina, glicose e hematócrito).

Encontra-se também na Tabela 14, o resultado do leucograma. Observa-se uma interação entre ambiente e dieta ($P < 0,03$) para leucócitos totais onde a ração verão fez com que o número de leucócitos totais diminuísse significativamente em relação ao número de leucócitos das aves de qualquer outro tratamento. Coles (1986), Ruckebush et al. (1994) e Cunningham (1999)

encontraram aumento no número de leucócitos totais ou leucocitose em aves com quadro de estresse. Este fato pode indicar que as aves do ATN estivessem sofrendo um outro tipo de estresse devido aos problemas de inflamação nas patas e à umidade alta no ambiente.

Seguindo o que ocorreu com os leucócitos totais, houve uma interação significativa entre ambiente e dieta para heterófilos ($P < 0,08$). As aves do EPC, que consumiram dieta verão, tiveram o número de heterófilos significativamente reduzido, quando comparadas às aves dos outros tratamentos. Scope et al. (2002), Gross & Siegel (1983), Mitchell et al. (1992), Puvadolpirod & Thaxton (2000) e Macari & Luquetti (2002) relataram que situações estressoras aumentam a quantidade de heterófilos na circulação. O processo inflamatório das pernas dos frangos mais pesados do ATN (problemas de articulação das pernas) pode ter causado um estresse maior e, conseqüentemente, aumento maior de heterófilo no sangue dos mesmos, já que os heterófilos apresentam enzimas lisossomais e atividade bactericida (Harmon, 1998 e Campbell, 1994). O motivo pelo qual na dieta verão houve menos heterófilos é desconhecido e deve ser motivo para investigações futuras.

TABELA 14. Valores hematológicos (eritrograma e leucograma) de frangos aos 42 dias submetidos à dois ambientes (ATN e EPC) e dois tipos de dieta (controle e verão) com consumo à vontade

	HT O %	HB g/L	LT /μL	HET /μL	EOS /μL	BASO F /μL	MON O /μL	LINF /μL	H/L
Ambiente									
EPC	29,6	7,6	16475b	4994	0	678	1004	9798	0,485
ATN	31,3	7,4	22850a	11070	112,9	1119,6	5207	9291	0,790
Prob	0,21	0,65	0,07	0,04	0,13	0,18	0,03	0,74	0,07
Dieta									
Controle	30,2	7,4	20525	12459	82,7	1158	1825	9071	0,73

Verão	30,7	7,6	18800	10868	30,2	640,1	4385	10018	0,55
Prob	0,72	0,57	0,59	0,79	0,46	0,12	0,15	0,54	0,26
Interação									
EPCxCont	32,2	7,8	21250a	7873b	60,4	875	1732 b	11132	0,717a
EPCxVerã	29,3	7,5	11700b	2115a	0	405	275 a	8904	0,253b
O									
ATNxCont	30,5	7,0	19800a	8901b	165,5	1364	1918 b	7451	0,740a
ATNxVerã	30,0	7,8	25900a	13239b	0	952	8495 b	10692	0,840a
O									
Prob	0,36	0,29	0,03	0,08	0,46	0,92	0,03	0,10	0,09
CV	8,7	13,0	29,9	64,91	252,5	71,7	108,5	31,4	45,8

*Eritrograma: (HTO= hematócrito; HB=hemoglobina). Leucograma: (LT= leucócitos totais; HET= heterófilos; EOS= eosinófilos; BASOF= basófilos; MONO= monócitos; LINF= linfócitos; H/L= relação heterófilo; linfócito)

** Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha diferem entre si

Não foram encontradas diferenças na quantidade de eosinófilos e basófilos entre os tratamentos, confirmando os resultados encontrados por Scope et al. (2002) que não observaram diferenças na quantidade de eosinófilos e basófilos de pombos estressados por manejo durante 3 horas. Entretanto, deve-se observar que as aves do EPC tiveram quantidade zero de eosinófilos. Apesar da diferença entre os tratamentos não ter sido significativa deve-se fazer uma ressalva a esse fato. Segundo Campbell, (1994) apesar de ainda não ter sido determinada a função exata dos eosinófilos nas aves, tais células parecem participar na fase inicial da resposta inflamatória aguda nas aves.

Analisando os monócitos, pode ser verificado que também uma interação significativa foi observada entre ambiente e dieta ($P < 0,03$). Da mesma forma que anteriormente, as aves do EPC, que consumiram dieta verão, tiveram menor número de monócitos do que as demais aves. Estes resultados no leucograma, reforçam a indicação que houve resposta destas células frente à alguma situação de estresse. O aumento no valor de

monócitos significa estar havendo uma maior capacidade de fagocitar partículas estranhas (Morgulis, 2002), portanto, uma situação onde o organismo está se defendendo.

A quantidade de linfócitos não apresentou diferenças significativas quando comparadas aves do EPC e aves do ATN ($P < 0,74$). O achado discorda de Macari & Luquetti (2002), que afirmaram que situações de estresse, nas quais ocorre a liberação de hormônio corticotrófico (ACTH), geralmente determinam a redução da quantidade de linfócitos circulantes, colaborando para um aumento da relação heterófilo: linfócito.

A relação H/L para aves do EPC está mais próxima das condições de normalidade, segundo Macari & Luquetti (2002), que comentaram que a proporção normal de heterófilos: linfócitos (H/L) está ao redor de 0,5 e que quando os frangos são submetidos a condições de estresse, essa relação aumenta. Foi observada uma interação significativa entre ambiente e dieta ($P < 0,09$). As aves do EPC, que consumiram dieta verão, foram as que tiveram menor relação H/L, evidenciando, portanto, que estas aves foram as menos estressadas. Este achado confirma que as aves do EPC, consumindo dieta verão, estariam menos estressadas do que as aves do ATN e as aves do EPC que consumiram dieta controle. Uma outra hipótese seria a aclimatação das aves no EPC que, por resistirem mais aos ciclos de calor, não estariam mais alterando a quantidade de heterófilos e linfócitos aos 42 dias. Segundo Davis et al. (2000) aumentos na relação H/L estariam associados a quadros de estresse agudos, com estressores que operam de maneira intensa e durante breves

períodos de tempo. Neste caso, a dieta verão teria auxiliado esta aclimação ao contrário da dieta controle.

Por fim, é importante salientar a grande variabilidade nas respostas, sugerindo que dados dessa natureza deveriam ser observados em um número maior de aves por tratamento. As tabelas das análises de variância encontram-se nos Apêndice 47 a 54.

Na Tabela 15 encontram-se os valores da análise bioquímica do sangue das aves de consumo à vontade. Os resultados não mostraram diferenças significativas em relação ao ambiente. As dietas também não influenciaram nas respostas dos parâmetros bioquímicos.

Segundo González & Silva (2003), a concentração de glicose poderia aumentar com estresse crônico. Entretanto, em se tratando de estresse cíclico, não ocorreram alterações neste nível. Este achado discorda de Puvadolpirod & Thaxton, (2000) que encontraram valores diferentes na glicose de frangos injetados com hormônio ACTH. Segundo estes mesmos autores a hiperglicemia se relaciona com quadros de estresses agudos no qual o estressor atua de forma súbita. Por outro lado, Revidatti et al. (2002) não encontraram diferenças significativas para a glicose de frangos submetidos à estresse por manejo.

TABELA 15. Parâmetros bioquímicos do sangue (glicose, albumina, proteína total, globulinas e fructosamina) de aves aos 42 dias submetidas à dois ambientes (ATN e EPC) , dois tipos de dieta (controle e verão) com consumo à vontade

	Glicose (mmol/L)	Proteína Total (g/L)	Albumina (g/L)	Globulinas (g/L)	Fructosamin a (mmol/L)
Ambiente					
EPC	12,25	45,5	16,87	28,75	1,37
ATN	12,37	43,75	14,48	29,25	1,35

Prob	0,82	0,32	0,12	0,85	0,91
Dieta					
Controle	12,25	43,25	16	27,50	1,50
Verão	12,37	46	15,32	30,50	1,22
Prob	0,83	0,13	0,60	0,27	0,27
CV %	8,81	7,63	19,04	17,86	37,23

* Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha diferem entre si

Apesar do conhecido efeito que os corticosteróides possuem sobre o metabolismo nitrogenado (Revidatti et al., 2002), também não foram encontradas diferenças nos níveis plasmáticos das proteínas totais, nem nas frações de proteínas analisadas (albumina e globulina). Segundo González & Silva (2003), a única causa do aumento da albumina seria a desidratação. Já mudanças nos níveis das globulinas podem ser usadas para avaliar estados de adaptação ao estresse. Animais adaptados tendem a ter níveis normais, enquanto que os não adaptados têm os níveis aumentados (González & Silva, 2003). A resposta do presente experimento pode estar indicando uma possível aclimatação das aves em EPC.

A fructosamina, que também não mostrou alterações nas aves nos diferentes ambientes e com as diferentes dietas, poderia ter sido um bom indicador de estresse se houvesse mais tempo de estresse para os frangos. Segundo González & Silva (2003), seus níveis refletem a concentração de glicose no plasma a longo prazo, geralmente nas quatro semanas anteriores à dosagem e o EPC nos frangos teve início três semanas antes da retirada do sangue para análise. As tabelas das análises de variância encontram-se nos Apêndices 55 a 59.

Quando foram comparados os dados hematológicos (eritrograma e leucograma) dos frangos com ração equalizada, foi observado um aumento no

valor do hematócrito dos frangos no ATN-Rest com relação aos do EPC (Tabela 16). O comportamento alimentar no ATN-Rest (ração fornecida uma vez ao dia e comedouros vazios grande parte do tempo) pode ter influenciado a ingestão de água, fazendo com que as aves restritas, comendo menos também estivessem ingerindo menor quantidade de água, favorecendo uma possível desidratação e, conseqüente, aumento de hematócrito. A hemoglobina não apresentou diferenças entre as aves dos diferentes ambientes. Contrariando a hipótese acima, Gonzáles-Alvaredo et al. (2000) observaram menores valores de hematócrito e também de hemoglobina em frangos com 20 dias, restritos em 25% da ração em relação aos frangos do tratamento controle, de 7 a 21 dias. Porém, os autores observaram que as mesmas variáveis aos 34 e 48 dias, embora não apresentassem diferenças significativas, tiveram os valores de hematócrito aumentados nas aves restritas. O tipo de ração não influenciou nas respostas do eritograma.

TABELA 16. Valores hematológicos (eritograma e leucograma) de frangos aos 42 dias submetidos a dois ambientes (ATN e EPC) e dois tipos de dieta (controle e verão) com consumo equalizado

	HT O %	HB g/L	LT /μL	HET /μL	EOS /μL	BASO F /μL	MON O /μL	LINF /μL	H/L
Ambiente									
EPC	29,6b	7,6	1647	4994	0	678b	1004	9798	0,485
ATN- Rest	31,6 a	7,7	25337	8702	332	1775a	2471	11189	0,848
Prob	0,03	0,81	0,002	0,05	0,22	0,01	0,12	0,31	0,12
Dieta									
Controle	31,1	7,7	22845	7869	194	1170	2064	10660	0,738
Verão	30,1	7,7	18967	5827	117	1283	1411	10327	0,595
Prob	0,27	0,98	0,12	0,27	0,75	0,77	0,48	0,81	0,53
Interação									
EPCxCon	31,0	7,8	21250a	7873a	0	952	1732	10692	0,717
EPCxVer	29,2	7,5	11700b	2115b	0	405	275	8904	0,253
ATNxCon	32,2	7,6	24440a	7865a	389	1388	2396	10627	0,759
ATNxVer	30,0	7,7	26233a	9540a	235	2162	2546	11751	0,938
Prob	0,79	0,92	0,03	0,05	0,75	0,10	0,37	0,29	0,17
CV%	5,7	10,3	23,5	53,1	295,6	61	104,1	26,2	68,6

*Eritrograma: (HTO= hematócrito; HB=hemoglobina). Leucograma: (LT= leucócitos totais; HET= heterófilos; EOS= eosinófilos; BASOF= basófilos; MONO= monócitos; LINF= linfócitos; H/L= relação heterófilo; linfócito)

** Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha diferem entre si

Houve uma interação positiva ($P<0,03$) na quantidade de leucócitos totais entre dieta e ambiente. As aves do EPC, consumindo dieta verão, tiveram menor número de leucócitos totais do que as demais. Também houve uma interação significativa para heterófilos ($P<0,05$). As aves em EPC e dieta verão apresentaram menor quantidade de heterófilos do que as demais, que não diferenciaram-se entre si.

Os eosinófilos não apresentaram diferenças significativas. Os basófilos foram maiores no ATN do que no EPC ($P<0,01$), como encontraram Maxwell et al. (1992) em aves restritas e os monócitos também ($P<0,12$) indicando estresse maior nas aves restritas do ATN (Morgulis, 2002). Maxwell et al. (1992) concluíram que no caso dos frangos, a heterofilia pode ser uma resposta para medir um moderado estresse, enquanto que a basofilia pode ser resultado de aves severamente estressadas.

Os linfócitos não apresentaram diferenças significativas. As dietas não influenciaram as respostas.

A relação H/L foi maior nas aves do ATN ($P<0,12$) do que nas aves do EPC. Os valores da H/L para o ATN foram de 0,84 enquanto que os valores da relação H/L para as aves do EPC foram 0,48, ou seja mais próximos do considerado normal (0,45) (Gross & Siegel, 1983), reforçando a idéia de severidade do estresse em aves restritas.

As dietas não alteraram os resultados da relação H/L ($P<0,53$). As tabelas das análises de variância encontram-se nos Apêndices 60 a 67.

TABELA 17. Comparação dos parâmetros bioquímicos do sangue (glicose, albumina, proteína total, globulina e fructosamina) de aves aos 42 dias submetidas à dois ambientes (ATN e EPC), dois tipos de dieta (controle e verão) com consumo equalizado

	Glicose (mmol/L)	Albumina (g/L)	Proteína Total (g/L)	Globulina (g/L)	Fructosamina (mmol/L)
Ambiente					
EPC	12,25b	16,87	45,50	28,75	1,37
ATN-Rest	13,56a	17,23	42,59	25,27	1,51
Prob	0,02	0,71	0,39	0,29	0,64
Dieta					
Controle	12,75	17,25	44	26,87	1,50
Verão	13,07	16,86	44,09	27,14	1,39
Prob	0,39	0,73	0,95	0,98	0,64
CV%	8,29	11,92	15,81	24,78	37,14

*Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha diferem entre si

Os resultados apresentados na Tabela 17 mostram que não houve diferenças significativas nos parâmetros bioquímicos do sangue de aves com ração equalizada a não ser para a glicose que apresentou maior valor ($P < 0,02$) para aves do ATN, indicando maior nível de estresse nas aves com restrição alimentar (González & Silva, 2003).

Não houve interações significativas. As tabelas das análises de variância encontram-se nos Apêndices 68 a 72.

2.4 CONCLUSÕES

Nas condições em que este experimento foi realizado conclui-se que:

- 1) Dietas com mais gordura e menos proteína bruta não influenciaram na metabolizabilidade da matéria seca e da proteína.

- 2) Aves em EPC, recebendo ração verão, tiveram melhor CA do que as demais com consumo à vontade.
- 3) Os diferentes tipos de dieta não interferiram no rendimento de carcaça e cortes dos frangos em EPC, quando comparados aos frangos em ATN.
- 4) Nos tratamentos onde não houve efeito de consumo, a metabolizabilidade da matéria seca diminuiu significativamente no EPC. No entanto, o ambiente não influenciou na metabolizabilidade da proteína.
- 5) Nos tratamentos em que os frangos consumiram ração à vontade o EPC causou queda no desempenho, caracterizada pela diminuição no consumo, queda no ganho de peso e piora na conversão alimentar. Nos tratamentos em que os frangos consumiram ração equalizada, a temperatura do ambiente não fez com que as aves tivessem desempenho diferente, evidenciando que a diferença no consumo é a principal responsável pela queda de desempenho de frangos em estresse por calor.
- 6) O EPC piorou o rendimento de peito, mas melhorou o rendimento de sobrecoxa. Também diminuiu o peso relativo das penas e baço.
- 7) As possíveis alterações hematológicas e morfológicas causadas pelo calor foram amenizadas pela dieta verão, que, ocasionou melhor peso relativo de bursa e menor número de linfócitos, heterófilos, relação H/L e monócitos.

- 8) Os parâmetros bioquímicos do sangue não foram suficientemente claros para explicar possíveis mudanças séricas ocasionadas pelas dietas ou pela temperatura.

CAPÍTULO III

EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO DE VITAMINAS E MINERAIS ORGÂNICOS NO DESEMPENHO E NOS PARÂMETROS BIOQUÍMICOS E HEMATOLÓGICOS DE FRANGOS EM ESTRESSE POR CALOR

3.1 INTRODUÇÃO

O frango de corte é um animal doméstico geneticamente aprimorado para rápido crescimento, com o mais eficiente desempenho que se conhece entre os animais de interesse zootécnico. Com os avanços da genética e da nutrição voltados para um crescimento acelerado, com máxima deposição protéica, principalmente de peito e coxa, melhor utilização dos nutrientes da dieta e boas conversões alimentares, o metabolismo das aves ficou ainda mais acelerado. Entretanto sua capacidade termorreguladora continuou deficiente para enfrentar os grandes desafios das altas temperaturas.

A temperatura ambiente pode ser considerada o fator físico de maior efeito no desempenho de frangos de corte, já que exerce grande influência no consumo de ração (Cerniglia et al., 1983 e Teeter et al., 1984) e com isto, afeta diretamente o ganho de peso e a conversão alimentar.

O estresse é uma síndrome na qual se registram profundas modificações metabólicas e bioquímicas. Thaxton & Siegel (1982) e Miller & Quershi (1991) demonstraram que aves expostas a estresse ambiental de várias naturezas apresentavam depressão do sistema imunológico. Quando galinhas foram expostas a temperaturas variando de 32,2 a 43°C, por períodos curtos de temperaturas elevadas intermitentes, ou ciclos de altas temperaturas constantes, a resposta imune foi reduzida significativamente (Miller & Quershi, 1991).

De maneira geral, pesquisas têm demonstrado que aves estressadas necessitam de maior aporte de vitaminas e minerais (Coelho &

McNaughton, 1995, Miltenburg, 1999 e El-Boushy, 1988). Isto se deve às alterações no metabolismo nestas condições. Além disso, nas épocas quentes do ano o consumo voluntário de ração diminui e que a estabilidade das vitaminas nos premix tende a diminuir no verão. No entanto, isto não quer dizer que a suplementação vitamínica resolva, por si, problemas de EPC (Ribeiro & Laganá, 2002). Ainda assim, poucos experimentos têm sido conduzidos para determinar exigências e disponibilidade destes nutrientes no calor.

A suplementação com ácido ascórbico melhora a resposta imunológica e a resistência a doenças em aves (Pardue et al., 1985). Pardue e Thaxton (1984) e Pardue et al. (1985) observaram que o desempenho e a função imunológica de aves submetidas a estresse térmico melhorou significativamente ao aumentar os níveis de vitamina C e vitamina E (El-Boushy, 1988). Tengerdy (1989) sugeriu que a suplementação de vitamina E é muito efetiva nos casos de estresse por calor, porque ela pode reduzir os efeitos negativos dos corticosteróis liberados no estresse. A vitamina E protege, conseqüentemente, células e tecidos dos danos oxidativos induzidos pelos radicais livres. Também a vitamina C e a vitamina E interagem metabolicamente. A vitamina C melhora a atividade antioxidante da vitamina E ao reduzir os radicais de tocoferoxila para a forma ativa da vitamina E (Jacob, 1995) ou ao poupar a vitamina E disponível (Retsky & Frei, 1995). Sahin & Kucuk (2001) observaram que a digestibilidade dos nutrientes aumentou quando dietas de codornas japonesas estressadas pelo calor (34°C) foram

suplementadas com vitamina C (125 e 250 mg/kg de dieta) e selênio (0,1 ou 0,2 mg/kg de dieta).

A utilização de minerais orgânicos vem sendo bastante pesquisada, pois estes apresentam uma maior biodisponibilidade, são transportados mais facilmente e armazenados por mais tempo que os correspondentes inorgânicos (Maiorka & Macari, 2002). Durante o estresse por calor, a excreção de minerais através da urina e das fezes aumenta (Belay et al.,1993). Deyhim & Teeter (1991), avaliando os efeitos da suplementação de KCl (0,5%) e NaCl (0,39%) na água de frangos em estresse cíclico (24 a 35°C), observaram aumento no consumo de água e na viabilidade.

Bonnet et al. (1997) e Summers (1994) sugeriram que os benefícios específicos com a suplementação mineral existem, independente dos seus efeitos no consumo de água.

O selênio (Se) apresenta importantes funções, atuando como antioxidante, como componente enzimático (enzima glutathione peroxidase) e também aumentando a resposta imune através de uma maior leucocitose de patógenos e maior resposta humoral e celular (Underwood, 1977 e Combs & Combs, , citados por Sahin & Kucuk, 2001). Além disso, foi relatado que a vitamina E tem um papel no metabolismo do Se e que este mineral é requerido para funções normais do pâncreas (Combs & Combs, 1986, citados por Sahin & Kucuk, 2001). O Se tem um efeito protetor dos danos oxidativos no tecido pancreático (Macpherson, 1994, citado por Sahin & Kucuk, 2001), e isso pode permitir que o pâncreas funcione corretamente, inclusive na secreção de

enzimas digestivas, melhorando com isso a digestibilidade dos nutrientes e, conseqüentemente, o desempenho.

O zinco (Zn) é um mineral muito importante devido seu papel no funcionamento do sistema imune. É co-fator de muitas enzimas essenciais, como a lactato desidrogenase, fosfatase alcalina e anidrase carbônica (Maiorka & Macari, 2002). É possível que a exigência de zinco seja aumentada durante a exposição às condições de EPC. Acredita-se que o zinco seja essencial em todos os aspectos da imunidade. Devido sua função associativa com enzimas críticas para a integridade das células envolvidas na resposta imune (Dardenne et al., 1985, citados por Bartlett & Smith, 2003).

Com a finalidade de apresentar alternativas para reduzir os estresse por calor de forma a alcançar benefícios para o acréscimo da produtividade das aves e, conseqüentemente, benefícios econômicos aos produtores, o presente estudo teve os seguintes objetivos: a) avaliar o efeito de dietas suplementadas com 300ppm de vitamina C e 100 UI de vitamina E e 40 ppm de zinco e 0,3 ppm de selênio orgânico no desempenho de frangos de corte submetidos a estresse cíclico por calor (25-32°C), dos 14 aos 35 dias; b) verificar se a suplementação vitamínico e/ou mineral interage com o efeito do estresse térmico nos parâmetros morfológicos, bioquímicos e hematológicos das aves aos 35 dias.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Ensino Zootécnico (LEZO), do Departamento de Zootecnia, da Faculdade de Agronomia, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, no período de novembro a dezembro de 2003.

Foram utilizados 468 pintos de corte machos, da linhagem Ross 308, de 1 dia de idade, com peso inicial médio de 44 g, criados no período inicial, até os 14 dias, em 78 gaiolas metálicas de 0,72m², em sala climatizada, com temperatura inicial de 31±1°C, decrescendo gradativamente até atingir cerca de 24±1°C aos 14 dias. As aves no período inicial foram distribuídas aleatoriamente (seis em cada gaiola) e divididas em quatro tratamentos que diferiram entre si apenas na suplementação de vitaminas e/ou minerais. Os tratamentos foram assim distribuídos: T1- dieta controle (80 ppm de Zn; 0,3 ppm Se; 60 UI/kg de vit E, contidos no premix); T2-suplementação vitamínica de 100 UI vit E e 300 ppm vit C/kg de ração; T3-suplementação mineral de 40 ppm Zn e 0,3 ppm Se/kg de ração; T4- suplementação vitamínico mineral nos níveis de T2 + T3.

A vitamina E foi suplementada na forma de acetato dl- α tocoferol (Roche®) e a vitamina C na forma de ácido ascórbico (Roche®). O zinco e o selênio foram suplementados na forma orgânica (Zinpro®).

Aos 14 dias, 244 aves (quatro aves por gaiola) foram distribuídas em dois ambientes, num esquema fatorial 2 X 4, sendo os fatores os quatro tipos de suplementação vitamínico mineral e dois ambientes, com oito repetições/tipo no EPC e nove repetições/tipo no ATN.

Foi considerado EPC, 12 horas de temperatura a 25°C, três horas de 25 a 32°C, seis horas 32°C e três horas de 32 a 25°C diariamente e por ATN, temperaturas diárias na faixa de 21 a 25°C, conforme indicado na Tabela 1. A umidade relativa do ar ficou em torno de 70% nos dois ambientes. O monitoramento da temperatura e da umidade relativa do ar de cada ambiente foi feito por termômetro de bulbo seco e bulbo úmido e de máxima e mínima, colocados à altura intermediária das gaiolas. O programa de luz adotado durante o experimento foi contínuo (24 horas de luz artificial/dia). As aves receberam ração à vontade e mesmo manejo durante todo o período experimental.

TABELA 1. Descrição da temperatura e umidade relativa nos ambientes ATN e EPC

Ambiente	ATN	EPC			
Tempo de exposição (h) por dia	24	12	3	6	3
Temp (°C)	21-25	25	25-32	32	32-25
UR média (%)	70	70	70	70	70

A composição de ingredientes e nutricional das dietas basais fornecidas às aves nas fases inicial e de crescimento encontra-se na Tabela 2.

Aos 21 dias, as aves passaram a receber a ração para crescimento. A única diferença do premix da dieta controle inicial, foi a quantidade de vitamina E que ao invés de 30UI conteve 60UI de vitamina. As suplementações mantiveram-se as mesmas da fase anterior.

TABELA 2. Composição em ingredientes e nutricional das dietas basais inicial e de crescimento para frangos de corte no período experimental

Dieta	Inicial (1-14 dias)	Crescimento (14-35 dias)
Ingredientes	Composição (%)	
Milho	56,88	60,61
Farelo de soja (46%PB)	36,08	31,61
Gordura (óleo de soja)	2,78	3,67
Fosfato	1,80	1,68
Calcário	1,43	1,39
Sal	0,47	0,47
DL Met	0,23	0,25
Lisina	0,12	0,09
Premix vitamínico ¹	0,05	0,05
Premix mineral ²	0,10	0,10
Colina	0,03	0,03
Anticoccidiano	0,025	0,05
Níveis nutricionais		
EMAn (Kcal/kg)	3000	3100
PB (%)	21,5	19,50
Ca (%)	1,0	0,95
Pdisp. (%)	0,45	0,42
Lisina (%)	1,25	1,14
Met + Cis (%)	0,90	0,83

¹ Premix vitamínico (Conteúdo por kg/ração): Vit.A. 10.000 UI; Vit D3 3.000 UI; Vit E 60 mg; Vit K3 3 mg; Vit B1 3 mg; Vit. B2 8 mg; Vit B6 4 mg; Vit B12 0,014 mg; Ácido Pantotênico 20 mg; Niacina 50 mg; Ácido Fólico 2 mg; Biotina 0,15 mg.

² Premix mineral (Conteúdo por kg/ração): Fe 40 mg; Zn 80 mg; Mn 80 mg; Cu 10 mg; I 0,7 mg; Se 0,3 mg.

* níveis calculados baseados em Rostagno (2000).

As aves foram pesadas no início do período experimental e semanalmente para determinação do ganho de peso. O consumo de ração foi calculado considerando a ração fornecida e as sobras nos comedouros e desperdícios. A conversão alimentar foi calculada pela relação entre o consumo de ração e o ganho de peso das aves.

O abate dos animais foi realizado aos 35 dias para todos os tratamentos. A seqüência das práticas de abate foi a seguinte para cada repetição: pesagem das aves, morte por deslocamento cervical; sangria, escaldagem; depenagem; evisceração e resfriamento em chiller por 40 minutos. O sangue de doze aves com peso médio em cada tratamento foi coletado da jugular, na ocasião da sangria e encaminhado para análises bioquímicas/ hematológicas. Ao todo 48 aves foram analisadas (12 por tratamento, sendo seis no EPC e seis no ATN). Para a análise de hematologia foram retirados 10mL/ave - cinco mL de sangue em tubo a vácuo com anticoagulante etilenodiaminotetracético, sal dissódico (EDTA) a 10% para as análises hematológicas e cinco mL em tubo a vácuo sem anticoagulante para as análises bioquímicas.

Os parâmetros sanguíneos estudados foram: hematócrito, hemoglobina, contagem total de leucócitos e a contagem diferencial de leucócitos (heterófilos, linfócitos, eosinófilos, basófilos e monócitos), avaliação da morfologia celular e relação heterófilos/ linfócitos (H/L). Do perfil bioquímico sérico foram analisadas: proteínas totais, glicose, fructosamina, albumina e globulinas.

O hematócrito foi realizado através de microcentrifugação. A contagem total dos leucócitos foi realizada através de esfregaços sanguíneos e a contagem diferencial dos leucócitos e avaliação da morfologia celular através da análise do esfregaço sanguíneo corado, utilizando o corante de "Wright". A determinação das proteínas totais, glicose, fructosamina, albumina e

hemoglobina foram feitas com kits da marca Labtest. As análises foram realizadas no Laboratório de Análises Clínicas Veterinárias da UFRGS.

Os órgãos linfóides (baço e bursa) das mesmas 48 aves usadas para a coleta de sangue foram retirados, secos em papel toalha e pesados em balança de precisão para determinação do peso relativo dos órgãos linfóides .

As análises de variância foram realizadas por meio do procedimento GLM (General Linear Models) do SAS (1999). Para verificar significância entre as médias foi utilizado o LSMeans do SAS (1999).

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.3.1 Dados de Desempenho

3.3.1.1 Efeito do tipo de suplementação (vitamínico e/ou mineral) no desempenho de frangos de corte no período inicial (1-14 dias)

Os resultados da análise de desempenho no período inicial estão expressos na Tabela 3. Pode ser observado que as aves que receberam dieta com suplementação vitamínico e mineral apresentaram peso médio maior que as outras, embora esse valor não tenha sido estatisticamente significativo ($P < 0,18$). Kuflu & Forbes (1993) observaram que a suplementação com vitamina C diminuiu o desempenho das aves em ATN. O ganho de peso das aves com dieta suplementada com vitaminas e minerais também foi maior do que o dos demais tratamentos, embora esse valor não tenha sido estatisticamente significativo ($P < 0,20$). O consumo de ração não mostrou estar influenciado pelo tipo de suplementação na dieta ($P < 0,68$).

Houve diferença significativa na conversão alimentar ($P < 0,05$). Esta, foi melhor nas aves que receberam dieta com suplementação vitamínico e mineral, tendo diferido significativamente daquelas dos tratamentos controle e com suplementação apenas vitamínica. O tratamento com suplementação mineral foi intermediário. Pode ser observado que a melhoria na conversão alimentar foi devida ao maior ganho de peso das aves. As tabelas das análises de variância estão apresentadas nos Apêndices 73 a 76.

TABELA 3. Efeito do tipo de suplementação (vitamínico e/ou mineral) no peso corporal (PM), ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte no período de 1 a 14 dias

	PM(kg)	GP(kg)	CR (kg)	CA (kg/kg)
Tipo de suplementação				
T1 (controle/basal)	0,412	0,368	0,480	1,306b
T2 (basal + vit)	0,407	0,363	0,476	1,316b
T3 (basal + min)	0,409	0,366	0,470	1,287ab
T4 (basal+vit+min)	0,427	0,383	0,480	1,256a
Prob	0,18	0,20	0,68	0,05
CV (%)	6,9	7,74	6,17	5,09

* PM14c= peso médio aos 14 dias após tirar 2 aves de cada gaiola (4 aves/ gaiola)

** Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha diferem entre si

3.3.1.2 Efeito do ambiente (ATN e EPC) e do tipo de suplementação (vitamínico e/ou mineral) no desempenho de frangos de corte no período total de 14 a 35 dias

Considerando o período de 14 a 35 dias, pode ser observado que não houve interação entre ambiente e dieta. Desta forma, somente os fatores principais foram analisados. Conforme apresentado na Tabela 4, pode ser observado que o peso médio das aves aos 35 dias foi altamente influenciado pelo ambiente ($P < 0,0001$). As aves do EPC apresentaram peso corporal 7,6% menor do que as do ATN, justificado pela redução no consumo alimentar. As aves do experimento anterior (capítulo 2) submetidas ao mesmo regime de

EPC, chegaram aos 42 dias com 6% a menos do que as aves alojadas em ATN. Ribeiro et al. (2001a) encontraram redução de 9% no peso, também submetendo aves a estresse por calor cíclico, porém por maior período (21 a 56 dias).

TABELA 4. Efeito do ambiente (EPC e ATN) e do tipo de suplementação (vitamínico e/ou mineral) no peso corporal (PM), ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte no período de 14 a 35 dias

	PM (kg)	GP (kg)	CR (kg)	CA(kg/kg)
Ambiente				
EPC	2,052 b	1,63	2,75b	1,69a
ATN	2,208 a	1,78	2,95a	1,66b
Prob	<0,0001	0,0001	<0,0001	0,05
Tipo de Suplementação				
T1 (controle/basal)	2,123	1,71	2,93a	1,719b
T2 (basal + vit)	2,146	1,72	2,83b	1,641a
T3 (basal + min)	2,114	1,69	2,82b	1,665a
T4 (basal+vit+min)	2,137	1,71	2,82b	1,668a
Prob	0,73	0,69	0,002	0,01
CV (%)	4,0	4,6	3,3	4,1

* Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha diferem entre si

O ganho de peso também foi influenciado pelo ambiente ($P < 0,0001$), tendo sido no ATN 8,4% maior do que no EPC. Oliveira Neto et al. (2000) observaram que a temperatura ambiente influenciou o ganho de peso, que foi 16% menor nas aves alojadas em EPC. Para Lana et al. (2000), aves mantidas sob estresse crônico por calor (31°C) tiveram ganho de peso 15% menor em relação às aves mantidas em conforto térmico (23°C). Leeson (1986) e Howliger & Rose (1987) também encontraram menores taxas de ganho de peso e menor peso final para aves alojadas em EPC. Bonnet et al. (1997) observaram redução em 50% do ganho de peso nas aves em estresse crônico de 32°C, quando comparadas as aves em ambiente termoneutro de 22°C, depois de três semanas. Provavelmente o tipo de estresse por calor utilizado

por aqueles autores ocasionou ganho de peso menor comparado aos resultados do presente experimento.

O ambiente também influenciou o consumo de ração ($P < 0,0001$). O EPC fez com que as aves consumissem 6,8% menos ração que as aves do ATN. Resultados de queda no consumo um pouco maiores foram encontrados quando o período de criação foi até os 42 dias ou mais. Uma queda de 11% no consumo de ração foi observada no experimento anterior (Capítulo 2). Bertechini et al. (1991) verificaram um decréscimo de 15% no consumo de ração, quando frangos foram estressados por calor numa temperatura de 27,9°C, dos 29 aos 49 dias, e igual resultado foi observado por Lana et al. (2000) a 31°C por 42 dias.

A conversão alimentar foi influenciada pelo ambiente ($P < 0,05$). O EPC causou piora na conversão alimentar. Deaton et al. (1968), constataram uma pior conversão alimentar para aves adultas, submetidas a temperaturas variando ciclicamente de 23,9 a 35°C, quando comparadas às aves em microclima estável de 21,1°C. Estas mudanças, segundo os autores são o resultado de várias adaptações físicas e metabólicas do frango.

O tipo de suplementação, não interferiu no peso das aves ($P < 0,73$). Bartlett & Smith (2003), testando dietas com diferentes níveis de zinco (32, 40 e 100ppm), concluíram que o zinco não interferiu no desempenho aos 42 dias de aves em EPC cíclico de 23,9 a 35°C. Kim & Patterson (2004) observaram que a fonte de Zn pode alterar a biodisponibilidade e, conseqüentemente, alterar os resultados de desempenho. Frangos de seis a 18 dias, suplementados com

1500ppm de $ZnSO_4$, sofreram uma piora no desempenho que não se verificou quando a suplementação foi com ZnO.

Neste período, o tipo de suplementação na dieta não interferiu no ganho de peso ($P < 0,69$). Ferket & Qhreshi (1992) demonstraram ser benéfica a suplementação de um complexo vitamínico na água (vitamina A, D, E-10UI/L água- e complexo B) em condições de estresse por calor, melhorando o ganho de peso e a conversão alimentar. Hegazy & Adachi (2000) observaram uma significativa melhora no ganho de peso e na conversão alimentar de aves infectadas por *Salmonella*, ou *Salmonella* e aflatoxina, quando consumiram dietas suplementadas com Zn (60ppm), e Zn+Se (60ppm+1ppm respectivamente). Entretanto, dietas apenas com Se (1ppm) pioraram o desempenho. Os autores verificaram que aves livres de *Salmonella* ou *Salmonella* + aflatoxina não tiveram o ganho de peso e a conversão alimentar influenciados pelo tipo de suplementação.

O tipo de suplementação na dieta influenciou o consumo de ração ($P < 0,002$). As aves com qualquer tipo de suplementação na dieta consumiram menos ração do que as aves com dieta controle. Outros estudos indicaram que a suplementação com vitaminas ou minerais não afetaram o consumo alimentar, mas melhoraram o desempenho. Pimentel et al, (1991) não encontraram diferenças no consumo de alimento e crescimento de frangos alimentados com dietas contendo 88 μ g zinco/g de ração até 42 dias. Para poedeiras, a suplementação de longa duração, com 250 mg/kg de vitamina E, foi a que melhor aliviou o efeito do estresse crônico, aumentando significativamente a produção de ovos, quando comparada à dieta controle no

EPC sem, no entanto, aumentar o consumo alimentar e o peso dos ovos (Lee et al., 1999).

A suplementação na dieta influenciou a conversão alimentar ($P < 0,01$), proporcionando melhor conversão alimentar do que a dieta controle. Vathana et al. (2002) observaram que a suplementação com vitamina C, na água, para galinhas de 270 dias, na proporção de 0, 20 e 40 mg/ave/dia, durante 42 dias de temperaturas diárias altas (28-30°C) e UR de 82-85%, não afetou o consumo de ração. Entretanto, a partir da terceira semana, as aves com suplementação apresentaram melhor conversão alimentar.

As respostas encontradas no presente experimento estão parcialmente de acordo com o trabalho de Sahin & Kucuk (2001) em codornas sob estresse crônico por calor (34°C), suplementadas com dois níveis de vitamina E (125 e 250 mg/kg de dieta) e dois níveis de Se (0,1 ou 0,2 mg/kg de dieta). As dietas com maior quantidade de Se e vitamina E propiciaram maior consumo de alimento, peso corporal e melhor eficiência alimentar indicando sinergismo positivo entre a vitamina e o mineral. Segundo Thompson & Scott (1970), todos os elementos do sistema antioxidante interagem entre si de forma eficiente. Esta interação provavelmente inicia ao nível de absorção de nutrientes e continua no metabolismo. Por exemplo, o selênio dietético poupa a vitamina E, de forma que galináceos apresentam concentrações mais elevadas de vitamina E no plasma ao receberem dietas suplementadas com selênio. Por outro lado, a vitamina E mantém o selênio no organismo de uma forma ativa, impedindo a sua perda do organismo. Também a vitamina C e a vitamina E interagem metabolicamente. A vitamina C melhora a atividade antioxidante da

vitamina E ao reduzir os radicais de tocoferoxila para a forma ativa da vitamina E (Jacob, 1995) ou ao poupar a vitamina E disponível (Retsky & Frei, 1995).

As tabelas com as análises de variância estão apresentadas nos Apêndices 77 a 80.

3.3.1.3 Efeito de ambiente (ATN e EPC) e do tipo de suplementação (vitamínico e/ou mineral) no desempenho de frangos de corte no período de 1 a 35 dias

Na Tabela 5 estão apresentados os resultados da análise de desempenho no período total (1 a 35 dias). Não foi observada interação entre ambiente e dieta. Desta forma, somente os efeitos principais serão tratados. Pode ser observado que o ganho de peso e consumo de ração foram influenciados pelo ambiente ($P < 0,0001$). As aves do ATN ganharam 7% a mais de peso e consumiram 6% a mais de ração do que as aves alojadas em EPC. O ambiente também influenciou a conversão alimentar ($P < 0,0001$). As aves submetidas a EPC tiveram CA 1,4% pior do que as aves do ATN.

O tipo de suplementação da dieta não influenciou o ganho de peso ($P < 0,74$), mas influenciou o consumo de ração ($P < 0,003$). As aves recebendo dietas com qualquer tipo de suplementação consumiram menos ração do que as aves que receberam dieta controle.

TABELA 5. Efeito do ambiente (EPC e ATN) e do tipo de suplementação (vitamínico e/ou mineral) no consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte no período de 1 a 35 dias

	GP1-35 (kg)	CR1-35 (kg)	CA1-35 (kg/kg)
Ambiente			
EPC	2,01b	3,225b	1,604a

ATN	2,16a	3,425a	1,581b
Prob	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Tipo de Suplementação			
T1 (controle/basal)	2,08	3,40a	1,639b
T2 (basal + vit)	2,10	3,30b	1,573a
T3 (basal + min)	2,07	3,28b	1,589a
T4 (basal+vit+min)	2,09	3,28b	1,569a
Prob	0,74	0,003	<0,003
CV (%)	4,3	3,1	2,8

* Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha diferem entre si

O tipo de suplementação na dieta também influenciou a CA ($P < 0,003$). As aves recebendo dietas com qualquer tipo de suplementação apresentaram melhores CA em função do menor consumo e igual GP do que as aves que receberam dieta controle. O estresse pode exacerbar uma deficiência marginal de vitaminas e minerais ou um aumento do requerimento destes nutrientes que podem ser suplementados em níveis maiores que os recomendados em situações de termoneutralidade ou onde as aves não são desafiadas imunologicamente (Coelho & McNaughton, 1995; Miltenburg, 1999 e El-Boushy, 1988). Os antioxidantes (vitamina C, E e o Se) que tem uma efetiva proteção no tecido pancreático contra os danos oxidativos (Macpherson, 1994, citado por Sahin & Kucuk, 2001) podem ter ajudado nas funções do pâncreas, incluindo secreções de enzimas digestivas e melhorando, com isso, a digestão. No entanto, no presente experimento não houve interação significativa entre ambiente e dieta, quando observados os períodos de crescimento da ave.

Considerando o ganho em conversão alimentar proporcionado por qualquer um dos tipos de suplementação na dieta e, tendo em vista o menor custo da suplementação mineral em relação suplementação vitamínico, o custo

benefício da suplementação mineral em função de uma melhor conversão alimentar seria vantajoso, tanto em meses de temperaturas quentes, bem como nos meses de temperatura mais amena.

As tabelas com as análises de variância estão apresentadas nos Apêndices 81 a 83.

3.3.1.4 Efeito do ambiente (EPC e ATN) e do tipo de suplementação (vitamínico e/ou mineral) na mortalidade de frangos de corte

Na Tabela 6 pode ser observado que o ambiente não afetou a mortalidade das aves nos períodos de 14 a 35 e de 1 a 35 dias ($P < 0,15$ e $P < 0,28$ respectivamente). Apesar disso, pode ser observado que numericamente no EPC morreram mais aves do que no ATN.

TABELA 6. Efeito do ambiente (EPC e ATN) e do tipo de suplementação (vitamínico e/ou mineral) na mortalidade de frangos de corte

	Mortalidade (1 a 14 dias)	Mortalidade (14 a 35 dias)	Mortalidade (1 a 35 dias)
Ambiente			
ATN		0	1,59
EPC		3,47	4,42
Prob		0,15	0,28
Tipo de Suplementação			
T1 (controle ou basal)	2	0	2,01
T2 (basal + vit)	1	0	1,06
T3 (basal + min)	2	4,17	6,17
T4 (basal+vit+min)	0	2,78	2,78
Prob	0,51	0,53	0,54
CV (%)	4,5	10,2	11,1

* Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha diferem entre si

O tipo de suplementação na dieta também não interferiu na mortalidade dos períodos, bem como não houve interação significativa entre ambiente e tipo de suplementação.

As tabelas com as análises de variância estão apresentadas nos Apêndices 84 a 86.

3.3.2 Rendimento de órgãos linfóides

O rendimento dos órgãos linfóides pode ser observado na Tabela 7. O ambiente influenciou no peso absoluto ($P < 0,005$) e relativo ($P < 0,03$) de bursa. Aves do EPC tiveram redução de 25% e 20% no peso absoluto e relativo de bursa quando comparadas as aves do ATN. O peso absoluto e relativo de baço também foram afetados pelo ambiente ($P < 0,006$ e $P < 0,02$, respectivamente). Revidatti et al. (2002) encontraram valores para peso relativo de bursa de 0,169 para frangos Ross, aos 45 dias, submetidos a estresse por manejo e 0,223 para aves controle. Rosales et al. (1989) encontraram em aves em ambiente de EPC, atrofia de todos os órgãos linfóides (timo, baço e bursa de Fabrício). Donker & Beuving (1989) comprovaram que a infusão de corticosterona em frangos diminui o peso relativo do timo em 71% , da bursa em 57% e do baço em 35% e Puvadolpirod & Thaxton (2000) observaram peso relativo de timo reduzidos em 65%, de baço em 27% e de bursa em 43% uma semana após injetarem doses de ACTH em frangos de corte de cinco semanas. Apesar das condições de EPC terem sido aplicado às aves por apenas três semanas, a involução no sistema linfático já pode ser observada, mesmo em ambiente de EPC cíclico.

TABELA 7. Efeitos do ambiente (ATN e EPC) e do tipo de suplementação (vitamínico e/ou mineral) no peso absoluto da bursa e do baço e no peso relativo* (%) de bursa (RBO) e do baço (RBA) de frangos de corte aos 35 dias

Fatores Principais	Peso Absoluto Bursa (g)	Peso Absoluto Baço (g)	RBO (%)	RBA (%)
--------------------	-------------------------	------------------------	---------	---------

Ambiente				
EPC	3,22 b	1,64 b	0,156 b	0,001 b
ATN	4,34 a	2,43 a	0,196 a	0,011 a
Prob	0,005	0,006	0,03	0,02
Tipo de suplementação				
T1 (controle/ basal)	3,42	1,92	0,163	0,0009
T2 (basal + vit)	4,08	2,17	0,185	0,0009
T3 (basal + min)	4,25	1,83	0,196	0,0009
T4 (basal+vit+min)	3,37	2,23	0,158	0,0010
Prob	0,21	0,66	0,35	0,85
CV(%)	31,7	42,5	32,56	40,4

O tipo de suplementação não influenciou o peso absoluto de bursa e de baço ($P < 0,21$ e $P < 0,35$ respectivamente), bem como não influenciou seus rendimentos ($P < 0,66$ e $P < 0,85$ respectivamente).

A suplementação vitamínico e/ou mineral que apresentou vantagens em termos de desempenho, não interferiu nas aves alojadas em condições de EPC no sentido de reverter a atrofia dos órgãos linfóides. Bartlett & Smith (2003) também não observaram influência de dietas suplementadas com níveis diferentes de zinco (32, 40 e 100ppm) no peso relativo de órgãos linfóides de frangos sob condições de EPC cíclico. Os dados concordam com Donker & Beuving (1989), que afirmaram que o estresse causa involução nos órgãos linfóides primários e que os índices morfométricos bursais são bons indicativos de estresse.

As tabelas com as análises de variância estão apresentadas nos Apêndices 87 a 90.

3.3.3 Parâmetros Sanguíneos

Na Tabela 8 pode ser observado que o ambiente não influenciou os valores do hematócrito ($P < 0,56$), mas influenciou significativamente a hemoglobina ($P < 0,001$). Yahav et al. (1997) também observaram uma queda da concentração de hemoglobina de 10,34 para 9,77g/dL em frangos submetidos a estresse agudo por calor. Porém, ao contrário deste trabalho, os autores também observaram aumento de hematócrito. Mudanças no hematócrito e na concentração de hemoglobina sugerem mudanças não somente no volume celular mas também no número de eritrócitos. Uma diminuição no hematócrito em altas temperaturas estaria associada com a necessidade de reduzir a viscosidade do sangue durante a vasodilatação. Por outro lado, Altan et al. (2000) expuseram frangos de 42 dias a um estresse agudo de 39°C por 2 horas e não observaram efeitos significativos nos valores de hematócrito, apesar deste valor ter tido um decréscimo de 34,1 para 32,7.

TABELA 8. Valores hematológicos (eritrograma e leucograma) de frangos aos 35 dias submetidos a dois ambientes (ATN e EPC) e quatro tipos de suplementação vitamínico e/ou mineral na dieta

Fatores Principais ¹	Ht %	Hb g/L	LT μ L	HET μ L	EOS μ L	BASOF μ L	MONO μ L	LINF μ L	H/L
Ambiente ²									
EPC	32,1	6,2b	32565	13474b	784	2069	727	15511	0,906a
ATN	32,5	6,8a	29604	9499a	1005	1665	950	16484	0,589b
Prob	0,56	0,001	0,23	0,009	0,28	0,16	0,12	0,48	0,001
Tipo de Suplementação									
T1 (controle/basal)	32,3	6,4	30943	12459	853	2034	986	14611	0,878
T2 (basal + vit)	31,7	6,6	31588	10868	1080	1936	647	17057	0,676
T3 (basal + min)	33,5	6,4	32184	11740	922	2002	1031	16515	0,728
T4 (basal+vit+min)	31,4	6,5	29623	10907	722	1496	691	15807	0,709
Prob	0,18	0,71	0,9	0,83	0,63	0,51	0,14	0,58	0,39
CV(%)	7	8,9	25,8	41,6	74,4	50,1	55,7	27,7	40,8

¹ Ht= hematócrito, Hb= hemoglobina, LT= leucócitos totais, HET= heterófilos, EOS= eosinófilos, BASOF= basófilos, MONO= monócitos, LINF= linfócitos, H/L= relação heterófilo: linfócito.

² ATN= ambiente termoneutro; EPC= estresse cíclico por calor.

*Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si estatisticamente.

A contagem de leucócitos totais não foi influenciada pelo ambiente ($P < 0,23$). O EPC causou um aumento nos leucócitos totais, mas não o suficiente para se diferenciar estatisticamente da contagem nas aves do ATN. Coles (1986), Ruckebush et al. (1994) e Cunningham (1995) encontraram aumento no número de leucócitos totais ou leucocitose em aves com quadro de estresse.

Já a contagem de heterófilos foi influenciada pelo ambiente ($P < 0,009$). As aves alojadas em EPC tiveram aumento de 29,5% no número de heterófilos, concordando com Scope et al. (2002), que concluíram que pombos estressados por manejo e transporte durante três horas tiveram aumento significativo na porcentagem de heterófilos e com Altan et al. (2000) que observaram que o EPC agudo de 39°C, por duas horas, em frangos de 42 dias, provocou um aumento de 34% nos heterófilos das aves.

O ambiente não influenciou a contagem de eosinófilos, basófilos e monócitos ($P < 0,28$; $P < 0,16$ e $P < 0,12$ respectivamente). Altan et al. (2000) também não encontraram diferenças na contagem de eosinófilos, mas observaram aumento nos basófilos de frangos expostos a EPC, por duas horas e Scope et al. (2002) não observaram diferenças na quantidade de basófilos e eosinófilos de pombos estressados por manejo durante três horas. Segundo Maxwell et al. (1992) a basofilia é resultado de situações de estresse agudo, onde há situações de risco de vida. No trabalho de Scope et al. (2002) os monócitos não foram susceptíveis a mudanças ocasionadas pelo transporte e estresse por manejo durante três horas.

Da mesma forma, os linfócitos não foram influenciados pelo ambiente ($P < 0,48$). Apesar disso, foi observada uma pequena redução nos linfócitos das aves alojadas em EPC, concordando com Macari & Luquetti (2002) que comentaram que situações de estresse, nas quais ocorrem a liberação de hormônio corticotrófico (ACTH) determinam a redução da quantidade de linfócitos circulantes, colaborando para um aumento da relação heterófilo: linfócito.

Já a relação H/L foi influenciada pelo ambiente ($P < 0,0001$). As aves nas condições de EPC tiveram aumento de 35% na relação H/L, que foi de 0,589 nas aves alojadas sob ATN e 0,906 nas aves alojadas sob EPC. Segundo Campbell (1994), a relação heterófilo/linfócito é alterada como consequência do aumento de heterófilo e redução de linfócito. Os frangos de corte de mais de oito semanas mostram uma relação de 0,45 (Gross & Siegel, 1983), números muito próximos dos observados nas aves alojadas sob ATN do presente experimento. Mitchell et al. (1992) relataram que têm sido observadas relações H/L superiores a 0,62 em frangos expostos a altas temperaturas e durante o transporte em caminhão por mais de três horas. Scope et al. (2002) também verificaram que a relação H/L de pombos estressados pelo manejo e transporte também aumentou em função do aumento na porcentagem de heterófilos e diminuição nos linfócitos. Os resultados também concordam com os obtidos no experimento anterior (capítulo 2) os quais mostraram que os frangos do ambiente de EPC consumindo dieta controle apresentaram maiores relações de H/L do que os do ATN.

O tipo de suplementação na dieta não interferiu nos resultados de hematócrito ($P < 0,18$), de hemoglobina ($P < 0,71$), de leucócitos totais ($P < 0,90$), de heterófilos ($P < 0,83$), de eosinófilos ($P < 0,63$), de basófilos ($P < 0,51$), de monócitos ($P < 0,14$), de linfócitos ($P < 0,58$) e de H/L ($P < 0,39$). Contrariamente, Campo & Dávila (2000) observaram que galinhas estressadas pelo calor e alimentadas com dietas suplementadas com 1000 ppm de vitamina C, 250 ppm de vitamina E, 0,5% de triptofano e 250 ppm niacina tiveram significativa linfopenia. Puthongsiriporn et al. (2001) concluíram que a suplementação de 65 UI de vitamina E/kg da dieta de poedeiras melhorou a resposta imunológica durante o estresse por calor ao elevar a proliferação de linfócitos. Apesar de não significativo, pode ser notado que a suplementação das dietas ocasionou um aumento de linfócitos, mas sem interação significativa entre ambiente e tipo de suplementação.

As tabelas com as análises de variância estão apresentadas nos Apêndices 91 a 99.

Na Tabela 9 pode ser observado que a glicose não foi influenciada pelo ambiente ($P < 0,23$). Esta observação concorda com Revidatti et al. (2002), que não encontraram diferenças significativas para a glicose de frangos submetidos a estresse por manejo. Contrariamente, Puvadolpirod & Thaxton (2000) encontraram valores diferentes na glicose de frangos injetados com hormônio ACTH. Segundo estes mesmos autores, a hiperglicemia se relaciona com quadros de estresses agudos, nos quais o estressor atua de forma súbita e o comportamento da hipoglicemia é menos claro, quando se trata de estressores crônicos, os quais influem com o metabolismo lipídico.

TABELA 9. Parâmetros bioquímicos do sangue (glicose, albumina, proteína total, globulinas e fructosamina) de aves aos 35 dias submetidos a dois ambientes (ATN e EPC) e quatro tipos de suplementação vitamínico e/ou mineral extra na dieta

Fatores Principais	Glicose (mg/dL)	Proteínas totais (g/L)	Albumina (g/L)	Globulinas (g/L)	Fructosamina (mmol/L)
Ambiente ¹					
EPC	12,69	32,56	17,11b	15,65	1,16
ATN	12,12	32,71	18,26a	14,53	1,13
Prob	0,23	0,88	0,06	0,20	0,64
Tipo de Suplementação					
T1 (controle/basal)	12,58	31,92	17,94a	13,98	1,12b
T2 (basal + vit)	12,24	31,85	16,42b	15,51	1,34a
T3 (basal + min)	12,58	34,52	18,45a	16,48	1,00b
T4 (basal+vit+min)	11,22	32,23	17,94a	14,38	1,11b
Prob	0,91	0,26	0,09	0,20	0,01
CV(%)	12,6	10,3	11,0	18,9	19,2

¹ ATN= ambiente termoneutro; EPC= estresse cíclico por calor

*Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si estatisticamente

Apesar do conhecido efeito que os corticosteróides possuem sobre o metabolismo nitrogenado, também não foram encontradas diferenças nos níveis plasmáticos das proteínas totais das aves, nos diferentes ambientes ($P < 0,88$).

A albumina foi influenciada pelo ambiente ($P < 0,06$). As aves sob condições de EPC tiveram redução de 6,3% na concentração de albumina, quando comparadas as aves alojadas em ATN. A concentração da albumina plasmática pode diminuir (hipoalbuminemia) em situações como dano hepático crônico, déficit alimentar de fontes protéica e parasitismos, devido à saída de proteínas pelo intestino (González & Silva, 2003).

O ambiente não alterou os valores encontrados de globulinas ($P < 0,20$). A fructosamina também não foi influenciada pelo ambiente ($P < 0,64$).

O tipo de suplementação também não alterou a taxa de glicose das aves ($P < 0,91$) nem de proteínas totais ($P < 0,26$). Porém, foi observado que a suplementação vitamínico e/ou mineral influenciou os níveis de albumina das aves ($P < 0,09$). As aves que alimentadas com dietas suplementadas com vitaminas tiveram concentração de albumina menor do que as aves que receberam qualquer outra dieta. Os níveis de globulinas não foram influenciados pelo tipo de suplementação na dieta ($P < 0,20$). As aves alimentadas com dietas suplementadas com vitaminas tiveram maiores níveis de fructosamina ($P < 0,01$). Isto indica que as aves que receberam dietas com vitaminas C e E estavam mais estressadas que as outras. Porém, é preciso lembrar que a fructosamina reflete a concentração de glicose no plasma a longo prazo, geralmente nas três semanas anteriores à dosagem e o EPC nos frangos teve início três semanas antes da retirada do sangue para análise.

As tabelas com as análises de variância estão apresentadas nos Apêndices 100 a 104.

3.4 CONCLUSÕES

Nas condições em que esse experimento foi realizado, conclui-se que:

- 1) A suplementação vitamínico e/ou mineral melhorou o desempenho das aves em função de um menor consumo, que resultou em melhor conversão alimentar, independentemente do ambiente.

- 2) O EPC provocou redução no peso absoluto e relativo dos órgãos linfóides (bursa e baço), redução nos valores de hemoglobina e aumento na contagem de heterófilos e na relação H/L das aves.
- 3) Os tipos de suplementação vitamínico e/ou mineral, apesar de melhorarem o desempenho, não influenciaram os parâmetros bioquímicos séricos e hematológicos dos frangos em EPC.

CAPÍTULO IV

4.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através dos experimentos propostos nos capítulos II e III deste trabalho, que teve por objetivo estudar diferentes dietas quanto à composição em gordura, proteína, vitaminas e minerais e suas relações com a temperatura ambiente, pode-se concluir que o estresse cíclico por calor afeta a produtividade de frangos de corte de maneira mais amena que as perdas relatadas na literatura ocasionadas pelo estresse crônico. Também pode-se observar que a queda de desempenho verificada no calor teve um componente muito significativo que foi a diminuição no consumo, mas também um secundário, que foi a redução na metabolizabilidade da matéria seca.

A dieta com mais gordura e menos proteína proporcionou às aves em EPC melhora na conversão alimentar, mas não interferiu no rendimento de carcaça e cortes. Esta dieta também proporcionou melhores resultados hematológicos, diminuindo o número de linfócitos, heterófilos, monócitos e a relação H/L.

A suplementação vitamínico e/ou mineral melhorou o desempenho das aves em função de um menor consumo que resultou em melhor conversão alimentar, independentemente do ambiente. Os parâmetros bioquímicos séricos e hematológicos dos frangos em EPC não foram afetados pelo tipo de suplementação na dieta. No cômputo final, considerando-se a relação custo-benefício, a suplementação vitamínico e/ou mineral é vantajosa.

Quanto aos parâmetros sanguíneos, conclui-se que a relação heterófilo: linfócitos é um bom indicador de estresse, aumentando sempre que as aves estiverem estressadas, independentemente do tipo de estresse. O peso dos órgãos linfóides também pode ser considerado um bom indicador de EPC se, no entanto, as aves não estivessem sofrendo nenhum outro tipo de desafio.

Por fim, observou-se que doenças relacionadas ao crescimento rápido, como no caso os problemas de perna, podem aumentar os índices de mortalidade das aves em termoneutralidade, portanto, um manejo mais cuidadoso é necessário para o frango atual.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEMAN, F.; LECLERCQ, B. Effect of dietary protein and environmental temperature on growth performance and water consumption of male broiler chickens. **Br. Poult. Sci.**, Oxforshire, v.38, n.5, p.607–610, 1997.
- ALTAN, O.; ALTAN, A.; ÇABUC, M.; BAYRAKTAR, H. Effects of heat stress on some blood parameters in broilers. **Turk J. Vet. Anim. Sci.**, Tubitak, v.24, n.2, p.145–148, 2000.
- ANDREOTTI, M.O.; JUNQUEIRA, O.M.; BARBOSA, M.J.B. Influência da fonte energética no tempo de trânsito de rações para frangos de corte. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON AGROPOLES AND AGRO-INDUSTRIAL TECHNOLOGICAL PARKS, 1999, Barretos. **Anais...** Barretos: AGROTEC'99, 1999. p.412-415.
- 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.**, Champaign, v.67, n.2, p.226-231, 1988.
- AUSTIC, R. E. **Feeding poultry in hot and cold climates**. In: STRESS Physiology in Livestock. Boca Raton, FL : CRC, 1985. p.123-136.
- BACCARI, F.JR. Manejo ambiental para produção de leite em climas quentes. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMETEOROLOGIA, 2., 1998, Goiânia. **Anais...** Goiânia : SBBIOMET, 1998. p.136-161.
- BALNAVE, D.; OLIVA, A. Responses of finishing broilers at high temperatures to dietary methionine source and supplementation levels. **Aust. J. Agric. Res.**, Melbourne, v.41, n.3, p.557-564, 1990.
- BALNAVE, D.; ZHANG, D. Responses in egg shell quality from dietary ascorbic acid supplementation of hens receiving saline water. **Aust. J. Agric. Res.**, Melbourne, v.43, n.6, p.1259-1264, 1992.
- BALNAVE, D.; ZHANG, D. Responses of laying hens on saline drinking water to dietary supplementation with various zinc compounds. **Poult. Sci.**, Champaign, v.72, n.3, p.603-606, 1993.
- BALNAVE, D.; HAYAT, J.; BRAKE, J. Dietary arginine:lysine ratio and methionine activity at elevated environmental temperatures. **J. Appl. Poult. Res.**, Athens, v.8, n.1, p.1–9, 1999.
- BALNAVE, D.; BRAKE, J. Re-evaluation of the classical dietary arginine:lysine interaction for modern poultry diets: a review. **World's Poult. Sci. J.**, Ithaca, v.58, n.4, p.275-290, 2002.

- BALNAVE, D. Challenges of accurately defining the nutrient requirements of heat-stressed poultry. **Poult. Sci.**, Champaign, v.83, n.1, p.5-14, 2004.
- BARTLETT, J.R.; SMITH, M.O. Effects of different levels of zinc on the performance and Immunocompetence of broilers under heat stress. **Poult. Sci.**, Champaign, v.82, n.10, p.1580–1588, 2003.
- BAZIZ, H.A.; GERAERT, P.A.; PADILHA, J.C.F.; GUILLAUMIN, S. Chronic heat exposure enhances fat deposition and modifies muscle and fat partition in broiler carcasses. **Poult. Sci.**, Champaign, v.75, n.4, p.505-513, 1996.
- BELAY, T.K.; BARTELS, E.; WIERNUSZ, C.J.; TEETER, R.G. A detailed colostomy procedure and its application to quantify water and nitrogen balance and urine contribution to thermobalance in broilers exposed to thermoneutral and heat-distressed environments. **Poult. Sci.**, Champaign, v.72, n.2, p.106-115, 1993.
- BELAY, T.; TEETER, R. G. Broiler water balance and thermobalance during thermoneutral and high ambient temperature exposure. **Poult. Sci.**, Champaign, v.72, n.2, p.116-124, 1993.
- BENDICH, A.P.; APOLITO, P.D.; GABRIEL, E.; MACHLIN, J.L. Interaction of dietary vitamin C and vitamin E on guinea pig immune responses to mitogens. **J. Nutr.**, Bethesda, v.114, n.9, p.1588-1593, 1984.
- BENYI, K.; HABI, H. Effects of food restriction during the finishing period on the performance of broiler chickens. **Br. Poult. Sci.**, Oxfordshire, v.39, n.3, p.423-425, 1998.
- BERTECHINI, A.G.; ROSTAGNO, H.S.; SILVA, M.A. Efeitos da temperatura ambiente e nível de energia da ração sobre o desempenho e a carcaça de frangos de corte. **Rev. Bras. Zootec.**, Viçosa-MG, v.3, n.1, p.219-229, 1991.
- BIZERAY, D.; LETERRIER, C.; CONSTANTIN, P.; PICARD, M.; FAURE, J.M. Early locomotor behaviour in genetic stocks of chickens with different growth rates. **App. Anim. Behav. Sci.**, New York, v.68, n.3, p. 231-241, 2000.
- BOGIN, E.; WEISMAN, Y.; FRIEDMAN, Y. The effect of heat stress on the levels of certain blood constituents in chickens. **Refuah Vet.**, Izrael, v.38, n.1, p.98-104, 1981.
- BONNET, S.; GERAERT, P.A.; LESSIRE, M.; CARRE, B.; GUILLAUMIN, S. Effect of high ambient temperature on feed digestibility in broilers. **Poult. Sci.**, Champaign, v.76, n.6, p.857–863, 1997.
- BORGES, S.A. **Suplementação de cloreto de potássio e bicarbonato de sódio para frangos de corte durante o verão**. Jaboticabal : Unesp, 1997. 84f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Zootecnia,

Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1997.

BORGES, S.A. **Balanço eletrolítico e sua interrelação com o equilíbrio ácido-base em frangos de corte submetidos a estresse calórico.** Jaboticabal : Unesp, 2001. 97f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, 2001.

BORGES, S.A.; MAIORKA, A.; SILVA, A.V.F. Fisiologia do estresse calórico e a utilização de eletrólitos em frangos de corte. **Ciênc. Rural**, Santa Maria, v.33, n.5, p.975-981, 2003.

BOTTJE, W.G.; HARRISON, P.C.; GRISHAW, D. Effect of an acute heat stress of blood flow the artery of husband cockerelers. **Poult. Sci.**, Champaign, v.62, n.9, p.1386-1387, 1983.

BRAKE, J.; BALNAVE, D.; DIBNER, J.J. Optimum dietary arginine:lysine ratio for broiler chickens is altered during heat stress in association with changes in intestinal uptake and dietary sodium chloride. **Br. Poult. Sci.**, Oxfordshire, v.39, n.5, p.639-647, 1998.

BRESSAN, C.; FERRÃO, S.P.B.; ARAÚJO, L.C.; FERREIRA, M.W. Como diminuir o estresse causado pela apanha, transporte e abate visando o bem-estar de frangos. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2003, Campinas. **Anais...** Campinas: FACTA, 2003. p.255-268.

BUHR, R.J.; NORTHCUTT, J.K.; LYON, C.E.; ROWLAND, G.N. Influence of time off feed on broiler viscera weight, diameter and shear. **Poult. Sci.**, Champaign, v.77, n.5, p.758-764, 1998.

CABRAL, A.P.T.; LUNA, J.F.; SOUZA, K.N.; MACEDO, L.M.; MENDES, M.G.A. MEDEIROS, P.A.S.M.; GOMES, R.M.; SOUZA, F.P. O estresse e as doenças psicossomáticas. **Rev. Piscof.** v.1, n.1, 1997. Disponível em: <http://www.icb.ufmg.br/ipf/revista/index_revista.htm/>. Acesso em: 18 dez. 2004.

CAHANER, A.; DEEB, N.; GUTMAN, M. Effects of the plumage-reducing naked-neck (Na) gene on the performance of fast-growing broilers at normal and high ambient temperature. **Poult. Sci.**, Champaign, v.72, n.5, p.767-775. 1993.

CAMPBELL, T.W.; DEIN, F.J. Avian Hematology: The Basics. **Vet. Clin. North Am. Small Anim. Pract.**, Orlando, v.14, n.2, p.223-248, 1984.

CAMPBELL, T.W. Hematology. In: RITCHIE, B.W.; HARRISON, G.J.; HARRISON, L.R. **Avian Medicine: Principles and application.** Fort Worth-FL:

Wingers Publishing, 1994. p.177-198.

CAMPBELL, T.W. **Avian Hematology and Cytology**. 2.ed. Ames: Iowa State Press, 1995. 438p.

CAMPO, J.L.; GIL, M.G.; TORRES, O.; DÁVILA, S.G. Association between plumage condition and fear and stress levels in five breeds of chickens. **Poult. Sci.**, Champaign, v.80, n.4, p.549–552, 2001.

CAMPO, J.L.; DÁVILA, S.G. Changes in heterophils to lymphocyte ratios of heat-stressed chickens in response to dietary supplementation of several related stress agents. **Europ. Poult. Sci.**, Stuttgart, v.66, n.2, p.80-84, 2002.

CAMPOS, E.J. O comportamento das aves. **Rev. Brasil. Ciênc. Avic.**, Campinas, v.2, n.1, p.93-103, 2000.

CATTELAN Jr., E.V. **Efeito da restrição alimentar no desempenho e na qualidade de carcaça em frangos de corte**. 1995. 228f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1995.

CELLA, P.S.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.T.M. Níveis de lisina mantendo a relação aminoacídica para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade, em diferentes ambientes térmicos. **Rev. Brasil. Zootec.**, Viçosa, v.30, n.2, p.433-439, 2001.

CERNIGLIA, G.J.; HERBERT, J.A.; WATTS, A.B. The effect of constant ambient temperature and ration on the performance of sexed broilers. **Poult. Sci.**, Champaign, v.62, n.5, p.746-754, 1983.

CHEN, J.; HAYAT, J.; HUANG, B.; BALNAVE, D.; BRAKE, J. Responses of broilers at moderate or high temperatures to dietary arginine:lysine ratio and source of supplemental methionine activity. **Aust. J. Agric. Res.**, Melbourne, v.54, n.1, p.177–181, 2003.

CHENG, T.K.; HAMRE, M.L.; COON, C.N. Effect of environmental temperature, dietary protein and energy levels on broiler performance. **J. Appl. Poult. Res.**, Athens, v.6, n.1, p.1-17, 1997.

CHRISTMAS, R. B.; HARMS, R. H.; SLOAN, D. R. The absence of vitamins and trace minerals on broiler performance. **J. Appl. Poult. Res.**, Athens, v.4, n.3, p.407-410, 1995.

COELHO, M.B.; McNAUGHTON, J.L. Effect of composite vitamin supplementation on broilers **J. Appl. Poult. Res.**, Athens, v.4, n.2, p.219–229. 1995.

- COLES, E.H. **Veterinary Clinical Patology**. 4th ed. Philadelphia: W.B. Saunders, 1986. 486p.
- COOK, M. E.; SUNDE, M. L.; STAH, J. L.; HANSON, L. E. Zinc deficiency in pheasant chicks fed practical diets. **Avian Dis.**, Athens, v.28, n.4, p.1103-1109, 1984.
- COSTA, F.G.P.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; GOMES, P.C.; TOLEDO, R.S.; VARGAS JUNIOR, J.G. Níveis dietéticos de proteína bruta para frangos de corte de 1 a 21 e 22 a 42 dias de idade. **Rev. Brasil. Zootec.**, Viçosa, v.30, n.4, p.1498-1505, 2001.
- COSTA, P.T.C. Ambiência na avicultura. In: ENCONTRO INTERNACIONAL DOS NEGÓCIOS DA PECUÁRIA, 2002, Cuiabá. **Anais...** Cuiabá:ENIPEC, 2002. 1 CD-ROM.
- COOPER, M.A.; WASHBURN, K.W. The relationship of body temperature to weight gain, feed consumption and feed utilization in broilers under heat stress. **Poult. Sci.**, Champaign, v.77, n.2, p.237-242, 1998.
- COWAN, P.J.; MICHIE, W. Environmental temperature and broiler performance: The use of diets containing increased amounts of protein. **Br. Poult. Sci.**, Oxfordshire, v.19, n.4, p.601-605, 1978.
- CUNNINGHAM, J.G. **Tratado de fisiologia veterinária**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1999. 454p.
- CZARICK, M.; TISON, B.L. Reflective roof coatings on commercial laying houses. **Transac. ASAE**, St Joseph, v.90, p.4512, 1990.
- DAGHIR, N.J. **Poultry production in hot climates**. Cambridge: Cambridge University Press, 1995. 303p.
- 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. **Poult. Sci.**, Champaign, v.59, n.9, p.1431-1441, 1980.
- DAVIS, G.S.; ANDERSON, K.E.; CARROL, A.S. The effects of long-term caging and molt of single comb white leghorn hens on heterophil to lymphocyte ratios, corticosterone and thyroid hormones. **Poult. Sci.**, Champaign, v.79, n.4, p.514-518, 2000.
- DAVIS, R. H.; HASSAN, O.E.M.; SYKES, A.H. Energy utilization in the laying hen in relation to ambient temperature. **J. Agric. Sci.**, Cambridge, v.81, n.1, p.173-177, 1973.
- DEAN, W.F.; COMBS, G.F. Influence of dietary selenium on performance, tissue selenium content, and plasma concentrations of selenium-dependent

glutathione peroxidase, vitamin E, and ascorbic acid in ducklings. **Poult. Sci.**, Champaign, v.60, n.12, p.2655-2663, 1981.

DEATON, J.W.; REECE, F.N.; VARDAMAN, T.H. The effect of temperature and density on broiler performance. **Poult. Sci.**, Champaign, v.47, n.2, p.293-300, 1968.

DEYHIM, F.; TEETER, R. G. Vitamin withdrawal effects on performance, carcass composition, and tissue vitamin concentration of broilers exposed to various stress types. **J. Appl. Poult. Res.**, Athens, v.2, n.2, p.347-355, 1993.

DONKER, R.A.; BEUVING, G. Effect of corticosterone infusion on plasma corticosterone concentration, antibody production, circulating leukocytes and growth in chicken lines selected for humoral immune responsiveness. **Br. Poult. Sci.**, Oxforshire, v.30, n.3, p.361-369, 1989.

EL-BOUSHY, A R. Vitamin E affects viability, immune response of poultry. **Feedstuffs**, Minneapolis, v.60, n.4, p.20-26, 1988.

ELROM, K. Handling and transportation of broilers: welfare, stress, fear and meat quality. Israel **J. Vet. Med.**, Raanana, v.56, n.1, p.1-11, 2000.

ESMAY, M.L. Poultry and their environmental. In: ESMAY, M.L. **Principles of animal environmental**. Westport, Connecticut: AVI Publishing, 1978. p.167-96.

FERREIRA, R.A.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L.; SOARES, R.T.R.N.; ABREU, M.L.T.; MOURA, A.M.A.; CELLA, P.S. Efeito da temperatura ambiente e da umidade relativa sobre o rendimento de carcaça e de cortes nobres de frangos de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41, 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande, 2004. p.1-4.

FERKET, P. R.; QURESHI, M. A. Performance and immunity of heat-stressed broilers fed vitamin- and electrolyte supplemented drinking water. **Poult. Sci.**, Champaign, v.71, n.1, p.88-97, 1992.

FONTANA, E.A.; WEAVER Jr, W.D.; WATKINS, B.A.; DENBOW, D.M. Effect of early feed restriction on growth, feed conversion, and mortality in broiler chickens. **Poult. Sci.**, Champaign, v.71, n.8, p.1296-1305, 1992.

FOX, T.W. Studies on heat tolerance in domestic fowl. **Poult. Sci.**, Champaign, v.59, n.11, p.2391 - 2396, 1980.

FRASER, A.F.; BROOM, D.M. **Farm animal behaviour and welfare**. 3rd ed. London: Baillière Tindall, 1990. 430p.

FREEMAN, B.M. **Physiology and Biochemistry of the domestic**. 4th ed.

London: London Academic Press, 1983. 434p.

FURLAN, R.L.; MORAIS, V.M.B.; MALHEIROS, R.D.; SECATO, E.R.; MACARI, M. Alterações hematológicas e gasométricas em diferentes linhagens de frangos de corte submetidos ao estresse calórico agudo. **Rev. Br. Ciênc. Avíc.**, Campinas, v.1, n.1, p.77-84, 1999.

FURLAN, R.L.; MACARI, M. Termorregulação. In: MACARI, M.; FURLAN R.L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. 2ed. Jaboticabal: Funesp, 2002. p.209-230.

FURLAN, R. L.; SILVA, A.V.F.; BORGES, S.A.; MACARI, M. Equilíbrio Ácido-Básico. In: MACARI, M.; FURLAN R.L.; GONZALES, E. **Fisiologia Aviária Aplicada a Frangos de Corte**. 2ed. Jaboticabal: Funesp, 2002. p.51-74.

GERAERT, P.A.; GUILLAU, S.; LECLERCQ, B. Are genetically lean broilers more resistant to hot climate? **Br. Poul. Sci.**, Oxforshire, v.34, n.5, p.643-653, 1993.

GERAERT, P.A.; PADILHA, J.C.F; GUILLAUMIN, S. Metabolic and endocrine changes induced by chronic heat exposure in broiler chickens: Growth performance, body composition and energy retention. **Br. J. Nutr.**, Cambridge, v.75, n.2, p.195-204, 1996.

GERAERT, P. A. Amino acid nutrition for poultry in hot conditions. In: AUSTRALIAN POULTRY SCIENCE SYMPOSIUM, 10, 1998, Sydney. **Proceedings...** Sydney, 1998. p.26–33.

GLICK, B. The Immune system of poultry: Poultry production. **World Anim. Sci.**, New York, v.32, n.3, p.483-524, 1995.

GONZALES, E.; JUNQUEIRA, O.M.; MACARI, M.; ROSA, G. J.M.; MENDES, A.A. Restrição alimentar em frangos de corte machos. 2 ganho de peso compensatório. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 31, 1994, Maringá. **Anais...** Maringá, 1994. p.50.

GONZALEZ-VEGA-AGUIRRE, D.; CONTRERAS, B.P.A.; KLEIN, R.; BOEHMWALD, H. Effect of vitamin C and E supplementation in the diet of broilers chicks on performance and immune response. **Rev..Vet. Arg.**, Corrientes, v.26, n.2, p.333-340, 1995.

GONZÁLEZ, F.H.D.; SILVA, S.C. **Introdução a Bioquímica Clínica Veterinária**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2003. 220p.

GONZÁLEZ, F.H.D.; HAIDA, K.S.; MAHL, D.; GIANNESI, G.; KRONBAUERS, E. Incidência de doenças metabólicas em frangos de corte no sul do Brasil e uso do perfil bioquímico sanguíneo para o seu estudo. **Rev. Brasil. Ciênc.**

Avic., Campinas, v.3, n.2, p.141-147, 2001.

GONZÁLEZ-ALVARADO, J.M.; SUÁREZ-OPORTA, M.E.; PRÓ-MARTÍNEZ, A.; LÓPEZ-COELLO, C. Restricción alimenticia y salbutamol en el control del síndrome ascítico en pollos de engorda: 2. respuesta hematológica y cardíaca. **Agroc.**, Chillan, v.34, n.2, p.293-301, 2000.

GORDON, R.W.; ROLAND, D.A. The influence of environmental temperature on in vivo limestone solubilization, feed passage rate, and gastrointestinal pH in laying hens. **Poult. Sci.**, Champaign, v.76, n.4, p.683-688, 1997.

GROSS, W.B.; SIEGEL, P.B.; IEGEL, P.B.; DOMERMUTH, C.H.; DUBOSE, R.T. Production and persistence of antibodies to sheep erythrocyte. 2. Resistance to infectious disease. **Poult. Sci.**, Champaign, v.59, n.1, p.205-210, 1980.

GROSS, W.B.; SIEGEL, H.S. Evaluation of the heterophil/ lymphocyte ratio as a measure of stress in chickens. **Avian Dis.**, Athens, v.27, n.4, p.972-979, 1983.

GUIMARAES, E.B.; VASCONCELOS, A.C.; MARTINS, N.R.S.; OLIVEIRA, F.M.; MORO, L.; NUNES, J.E.S.; SANTOS, F.G.A. Porcentagem de parênquima e índice apoptótico da bolsa cloacal em frangos de corte em ambiente de conforto e estresse térmico. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, Belo Horizonte, v.55, n.2, p.178-186, 2003.

HAI, L.; RONG, D.; ZHANG, D.Z.Y. The effect of thermal environment on the digestion of broilers. **J. Anim. Physiol. A. Anim. Nutr.**, Verlag, v.83, n.1, p.57-64, 2000.

HARMON, B.G. Avian heterophils in inflammation and disease resistance. **Poult. Sci.**, Champaign, v.77, n.6, p.972-977, 1998.

HARRISON, P.C. O estresse calórico nas aves-Fisiologia e conseqüências. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE AMBIÊNCIA E INSTALAÇÃO NA AVICULTURA INDUSTRIAL, 1995, Campinas. **Anais...** Campinas:FACTA, 1995. p.25-32.

HAYE, U.; SIMONS, P.C.M. Twisted legs in broilers. **Br. Poult. Sci.**, Oxforshire, v.19, p.549-557, 1978.

HEGAZY, S.M.; ADACHI, Y. Comparison of the effects of dietary selenium, zinc and selenium and zinc supplementation on growth and immune response between chick groups that were inoculated *Salmonella* and Aflatoxin or *Salmonella*. **Poult. Sci.**, Champaign, v.79, p.331-335, 2000.

HILLERMAN, J.P.; KRATZER, F.H.; WILSON, W.O. Food passage time through chickens and turkeys and some regulating factors. **Poult. Sci.**,

- Champaign, v.32, p.332-335, 1953.
- HORNICK, J.L.; EENAEME, C.; GÉRARD, O.; DUFRASNE, I.; ISTASSE, L. Mechanisms of reduced and compensatory growth. **Dom. Anim. Endoc.**, Auburn, v.19, n.2, p.121-132, 2000.
- HORST, P.; MATHUR, P.K. Feathering and adaptation to tropical climates. In EUROPEAN POULTRY CONFERENCE, 9, 1994, Glasgow. **Resumos...** Glasgow, 1994. p. 79-82.
- HOWLIDER, M.A.R.; ROSE, S.P. Temperature and the growth of broilers. **World's Poult. Sci. J.**, Ithaca, v.43, n.2, p.228-237, 1987.
- ITO, N.M.K. **Manejo e prevenção das doenças dos frangos de corte na época do verão.** São Paulo: Elanco Saúde Animal, 2002. 45p (Manual técnico).
- JACOB, R. A. The integrated antioxidant system. **Nutr. Res.**, Tarrytown, v.15, n.4, p.755-766, 1995.
- JAIN, N.C. **Essentials of veterinary hematology.** Philadelphia: Lea & Febiger, 1993. 417p.
- KIDD, M. T.; ANTHONY, N. B.; LEE, S. R. Progeny performance when dams and chicks are fed supplemental zinc. **Poult. Sci.**, Champaign, v.71, n.9, p.1201–1206, 1992.
- KIM, W.K.; PATTERSON, P.H. Effects of dietary zinc supplementation on broiler performance and nitrogen loss from manure. **Poult. Sci.**, Champaign, v.83, n.1, p.34–38, 2004.
- KLASING, K. C. Effects of inflammatory agents and interleukin-1 on iron and zinc metabolism. **Am. J. Physiol.**, Baltimore, v.247, n.5, p.901–904, 1984.
- KOELKEBECK, K. W.; PARSONS, C. M.; WANG, X.. Effect of acute heat stress on amino acid digestibility in laying hens. **Poult. Sci.**, Champaign, v.77, n.9, p.1393–1396, 1998.
- KUFLU, H. R.; FORBES, J.M. Self-selection of ascorbic acid in coloured foods by heat-stressed broiler chicks. **Physiol. Behav.**, New York, v.53, n.1, p.103–110, 1993.
- LANA, G.R.Q.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; LANA, A.M.Q. Efeito da temperatura ambiente e da restrição alimentar sobre o desempenho e a composição da carcaça de frangos de corte. **Rev. Bras. Zootec.**, Viçosa-MG, v.29, n.4, p.1117-1123, 2000.
- LARBIER, M.; LECLERCQ, B. **Nutrition and Feeding of Poultry:** Intake of

food and water. Nottingham: Nottingham University Press, 1994. p.101-118.

LASIEWSKI, R. C.; ACOSTA, A.; BERSTEIN, M. H. Evaporative water loss in birds. I. Characteristics of the open flow method of determination and their relation to estimates of thermoregulatory ability. **Comp. Biochem Physiol.**, New York, v.19, n.3, p.455-457, 1966.

LATIMER, K.S.; BIENZLE, D. The avian leukogram: Determination and interpretation. In: LATIMER, K.S.; BIENZLE, D. **Schalm's Veterinary Hematology**. 5th ed. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins, 2000. p.417-432.

LAWRENCE, T.L.J.; FOWLER, V.R. **Growth of farm animals**. 2nd ed. Aberdeen: CAB International, 2002. 368 p.

LEE, S. B.; WILLIAMS, P.E.; WHITEHEAD, C.C. Optimal dietary concentration of vitamin E for alleviating the effect of heat stress on egg production in laying hens. **Br. Poult. Sci.**, Oxfordshire, v.40, n.1, p.102-107, 1999.

LEESON, S. Nutritional considerations of poultry during heat stress. **World's Poult. Sci. J.**, Ithaca, v.42, p.69-81, 1986.

LINSLEY, J.G.; BERGER, R.R. Respiratory and cardiovascular responses in the hyperthermic domestic fowl. **Poult. Sci.**, Champaign, 1964. 43: 291-305.

LLOYD, L.E.; McDONALD, B.E.; CRAMPTON, E.W. **Fundamentals of nutrition: Water and its metabolism**. San Francisco: W.H. Freeman, 1978. p.22-35.

MACARI, M.; GONZALES, E. Fisiopatogenia da síndrome da morte súbita em frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1990, Campinas. **Anais...** Campinas:FACTA, 1990. p. 65-73.

MACARI, M. **Água na avicultura industrial**. Jaboticabal: Funep/Unesp, 1996. 128p.

MACARI, M. Estresse de calor em aves. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2001. p.686-716

MACARI, M.; LUQUETTI, B.C. Fisiologia Cardiovascular. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. 2ed. Jaboticabal: Funep/Unesp, 2002. p. 17-36.

MACARI, M.; FURLAN, R.L.; MAIORKA, A. Aspectos fisiológicos e de manejo para manutenção da homeostase térmica e controle de síndromes metabólicas. In: MENDES, A. A.; NAAS, I.A.; MACARI, M. **Produção de**

frangos de corte. Campinas: Facta, 2004. p.137-156.

MAIORKA, A.; MACARI, M. Absorção de minerais In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. **Fisiologia Aviária Aplicada a Frangos de Corte.** 2ed. Jaboticabal: Funep/Unesp, 2002. p. 167-174.

MACK, S.; BERCOVICI, D.; GROOTE, G.; LECLERCQ, B.; SCHUTTE, J.B. Ideal amino acid profile and dietary lysine specifications for broiler chickens of 20 to 40 days of age. **Br. Poult. Sci.**, Oxforshire, v.40, n.2, p.257-263, 1999.

MARDSEN, A.; MORRIS, T.R. Comparison between constant and cyclic environments on shell quality and other lay performance factors with leghorn pullets. **Poult. Sci.**, Champaign, v.54, n.1, p.36-46, 1975.

MAY J.D.; DEATON, J.W.; BRANTON, S.L. Environmental temperature effect on rate of passage of feed. **Poult. Sci.**, Champaign, v.65, Supl.1, p.181, 1986. (Abstract).

MAY, J.D.; BRANTON, S.L.; DEATON, J.W.; SIMMONS, J.D. Effect of environmental temperature and feeding regimen on quality of digestive tract contents of broilers. **Poult. Sci.**, Champaign, v.67, n.1, p.64-71, 1988.

MAY, J.D.; LOTT, B.D.; SIMMONS, J.D. Water consumption by broilers in high cyclic temperatures: bell versus nipple waterers. **Poult. Sci.**, Champaign, v.76, n.7, p.944-947, 1997.

MAXWELL, M.H.; HOCKING, P.M.; ROBERTSON, G.W. Differential leucocyte responses to various degrees of food restriction in broilers, turkeys and ducks. **Br. Poult. Sci.**, Oxforshire, v.33, n.2, p.177-187, 1992.

McDOWELL, L.R. **Vitamins in Animal Nutrition.** San Diego: Academic Press, 1989. 486p.

McFARLANE, J.M.; CURTIS, S.E. Multiple concurrent stressors in chicks. 3. Effects on plasma corticosterone and the heterophil:lymphocyte ratio. **Poult. Sci.**, Champaign, v.68, n.4, p.522-527, 1989.

MELTZER, A. Acclimatization to ambient temperature and its nutritional consequences. **World's Poult. Sci. J.**, Ithaca, v.43, n.1, p.33-45, 1987.

MENCH, J.A. Broiler breeders: feed restriction and welfare. **World's Poult. Sci. J.**, Ithaca, v.58, n.1, p.23-29, 2002.

MILLER, L.; QURESHI, M.A. Introduction of heat shock proteins and phagocytic function of chicken macrophage following in vitro heat exposure. **Vet. Immunol. Immunopathol.**, Nouzilly, v.37, n.1, p. 34-42, 1991.

- MILTENBURG, G. Avicultura. **Avic. Profes.**, Bogotá, v.17, n.9, p.33-35, 1999.
- MITCHELL, M. A.; CARLISLE, A. J. The effect of chronic exposure to elevated environmental temperature on intestinal morphology and nutrient absorption in the domestic fowl (*Gallus domesticus*). **Comp. Biochem. Physiol.**, New York, v.101, n.1, p.137-142, 1992.
- MITCHELL, M.A.; KETTLEWELL, P.J.; MAXWELL, M.H. Indicators of physiological stress in broiler chickens during road transportation. **Anim. Welfare**, Hertfordshire, v.2, n.1, p.91-103, 1992.
- MITCHELL, M.A. Anormalidades musculares: mecanismos fisiopatológicos. In: RICHARDSON, R.I.; MEAD, G.C. **Ciência de la Carne de Aves**. [S.l.:s.n], 2001. 497p.
- MITCHELL, J. W. Heat transfer from spheres and other animal forms. **Biophys. J.**, Bethesda, v.16, n.6, p.561-569, 1976.
- MORGAN, W.E. Heat reflective roof coatings. **Transac. ASAE**, St.Joseph, v.90, p.4513, 1990.
- MORGULIS, M.S. Imunologia aplicada. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: Funep/Unesp, 2002. p.231-243.
- MULLAN, B.P.; WILSON, R.H.; HARRIS, D.; ALLEN, J. G.; NAYLOR, A. Supplementation of weaner pig diets with zinc oxide or Bioplex™ Zinc. In: NUTRITIONAL BIOTECHNOLOGY IN THE FEED AND FOOD INDUSTRIES- ALLTECH'S ANNUAL SYMPOSIUM, 18., 2002, Nottingham. **Resumos...** Nottingham: Nottingham University Press, 2002. p.81-97.
- NAAS, I.A. Aspectos físicos da construção no controle térmico do ambiente das instalações. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIENCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1994, Santos. **Anais...** Campinas:FACTA, 1994. p.111.
- NORIEGA, M.L.V.C. **Apuntes de hematología aviar**. México: Universidad Nacional Autónoma, 2000a. 70p (Apostila).
- NORIEGA, M.L.V.C. Importância da hematologia no diagnóstico das aves. In: ENCONTRO TÉCNICO SOBRE AVICULTURA DE CORTE DA REGIÃO DE DESCALVADO, 4., 2000, Descalvado. **Resumos...** Descalvado, 2000b. p. 1-11.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient Requirements of Poultry**. 9th ed. Washington: National Academy of Sciences, 1994. 155p.
- OLIVEIRA NETO, A. R.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L.. Metabolizable energy level for broilers from 22 to 42 days of age maintained under

thermoneutral environment. **Rev. Bras. Zootec.**, Viçosa-MG, v.29, n.4, p.1132-1140, 2000.

PARDUE, S.L.; THAXTON, J.P. Evidence for amelioration of steroid-mediated immunosuppression by ascorbic acid. **Poult. Sci.**, Champaign, v.63, n.8, p.1262-1268, 1984.

PARDUE, S.L.; THAXTON, J.P.; BRAKE, J. Role of ascorbic acid in chicks exposed to high environmental temperature. **J. Appl. Physiol.**, Bethesda, v.58, n.9, p.1511-1516, 1985.

PARDUE, S.L.; THAXTON, J.P. Ascorbic acid in poultry: a review. **World's Poult. Sci. J.**, Ithaca, v.42, n.2, p.107-123, 1986.

PAYNE, G.C. Practical aspects of environmental temperature for laying hens. **World's Poult. Sci. J.**, Ithaca, v.22, n.1, p.126-139, 1966.

PECURI, A.; COON, C. Effect of feather coverage and temperature on layer performance. **Poult. Sci.**, Champaign, v. 72, n.8, p.1318-1329, 1993.

PEREA, A. T.; ISAÍAS, G.I.; MALDONADO, F.G. Técnicas de medición de estrés en aves. **Vet. Mex.**, México, v.28, n.4, p.345-351, 1997.

PIMENTEL, J. L.; COOK, M. E; GREGER, J. L.. Immune response of chicks fed various levels of zinc. **Poult. Sci.**, Champaign, v.70, n.6, p.947-954, 1991.

PINCHASOV, Y.; JENSEN, L.S. Comparison of physical and chemical means of feed restriction in broiler chicks. **Poult. Sci.**, Champaign, v.68, n.1, p.61-69, 1989.

PLAVNIK, I.; HURWITZ, S. The performance of broiler chicks during and following a severe feed restriction at an early age. **Poult. Sci.**, Champaign, v.64, n.2, p.348-355, 1985.

PLAVNIK, I.; HURWITZ, S. Response of broiler chickens and turkey poults to food restriction of varied severity during early life. **Br. Poult. Sci.**, Oxfordshire, v.32, n.2, p.343-352, 1991.

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

PLAVNIK, I. A contribuição da nutrição na criação de aves em climas quentes. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2003, Campinas. **Anais...** Campinas:FACTA, 2003. p.235-246.

PUCCI, L.E.A.; RODRIGUES, P.B.; FREITAS, R.T.F.; BERTECHINI, A.G.; CARVALHO, E.M. Níveis de óleo e adição de complexo enzimático na ração

de frangos de corte. **Rev. Bras. Zootec.**, Viçosa-MG, v.32, n.4, p.909-917, 2003.

PUTHPONGSIRIPORN, U.; SCHEIDELER, S. E.; SELL, J. L.; BECK, M.M. Effects of vitamin e and c supplementation on performance, in vitro lymphocyte proliferation, and antioxidant status of laying hens during heat stress. **Poult. Sci.**, Champaign, v.80, n.8, p.1190-1200, 2001.

PUVADOLPIROD, S.; THAXTON, J.P. Model of Physiological Stress in Chickens 1. Response Parameters. **Poult. Sci.**, Champaign, v.79, n.4, p.363-369, 2000.

RETSKY, K.L.; FREI, B. Vitamin C prevents metal ion-dependent initiation and propagation of lipid peroxidation in human low-density lipoprotein. **Biochem. Biophys. Acta**, [s.l.], v.3, n.1257, p.279-287, 1995.

REVIDATTI, F.A.; FERNANDEZ, R.J.; TERRAES, J.C.; SANDOVAL, G.L.; LUCHI, P.E. Modificaciones del peso corporal y indicadores de estrés en pollos parrilleros sometidos a inmovilización y volteo. **Rev. Vet. Arg.**, Corrientes, v.12, n.1, 2002

RIBEIRO, A. M. L. R. **Estudo de estratégias nutricionais aplicadas a frango de corte submetidos a estresse pelo calor**. 1996. 216f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1996.

RIBEIRO, A.M.L; PENZ, A.M.; TEETER, R. Effects of 2-hydroxy-4-(methylthio)butanoic acid and DL-Methionine on broiler performance and compensatory growth after exposure to two different environmental temperatures. **J. Appl. Poult. Res.**, Athens, v. 10, n.4, p.419-426, 2001a.

RIBEIRO, A.M.L; PENZ, A.M.; BELAY, T.K.; TEETER, R. Comparison of different drying techniques for nitrogen analysis of poultry excreta, feces, and tissue. **J. Appl. Poult. Res.**, Athens, v.10, n.4, p.21-23, 2001b.

RIBEIRO, A. M. L.; LAGANÁ C. Estratégias nutricionais para otimizar a produção de frangos de corte em altas temperaturas. In: ENCONTRO INTERNACIONAL DOS NEGÓCIOS DA PECUÁRIA, 2002, Cuiabá. **Resumos....** Cuiabá:ENIPEC, 2002. 1 CD-ROM.

ROSALES, A.G.; VILLEGAS, P.; LUKERT, P.D.; MOHAMED, A.M.; BROWN, J. Isolation, identification and pathogenicity of two field strains of infectious Bursal Virus. **Avian Dis.**, Athens, v.33, n.1, p.35-41, 1989.

ROSÁRIO, M.F.; SAVINO, V.J.M.; COELHO, A.A.D. Uso da técnica do micro-hematócrito para predição do peso corporal e de características reprodutivas em frangos de corte. **Rev. Bras. Zootec.**, Viçosa-MG, v.31, n.3, p.1396-1402, 2002.

- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; FERREIRA, A.S.; OLIVEIRA, R.F.; LOPES, D.C. **Tabelas Brasileiras para aves e suínos** : composição de alimentos e exigências nutricionais. Viçosa: UFV, 2000. 141p.
- RUCKEBUSH, L.P.; PHANEUF, L.P.; DUNLOP, R. F. **Fisiologia de pequenas y grandes espécies**, México: Manual Moderno, 1994. 862p.
- RUTZ, F. Aspectos fisiológicos que regulam o conforto térmico das aves. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIENCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1994, Santos. **Anais...** Campinas: FACTA, 1994. p.99-110.
- RUTZ, F. Impacto da nutrição vitamínica sobre a resposta imunológica das aves. In: SIMPÓSIO BRASIL SUL DE AVICULTURA, 3., 2002, Chapecó. **Resumos...** Chapecó , 2002. p.1-15.
- SAHIN, K.; KUCUK, O. Effects of vitamin E and selenium on performance, digestibility of nutrients, and carcass characteristics of Japanese quails reared under heat stress (34°C). **J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.**, Verlag, v.85, n.2, p.342-348, 2001.
- SAS. **SAS (2001) User's Guide (8.2)**. Statistical Analysis System Institute. Cary, 2001.
- SATTERLEE, D.G.; ABDULLAH, R.B.; GILDERSLEEVE, R.P. Plasma corticosterone radioimmunoassay levels in the neonate chick. **Poult. Sci.**, Champaign, v.59, n.6, p.900-905, 1980.
- SAVORY, C. J. Feeding Behavior. In: BOORMAN, K.N.; FREEMAN, B. M. **Food intake regulation in Poultry**. Edinburgh: LTD, 1986. p.277-323.
- SCOPE, A.; FILIP, T; GLABER, C.; RESCH, F. The influence of stress from transport and handling on hematologic and clinical chemistry blood parameters of racing pigeons (*Columba livia domestica*). **Avian Dis.**, Athens v.46 , n.1, p.224-229, 2002.
- SHOLSBERG, A.; PANO, G.; HANDJI, V.; BERMAN, E. Prophylactic and therapeutic treatment of ascites in broilers chickens. **Br. Poult. Sci.**, Oxfordshire, v.33, n.1, p.141-148, 1992.
- SIBBALD, J.R. The effect of level of feed intake on metabolizable energy values measured with adult roosters. **Poult. Sci.**, Champaign, v.54, n.6, p.990-1997, 1975.
- SIBBALD, J.D. Passage of feed through the adult rooster. **Poult. Sci.**, Champaign, v. 58, n.2, p.446-459, 1979.

- SIBBALD, J.R. Measurement of bioavailable energy in poultry feedingstuffs: a review. **Can. J. Anim. Sci.** Ottawa, v.62, n.4, p. 983-1048, 1982.
- SINURAT, A.P.; BALNAVE, D. Effect of dietary amino acids and metabolizable energy on the performance of broilers kept at high temperatures. **Br. Poult. Sci.**, Oxfordshire, v.26, n.1, p.117-128, 1985.
- SMITH, M. O.; TEETER, R. G. Potassium balance of the 5 to 8-week-old broiler exposed to constant heat of cycling high temperature stress and the effects of supplemental potassiumchloride on body weight gain and feed efficiency. **Poult. Sci.**, Champaign, v.66, n.3, p.487-492, 1987.
- SMITH, M.O. Parts yield of broilers reared under cycling high temperatures. **Poult. Sci.**, Champaign, v.72, n.10, p.1146-1150, 1993.
- STRINGHINI, J.E. **Níveis de proteína e aminoácidos em rações para frangos de corte criados em duas densidades populacionais.** Jaboticabal : Unesp, 1998. 214f. Tese (Doutorado - Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1998.
- STURKIE, P.D. Blood: physical characteristics, formed elements, hemoglobin, and coagulation. In: STURKIE, P.D. **Avian Physiology.** New York: Springer-Verlag, 1976. p.53-75.
- STURKIE, P.D.; GRIMINGER, P. Body fluids: blood. In: STURKIE, P.D. **Avian Physiology.** New York: Springer -Verlag, 1986. p.102-129.
- SUMMERS, J.D. **Heat Stress.** Ontario: Poultry Industry Centre, 1994. 6p. (Tech-Info 6).
- SUMMERS, J.D.; LEESON, S.; BEDFORD, M.; SPRATT, D. Influence of dietary protein and energy on performance and carcass composition of heavy turkeys. **Poult. Sci.**, Champaign, v. 64, n.10, p.1921-1933, 1985.
- SUSBILLA, J.P.; FRANKEL, T.L.; PARKINSON, G.; GOW, C.B. Weight of internal organs and carcass yield of early food restricted broilers. **Br. Poult. Sci.**, Oxfordshire, v.35, n.5, p.677-685, 1994.
- TEETER, R.G., SMITH, M.O., MURRAY, E. Force feeding methodology and equipment for poultry. **Poult. Sci.**, Champaign, v.63, n.4, p.573-575, 1984.
- TEETER, R.G.; SMITH, R.O.; ARP, S.C.; SANGIAH, S.; BREAZILE, J.E. Chronic heat stress and respiratory alkalosis: occurrence and treatment in broiler chicks. **Poult. Sci.**, Champaign, v.64, n.9, p.1060-1064, 1985.
- TEETER, R.G.; SMITH, M.O. High chronic ambient temperature stress effects on broiler acid-base balance and their response to supplemental ammonium

chloride, potassium chloride, and potassium carbonate. **Poult. Sci.**, Champaign, v.65, n.11, p.1777-1781, 1986.

TEETER, R.G.; SMITH, M.O.; WIERNUSZ, C.J. Broiler acclimation to heat distress and feed intake effects on body temperature in birds exposed to thermoneutral and high ambient temperatures. **Poult. Sci.**, Champaign, v.71, n.9, p.1101-1104, 1992.

TEETER, R.G. Optimizing production of heat stressed broilers. **Poult. Dig.**, Auburn, v. 53, n.1, p.10-27, 1994.

TEETER, R.G. **Broiler Performance as Affected by Elimination of Dietary Vitamin and/or Trace Mineral Supplementation.** [S.I.]:BASF, 1998. n. 9201, p.1-4 (Technical Report).

TEMIM, S.; CHAGNEAU, A.M.; GUILLAUMIN, S.; MICHAEL, J.; PERESSON, R.; TESSERAUD, S. Does excess dietary protein improve growth performance and carcass characteristics in heat-exposed chickens? **Poult. Sci.**, Champaign, v. 79, n.2, p.312-317, 2000.

TENGERDY, R.P. Vitamin E, immune response, and disease resistance. **Ann. NY Acad. Sci.**, New York, v.570, n.2, p.335-344, 1989.

THAXTON, J. P.; SIEGEL, H.S. Immunodepression in young chickens by high environmental temperature. **Poult. Sci.**, Champaign, v.42, n.1, p.202-205, 1982.

THOMPSON, J.N.; SCOTT, M.L. Impaired lipid and vitamin E absorption related to atrophy of the pancreas in selenium-deficient chicks. **J. Nutr.**, Bethesda, v.100, n.3, p.797-809, 1970.

TINOCO, I.F.F. Avicultura Industrial: Novos conceitos de materiais, concepções e técnicas construtivas disponíveis para galpões avícolas Brasileiros. **Rev. Bras. Ciênc. Avic.**, Campinas, v.3, n.1, p1-26, 2001.

UNIÃO BRASILEIRA DE AVICULTURA: Relatório Anual (2003-2004). Brasília. Disponível em: <<http://www.uba.org.br/>>. Acesso em: 28 jun.2004.

VATHANA, S.; KANG, K.; LOAN, C.P.; THINGGAARD, G.; KABASA, J.D.; MEULEN, U. Effect of vitamin C supplementation on performance of broilers chickens in Cambodia. In: CONFERENCE ON INTERNATIONAL AGRICULTURAL RESEARCH FOR DEVELOPMENT, 2002, Witzhausen. **Anais...** Witzhausen, 2002. Disponível em <www.tropentag.de/2002/abstracts/full/211.pdf> Acesso em 15 mar.2004.

VELDKAMP, T.; NIXEY, C.; KWAKKEL, R. P.; NOORDHUIZEN, J. P. T. M. Interaction between ambient temperature and supplementation of synthetic amino acids on performance and carcass parameters in commercial male

turkeys. **Poult. Sci.**, Champaign, v.79, n.6, p.1472-1477, 2000.

VIEIRA, S.L.; RIBEIRO, A.M.L.; KESSLER, A.M.; FERNANDES, L.M.; EBERT, A.R.; EICHNER, G. Utilização da energia de dietas para frangos de corte formuladas com óleo ácido de soja. **Rev. Bras. Ciênc. Avic.**, Campinas, v.4, n.2, p.127-139, 2002.

VIOLA, T.H. **A influencia da restrição da água no desempenho de frangos de corte**. 2003. 150f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

WALDROUP, P.W.; MITCHELL, R.J.; PEYNE, J.R.; HAZEN, K.R. Performance of chicks fed diets formulated to minimize excess levels of essential amino acids. **Poult. Sci.**, Champaign, v.55, n.1, p.243-253, 1976.

WALDROUP, P.W. Influence of environmental temperature on protein and amino acid needs of poultry. **Federation Proceedings**, Oakland- CA, v.41, n.12, p.2821-2823, 1982.

WALLIS, I.R; BANALVE, D. The influence of environmental temperature, age and sex on the digestibility of amino acids in growing broiler chickens. **Poult. Sci.**, Champaign, v.25, n.3, p.401-407, 1984.

WARNER, A. C. I. Rate of passage of digesta through the gut of mammals and birds. **Nutr. Abstr. Rev.** (Series B), Farnham Royal, v.51, n.4, p.789-820, 1981.

WARPECHOWSKI, M.B.; CARRÉ, B.; DUBOIS, S.; VAN MILGEN, J.; NOBLET, J. Energy utilization and heat production in male broilers fed normal or high fat diets. **Rev. Bras. Ciênc. Avic.**, Campinas, v.6, n.1, 2004. (Errata prêmio Lammas)

WASHBURN, K.W. Efficiency of feed utilization and rate of feed passage through the digestive system. **Poult. Sci.**, Champaign, v.70, n.3, p.447-452, 1991.

WALTSH, T.J. **Factors affecting feathering**. Feathering Manual. Saint Louis: Novus International, 2002. 1 CD-ROM.

WEEKS, C.A.; DANBURY, T.D.; DAVIES, H.C.; HUNT, P.; KESTIN, S.C. The behaviour of chickens and its modification by lameness. **Appl. Anim. Behav. Sci.**, New York, v.67, n.1, p.111-125, 2000.

WIERNUSZ, C.J.; TEETER, R.G. Feeding effects on broiler thermobalance during thermoneutral and high ambient temperature exposure. **Poult. Sci.**, Champaign, v.72, n.11, p.1917-1924, 1993.

- WILDEMAN, R.F.; FORD, B.C.; MAY, J.D.; LOTT, B.D. Acute heat acclimation and kidney function in broilers. **Poult. Sci.**, Champaign, v.73, n.1, p.75-88, 1994.
- WILSON, E. K.; PIERSON, F. W.; HESTER, P. Y.; ADAMS, R. L.; STADELMAN, W. J. The effects of high environmental temperature on feed passage time and performance traits of white peking ducks. **Poult. Sci.**, Champaign, v.59, n.12, p.2322-2330, 1980.
- YAHAV, S.; GOLDFELD, S.; PLAVNIK, I.; HURWITZ, S. Physiological responses of chickens and turkeys to relative humidity during exposure to high ambient temperature. **J. Thermal Biol.**, Southampton v.20, n.3, p.245-253, 1995.
- YAHAV, S.; HURWITZ, S. The response of turkeys to relative humidity at high ambient temperature. **Poult. Sci.**, Champaign, v.76, Supl.1, p.70, 1997. (Abstract)
- YAHAV, S.; STRASCHNOW, A.; PLAVNIK, I.; HURWITZ, S. Blood system response of chickens to changes in environmental temperature. **Poult. Sci.**, Champaign, v.76, n.4, p.627-633. 1997.
- YAHAV, S. Heat stress in broilers- Estres de calor en pollos. In: INTERNATIONAL POULTRY SYMPOSIUM, 11., 2002, Ecuador. **Resumos...** Ecuador: AMEVEA-E, 2002. p. 1-14.
- YU, M.W.; ROBINSON, F.E.; CLANDININ, M.T.; BODNAR, I. Growth and body composition of broiler chickens in response to different regimens of feed restriction. **Poult. Sci.**, Champaign, v.69, n.11, p.2074-2081, 1990.
- ZHOU, W.T.; FUJITA, M.; YAMAMOTO, S.; IWASAKI, K.; IKAWA, R.; OYAMA, H.; HORIKAWA, H. Effects of glucose in drinking water on the changes in whole blood viscosity and plasma osmolality of broiler chickens during high temperature exposure. **Poult. Sci.**, Champaign, v. 77, n.4, p.644-647. 1998.
- ZHOU, W.T.; YAMAMOTO, S. Effects of environmental temperature and heat production due to food intake on abdominal temperature, shank skin temperature and respiration rate of broilers. **Br. Poult. Sci.**, Oxfordshire, v.38, n.1, p.107-114, 1997.
- ZUBAIR, A.K.; LEESON, S. Effect of varying period of early nutrient restriction on growth compensation and carcass characteristics of male broilers. **Poult. Sci.**, Champaign, v.73, n.1, p.129-136, 1994.
- ZULKIFLI, I.; SIEGEL, P.B. Is there a positive side to stress? **World's Poult. Sci. J.**, Ithaca, v.51, n.1, p.63-76.1995.
- ZUPRIZAL, M., CHAGNEAU, A. M., GERAERT, P.A. Influence of ambient

temperature on true digestibility of protein and amino acids of rapeseed and soybean meals in broilers. **Poult. Sci.**, Champaign, v.72, n.2, p.289-295, 1993.

6. APÊNDICES

APÊNDICE 1. Análise de variância do efeito do ambiente (EPC e ATN) e da dieta (verão e controle) no peso corporal (PM) de frangos no período de 21 a 42 dias, com consumo à vontade

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	PROB>F
Ambiente	1	0,101	0,101	11,24	0,003
Dieta	1	0,010	0,010	1,22	0,28
Bloco	2	0,09	0,048	5,73	0,15
Ambiente x dieta	1	0,008	0,008	1,01	0,33
Erro	18	0,152	0,008		
Total	23	0,356			

APÊNDICE 2. Análise de variância do efeito do ambiente (EPC e ATN) e da dieta (verão e controle) no ganho de peso (GP) de frangos no período de 21 a 42 dias, com consumo à vontade

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	PROB>F
Ambiente	1	0,117	0,117	16,96	0,0008
Dieta	1	0,006	0,006	1,30	0,27
Bloco	2	0,003	0,0015	0,30	0,79
Ambiente x dieta	1	0,008	0,008	1,35	0,26
Erro	16	0,99	0,006		
Total	21	0,253			

APÊNDICE 3. Análise de variância do efeito do ambiente (EPC e ATN) e da dieta (verão e controle) no consumo de ração (CR) de frangos no período de 21 a 42 dias, com consumo à vontade

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	PROB>F
Ambiente	1	0,650	0,650	24,00	0,0002
Dieta	1	0,572	0,572	2,11	0,17
Bloco	2	0,229	0,114	4,23	0,035
Ambiente x dieta	1	0,015	0,015	0,56	0,46
Erro	15	0,407	0,027		
Total	20	1,285			

APÊNDICE 4. Análise de variância do efeito do ambiente (EPC e ATN) e da dieta (verão e controle) na conversão alimentar (CA) de frangos no período de 21 a 42 dias, com consumo à vontade

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	PROB>F
Ambiente	1	0,000008	0,000008	0,00	0,97
Dieta	1	0,0031	0,0031	0,68	0,42
Bloco	2	0,0124	0,0062	1,35	0,29
Ambiente x Dieta	1	0,024	0,024	5,17	0,037
Erro	16	0,0738	0,0046		
Total	21	0,121			

APÊNDICE 5. Análise de variância do efeito do ambiente (EPC e ATN) e da dieta (verão e controle) na mortalidade de frangos no período de 21 a 42 dias, com consumo à vontade

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	PROB>F
Ambiente	1	447	447	5,59	0,03
Dieta	1	120	120	1,50	0,23
Erro	20	1678	79,91		
Total	23	2245			

APÊNDICE 6. Análise de variância do efeito do ambiente (EPC e ATN) e da dieta (verão e controle) na refugagem de frangos no período de 21 a 42 dias, com consumo à vontade

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	PROB>F
--------------------	----	----	----	---	--------

Ambiente	1	1100	1100	3,05	0,09
Dieta	1	319	319	0,88	0,35
Erro	20	7585	361		
Total	23	9004			

APÊNDICE 7. Análise de variância do efeito do ambiente (EPC e ATN) e da dieta (verão e controle) no peso corporal (PM) de frangos no período de 21 a 42 dias, com consumo equalizado

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	PROB>F
Ambiente	1	0,009	0,009	1,40	0,25
Dieta	1	0,0001	0,0001	0,02	0,88
Bloco	2	0,028	0,014	2,21	0,14
Erro	18	0,113	0,006		
Total	22	0,160			

APÊNDICE 8. Análise de variância do efeito do ambiente (EPC e ATN) e da dieta (verão e controle) no ganho de peso (GP) de frangos no período de 21 a 42 dias, com consumo equalizado

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	PROB>F
Ambiente	1	0,006	0,006	0,95	0,34
Dieta	1	0,0003	0,0003	0,04	0,84
Bloco	2	0,014	0,0071	1,02	0,38
Erro	18	0,125	0,007		
Total	22	0,143			

APÊNDICE 9. Análise de variância do efeito do ambiente (EPC e ATN) e da dieta (verão e controle) no consumo de ração (CR) de frangos no período de 21 a 42 dias, com consumo equalizado

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	PROB>F
Ambiente	1	0,031	0,031	1,51	0,23
Dieta	1	0,0010	0,0010	0,05	0,83
Bloco	2	0,093	0,047	2,28	0,13
Erro	18	0,368	0,020		
Total	22	0,481			

APÊNDICE 10. Análise de variância do efeito do ambiente (EPC e ATN) e da dieta (verão e controle) na conversão alimentar (CA) de frangos no período de 21 a 42 dias, com consumo equalizado

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	PROB>F
Ambiente	1	0,0000001	0,0000001	0,00	0,99
Dieta	1	0,019	0,019	2,55	0,13
Bloco	2	0,024	0,012	1,60	0,23
Erro	16	0,120	0,007		
Total	20	0,171			

APÊNDICE 11. Análise de variância do efeito do ambiente (EPC e ATN) e da dieta (verão e controle) na mortalidade de frangos no período de 21 a 42 dias, com consumo equalizado

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	PROB>F
Ambiente	1	448	448	5,36	0,03
Dieta	1	125	125	1,50	0,23
Erro	20	1672	84		
Total	22	2225			

APÊNDICE 12. Análise de variância do efeito do ambiente (EPC e ATN) e da dieta (verão e controle) na refugagem de frangos no período de 21 a 42 dias, com consumo equalizado

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	PROB>F
Ambiente	1	487	487	1,92	0,18
Dieta	1	292	292	1,15	0,30
Erro	20	5082	254		
Total	22	5829			

APÊNDICE 13. Análise de variância do efeito do ambiente (EPC e ATN) e da dieta (verão e controle) no rendimento da carcaça (RC) das aves com alimentação à vontade

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	PROB>F
Ambiente	1	0,0005	0,0005	0,95	0,33
Dieta	1	0,0002	0,0002	0,48	0,49
Bloco	2	0,00004	0,00002	0,04	0,96
Erro	117	0,061	0,0005		
Total	121	0,061			

APÊNDICE 14. Análise de variância do efeito do ambiente (EPC e ATN) e da dieta (verão e controle) no rendimento de peito (RP) das aves com alimentação à vontade

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	PROB>F
Ambiente	1	0,0006	0,0006	22,80	<0,0001
Dieta	1	0,0004	0,0004	1,42	0,24

Bloco	2	0,003	0,001	5,78	0,004
Erro	117	0,032	0,0003		
Total	121	0,042			

APÊNDICE 15. Análise de variância do efeito do ambiente (EPC e ATN) e da dieta (verão e controle) no rendimento da coxa (RCX) das aves com alimentação à vontade

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	PROB>F
Ambiente	1	0,0000007	0,0000007	0,02	0,90
Dieta	1	0,0000005	0,0000005	0,01	0,91
Bloco	2	0,00007	0,00003	0,87	0,42
Erro	115	0,005	0,00004		
Total	119	0,005			

APÊNDICE 16. Análise de variância do efeito do ambiente (EPC e ATN) e da dieta (verão e controle) no rendimento da sobrecoxa (RSC) das aves com alimentação à vontade

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	PROB>F
Ambiente	1	0,0008	0,0008	5,57	0,02
Dieta	1	0,0002	0,0002	1,27	0,26
Bloco	2	0,00003	0,00001	0,10	0,90
Erro	116	0,017	0,0001		
Total	120	0,018			

APÊNDICE 17. Análise de variância do efeito do ambiente (EPC e ATN) e da dieta (verão e controle) no rendimento da asa (RA) das aves com alimentação à vontade

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	PROB>F
Ambiente	1	0,0000003	0,0000003	0,01	0,91
Dieta	1	0,000001	0,000001	0,05	0,81
Bloco	1	0,00008	0,00004	1,63	0,20
Erro	117	0,003	0,00002		
Total	121	0,003			

APÊNDICE 18. Análise de variância do efeito do ambiente (EPC e ATN) e da dieta (verão e controle) no rendimento da carcaça (RC) das aves com consumo equalizado

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	PROB>F
Ambiente	1	0,0004	0,0004	0,72	0,40
Dieta	1	0,0006	0,0006	1,00	0,32
Bloco	2	0,002	0,001	0,04	0,96
Erro	116	0,069	0,0006	1,78	0,18
Total	120	0,071			

APÊNDICE 19. Análise de variância do efeito do ambiente (EPC e ATN) e da dieta (verão e controle) no rendimento de peito (RP) das aves com consumo equalizado

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	PROB>F
Ambiente	1	0,003	0,003	9,70	0,0023
Dieta	1	0,000004	0,000004	0,01	0,91
Bloco	2	0,003	0,001	4,57	0,01
Ambiente*Dieta	1	0,001	0,001	4,57	0,03
Erro	115	0,035	0,0003		
Total	120	0,042			

APÊNDICE 20. Análise de variância do efeito do ambiente (EPC e ATN) e da dieta (verão e controle) no rendimento da coxa (RCX) das aves com consumo equalizado

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	PROB>F
Ambiente	1	0,00008	0,00008	2,92	0,09
Dieta	1	0,00001	0,00001	0,41	0,52
Bloco	2	0,000003	0,000001	0,06	0,94
Erro	114	0,003	0,00003		
Total	118	0,003			

APÊNDICE 21. Análise de variância do efeito do ambiente (EPC e ATN) e da dieta (verão e controle) no rendimento da sobrecoxa (RSC) das aves com consumo equalizado

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	PROB>F
Ambiente	1	0,0007	0,0007	6,43	0,01
Dieta	1	0,00002	0,00002	0,22	0,64
Bloco	2	0,0006	0,0003	2,65	0,07
Ambiente*Dieta	1	0,0004	0,0004	3,49	0,06
Erro	113	0,017	0,0001		
Total	118	0,018			

APÊNDICE 22. Análise de variância do efeito do ambiente (EPC e ATN) e da dieta (verão e controle) no rendimento da asa (RA) das aves com consumo equalizado

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	PROB>F
Ambiente	1	0,00005	0,00005	2,78	0,10
Dieta	1	0,000008	0,000008	0,50	0,48
Bloco	1	0,00004	0,00002	1,28	0,28
Erro	116	0,002	0,00001		
Total	120	0,002			

APÊNDICE 23. Análise de variância do efeito do ambiente (EPC e ATN) e da dieta (verão e controle) no peso relativo (%) das penas (RP) de frangos de corte aos 42 dias, com consumo à vontade

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	PROB>F
Ambiente	1	10,3	10,3	6,65	0,02
Dieta	1	1,7	1,7	1,08	0,31
Erro	21	32,6	1,55		
Total	23	44,6			

APÊNDICE 24. Análise de variância do efeito do ambiente (EPC e ATN) e da dieta (verão e controle) no peso relativo (%) de bursa (RBU) de frangos de corte aos 42 dias, com consumo à vontade

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	PROB>F
Ambiente	1	0,001	0,001	0,23	0,63
Dieta	1	0,007	0,007	1,63	0,21
Ambiente*Dieta	1	0,021	0,021	4,81	0,04
Erro	20	0,087	0,0044		
Total	23	0,116			

APÊNDICE 25. Análise de variância do efeito do ambiente (EPC e ATN) e da dieta (verão e controle) no peso relativo (%) de baço (RBA) de frangos de corte aos 42 dias, com consumo à vontade

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	PROB>F
Ambiente	1	0,009	0,009	3,53	0,07
Dieta	1	0,000003	0,000003	0,00	0,97
Erro	21	0,057	0,003		
Total	23	0,066			

APÊNDICE 26. Análise de variância do efeito do ambiente (EPC e ATN) e da dieta (verão e controle) no peso relativo (%) de coração (RC) de frangos de corte aos 42 dias, com consumo à vontade

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	PROB>F
Ambiente	1	0,0062	0,0062	0,60	0,45
Dieta	1	0,0037	0,0037	0,36	0,55
Erro	21	0,215	0,010		
Total	23	0,225			

APÊNDICE 27. Análise de variância do efeito do ambiente (EPC e ATN) e da dieta (verão e controle) no peso relativo (%) de fígado (RF) de frangos de corte aos 42 dias, com consumo à vontade

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	PROB>F
Ambiente	1	1,174	1,174	3,22	0,09
Dieta	1	0,0032	0,0032	0,09	0,77
Erro	21	7,65	0,36		
Total	23	8,85			

APÊNDICE 28. Análise de variância do efeito do ambiente (EPC e ATN) e da dieta (verão e controle) no peso relativo (%) de intestino (RI) de frangos de corte aos 42 dias, com consumo à vontade

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	PROB>F
Ambiente	1	0,000003	0,000003	0,00	1,00
Dieta	1	0,008	0,008	0,08	0,78
Erro	21	2,141	0,102		
Total	23	2,149			

APÊNDICE 29. Análise de variância do efeito do ambiente (EPC e ATN) e da dieta (verão e controle) no peso relativo (%) de gordura abdominal (RG) de frangos de corte aos 42 dias, com consumo à vontade

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	PROB>F
Ambiente	1	0,0643	0,0643	0,80	0,38
Dieta	1	0,0726	0,0726	0,90	0,35
Erro	21	1,692	0,080		
Total	23	1,829			

APÊNDICE 30. Análise de variância do efeito do ambiente (EPC e ATN) e da dieta (verão e controle) no peso relativo (%) das penas (RP) de frangos de corte aos 42 dias, com consumo equalizado

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	PROB>F
--------------------	----	----	----	---	--------

Ambiente	1	2,524	2,524	1,60	0,22
Dieta	1	0,897	0,897	1,08	0,31
Erro	21	33,190	1,580		
Total	23	36,612			

APÊNDICE 31. Análise de variância do efeito do ambiente (EPC e ATN) e da dieta (verão e controle) no peso relativo (%) de bursa (RBU) de frangos de corte aos 42 dias, com consumo equalizado

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	PROB>F
Ambiente	1	0,0307	0,0307	9,94	0,005
Dieta	1	0,0191	0,0191	6,17	0,02
Ambiente*Dieta	1	0,008	0,008	2,69	0,12
Erro	20	0,062	0,0031		
Total	23	0,120			

APÊNDICE 32. Análise de variância do efeito do ambiente (EPC e ATN) e da dieta (verão e controle) no peso relativo (%) de baço (RBA) de frangos de corte aos 42 dias, com consumo equalizado

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	PROB>F
Ambiente	1	0,0005	0,0005	0,54	0,47
Dieta	1	0,0000002	0,0000002	0,00	0,99
Erro	21	0,0188	0,0009		
Total	23	0,0193			

APÊNDICE 33. Análise de variância do efeito do ambiente (EPC e ATN) e da dieta (verão e controle) no peso relativo (%) de coração (RC) de frangos de corte aos 42 dias, com consumo equalizado

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	PROB>F
Ambiente	1	0,0307	0,0307	6,20	0,02
Dieta	1	0,0004	0,0004	0,08	0,78
Erro	21	0,104	0,049		
Total	23	0,135			

APÊNDICE 34. Análise de variância do efeito do ambiente (EPC e ATN) e da dieta (verão e controle) no peso relativo (%) de fígado (RF) de frangos de corte aos 42 dias, com consumo equalizado

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	PROB>F
Ambiente	1	0,0363	0,0363	0,82	0,37
Dieta	1	0,0005	0,0005	0,01	0,92
Ambiente*Dieta	1	0,419	0,419	9,48	0,006
Erro	20	0,883	0,044		
Total	23	1,338			

APÊNDICE 35. Análise de variância do efeito do ambiente (EPC e ATN) e da dieta (verão e controle) no peso relativo (%) de intestino (RI) de frangos de corte aos 42 dias, com consumo equalizado

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	PROB>F
Ambiente	1	0,0889	0,0889	1,11	0,30
Dieta	1	0,0697	0,0697	0,87	0,36
Erro	21	1,684	0,0802		
Total	23	1,843			

APÊNDICE 36. Análise de variância do efeito do ambiente (EPC e ATN) e da dieta (verão e controle) no peso relativo (%) de gordura abdominal (RG) de frangos de corte aos 42 dias, com consumo equalizado

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	PROB>F
Ambiente	1	0,0401	0,0401	1,15	0,29
Dieta	1	0,0694	0,0694	2,00	0,17
Erro	21	0,729	0,035		
Total	23	0,839			

APÊNDICE 37. Análise de variância do efeito do ambiente (EPC e ATN) e da dieta (verão e controle) na metabolizabilidade da matéria seca (MetMS) em frangos de 21 a 42 dias, com consumo à vontade

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	PROB>F
Ambiente	1	1,209	1,209	0,43	0,52
Dieta	1	4,767	4,767	1,71	0,21
Ambiente*Dieta	1	8,952	8,952	3,21	0,09
Erro	19	52,938	2,786		
Total	22	66,816			

APÊNDICE 38. Análise de variância do efeito do ambiente (EPC e ATN) e da dieta (verão e controle) na metabolizabilidade da proteína (MetPB) em frangos de 21 a 42 dias, com consumo à vontade

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	PROB>F
Ambiente	1	76,497	76,497	12,75	0,002

Dieta	1	4,658	4,658	0,78	0,39
Ambiente*Dieta	1	12,284	12,284	2,05	0,16
Erro	19	114,02	6,001		
Total	22	211,70			

APÊNDICE 39. Análise de variância do efeito do ambiente (EPC e ATN) e da dieta (verão e controle) na metabolizabilidade da matéria seca (MetMS) em frangos de 21 a 42 dias, com consumo equalizado

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	PROB>F
Ambiente	1	13,314	13,340	5,14	0,03
Dieta	1	39,285	39,285	15,07	0,001
Ambiente*Dieta	1	0,0483	0,0483	0,02	0,89
Erro	19	49,531	2,607		
Total	22	104,536			

APÊNDICE 40. Análise de variância do efeito do ambiente (EPC e ATN) e da dieta (verão e controle) na metabolizabilidade da proteína (MetPB) em frangos de 21 a 42 dias, com consumo equalizado

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	PROB>F
Ambiente	1	9,294	9,294	1,69	0,21
Dieta	1	1,848	1,848	0,34	0,57
Ambiente*Dieta	1	0,0002	0,0002	0,00	0,99
Erro	19	104,580	5,504		
Total	22	115,387			

APÊNDICE 41. Análise de variância do efeito do ambiente (EPC e ATN) na temperatura de crista e barbela no horário das 8 horas

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	PROB>F
Tratamento	1	716	716	222	<0,0001
Erro	70	226	3,22		
Total	71	942			

APÊNDICE 42. Análise de variância do efeito do ambiente (EPC e ATN) na temperatura de cabeça no horário das 8 horas

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	PROB>F
Tratamento	1	574	574	160	<0,0001
Erro	71	252	3,59		
Total	70	826			

APÊNDICE 43. Análise de variância do efeito do ambiente (EPC e ATN) na temperatura de pés no horário das 8 horas

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	PROB>F
Tratamento	1	1008	1008	213	<0,0001
Erro	71	336	4,74		
Total	72	1345			

APÊNDICE 44. Análise de variância do efeito do ambiente (EPC e ATN) na temperatura de crista e barbela no horário das 14 horas

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	PROB>F
Tratamento	1	601	601	228	<0,0001
Erro	71	187	2,63		
Total	72	788			

APÊNDICE 45. Análise de variância do efeito do ambiente (EPC e ATN) na temperatura de cabeça no horário das 14 horas

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	PROB>F
Tratamento	1	412	412	222	<0,0001
Erro	66	122	1,85		
Total	67	535			

APÊNDICE 46. Análise de variância do efeito do ambiente (EPC e ATN) na temperatura de pés no horário das 14 horas

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	PROB>F
Tratamento	1	409	409	98,92	<0,0001
Erro	66	273	4,13		
Total	67	682			

APÊNDICE 47. Análise de variância do efeito do ambiente (EPC e ATN) e da dieta (verão e controle) nos valores de hematócrito de frangos aos 42 dias com consumo à vontade

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	PROB>F
Ambiente	1	12,528	12,528	1,76	0,21

Dieta	1	0,950	0,950	0,13	0,72
Ambiente*Dieta	1	6,318	6,318	0,89	0,36
Erro	13	92,55	7,12		
Total	16	114,118			

APÊNDICE 48. Análise de variância do efeito do ambiente (EPC e ATN) e da dieta (verão e controle) nos valores de hemoglobina de frangos aos 42 dias com consumo à vontade

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	PROB>F
Ambiente	1	0,213	0,213	0,22	0,65
Dieta	1	0,318	0,318	0,33	0,57
Ambiente*Dieta	1	1,160	1,160	1,20	0,29
Erro	13	112,550	0,965		
Total	16	14,235			

APÊNDICE 49. Análise de variância do efeito do ambiente (EPC e ATN) e da dieta (verão e controle) nos valores de leucócitos totais de frangos aos 42 dias com consumo à vontade

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	PROB>F
Ambiente	1	130050000	130050000	4,14	0,07
Dieta	1	9522000	9522000	0,30	0,59
Ambiente*Dieta	1	195938000	195938000	6,23	0,03
Erro	10	314330000	31433000		
Total	13	644788571			

APÊNDICE 50. Análise de variância do efeito do ambiente (EPC e ATN) e da dieta (verão e controle) nos valores de eosinófilos de frangos aos 42 dias com consumo à vontade

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	PROB>F
Ambiente	1	53717	53717	2,52	0,13
Dieta	1	11627	11627	0,57	0,46
Ambiente*Dieta	1	11627	11627	0,57	0,46
Erro	13	266574	20506		
Total	16	339711			

APÊNDICE 51. Análise de variância do efeito do ambiente (EPC e ATN) e da dieta (verão e controle) nos valores de basófilos de frangos aos 42 dias com consumo à vontade

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	PROB>F
Ambiente	1	819239	819239	1,98	0,18
Dieta	1	1129349	1129349	2,73	0,12
Ambiente*Dieta	1	3565	3565	0,01	0,93
Erro	13	5384441	414188		
Total	16	7239522			

APÊNDICE 52. Análise de variância do efeito do ambiente (EPC e ATN) e da dieta (verão e controle) nos valores de monócitos de frangos aos 42 dias com consumo à vontade

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	PROB>F
Ambiente	1	70669242	70669242	6,22	0,03
Dieta	1	26209280	26209280	2,31	0,15
Ambiente*Dieta	1	64553190	64553190	5,68	0,03
Erro	12	136264237	11355353		
Total	15	297695950			

APÊNDICE 53. Análise de variância do efeito do ambiente (EPC e ATN) e da dieta (verão e controle) nos valores de linfócitos de frangos aos 42 dias com consumo à vontade

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	PROB>F
Ambiente	1	1027182	1027182	0,11	0,74
Dieta	1	3585342	3585342	0,40	0,54
Ambiente*Dieta	1	29904492	29904492	3,33	0,09
Erro	12	107830479	8985873		
Total	15	142347496			

APÊNDICE 54. Análise de variância do efeito do ambiente (EPC e ATN) e da dieta (verão e controle) nos valores de heterófilos:linfócitos de frangos aos 42 dias com consumo à vontade

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	PROB>F
Ambiente	1	3185	3185	4,00	0,07
Dieta	1	1135	1135	1,43	0,26
Ambiente*Dieta	1	2732	2732	3,43	0,9
Erro	10	7963	796,385		
Total	13	15610			

APÊNDICE 55. Análise de variância do efeito do ambiente (EPC e ATN) e da dieta (verão e controle) nos valores de glicose de frangos aos 42 dias com consumo à vontade

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	PROB>F
Ambiente	1	0,0625	0,0625	0,05	0,82
Dieta	1	0,0625	0,0625	0,05	0,82
Erro	13	15,312	1,178		
Total	15	15,437			

APÊNDICE 56. Análise de variância do efeito do ambiente (EPC e ATN) e da dieta (verão e controle) nos valores de proteína total de frangos aos 42 dias com consumo à vontade

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	PROB>F
Ambiente	1	12,25	12,25	1,06	0,32
Dieta	1	30,25	30,25	2,61	0,13
Erro	13	229,5	17,63		
Total	15	272			

APÊNDICE 57. Análise de variância do efeito do ambiente (EPC e ATN) e da dieta (verão e controle) nos valores de albumina de frangos aos 42 dias com consumo à vontade

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	PROB>F
Ambiente	1	24,213	24,213	2,75	0,12
Dieta	1	1,755	1,755	0,20	0,66
Erro	14	123,34	8,81		
Total	16	150,12			

APÊNDICE 58. Análise de variância do efeito do ambiente (EPC e ATN) e da dieta (verão e controle) nos valores de globulina de frangos aos 42 dias com consumo à vontade

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	PROB>F
Ambiente	1	12,25	1,00	0,04	0,85
Dieta	1	30,25	36,00	1,34	0,27
Erro	13	349	26,85		
Total	15	386			

APÊNDICE 59. Análise de variância do efeito do ambiente (EPC e ATN) e da dieta (verão e controle) nos valores de fructosamina de frangos aos 42 dias com consumo à vontade

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	PROB>F
Ambiente	1	0,029	0,029	0,01	0,92
Dieta	1	0,322	0,322	1,27	0,28
Erro	14	3,553	0,25		
Total	16	3,882			

APÊNDICE 60. Análise de variância do efeito do ambiente (EPC e ATN) e da dieta (verão e controle) nos valores de hematócrito de frangos aos 42 dias com consumo equalizado

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	PROB>F
Ambiente	1	18,002	18,002	5,45	0,03
Dieta	1	4,387	4,387	1,33	0,27
Ambiente*Dieta	1	0,234	0,234	0,07	0,79
Erro	15	49,550	3,30		
Total	18	71,684			

APÊNDICE 61. Análise de variância do efeito do ambiente (EPC e ATN) e da dieta (verão e controle) nos valores de hemoglobina de frangos aos 42 dias com consumo equalizado

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	PROB>F
Ambiente	1	0,039	0,039	0,06	0,81
Dieta	1	0,0032	0,0032	0,01	0,98
Ambiente*Dieta	1	0,269	0,269	0,41	0,53
Erro	15	9,783	0,652		
Total	18	10,105			

APÊNDICE 62. Análise de variância do efeito do ambiente (EPC e ATN) e da dieta (verão e controle) nos valores de leucócitos totais de frangos aos 42 dias com consumo equalizado

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	PROB>F
Ambiente	1	362442167	362442167	14,04	0,002
Dieta	1	69422167	69422167	2,69	0,12
Ambiente*Dieta	1	148466782	148466782	5,75	0,03
Erro	15	387335333	25822356		
Total	18	948947368			

APÊNDICE 63. Análise de variância do efeito do ambiente (EPC e ATN) e da dieta (verão e controle) nos valores de eosinófilos de frangos aos 42 dias com consumo equalizado

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	PROB>F
Ambiente	1	448992	448992	1,65	0,22
Dieta	1	272935	272935	0,10	0,75
Ambiente*Dieta	1	272935	272935	0,10	0,75
Erro	15	4085627	272375		
Total	18	4580735			

APÊNDICE 64. Análise de variância do efeito do ambiente (EPC e ATN) e da dieta (verão e controle) nos valores de basófilos de frangos aos 42 dias com consumo equalizado

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	PROB>F
Ambiente	1	55454235	5545423	8,38	0,01
Dieta	1	59491	59491	0,09	0,77
Ambiente*Dieta	1	2013712	2013712	3,04	0,10
Erro	15	9923714	661581		
Total	18	18084126			

APÊNDICE 65. Análise de variância do efeito do ambiente (EPC e ATN) e da dieta (verão e controle) nos valores de monócitos de frangos aos 42 dias com consumo equalizado

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	PROB>F
Ambiente	1	9941071	9941071	2,66	0,12
Dieta	1	1972766	1972766	0,53	0,48
Ambiente*Dieta	1	2981356	2981356	0,80	0,39
Erro	15	56104165	3740278		
Total	18	70482904			

APÊNDICE 66. Análise de variância do efeito do ambiente (EPC e ATN) e da dieta (verão e controle) nos valores de linfócitos de frangos aos 42 dias com consumo equalizado

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	PROB>F
Ambiente	1	8441093	8441093	1,09	0,31
Dieta	1	481460	481460	0,06	0,81
Ambiente*Dieta	1	9242160	9242160	1,19	0,29
Erro	14	108410795	7743628		
Total	17	127870760			

APÊNDICE 67. Análise de variância do efeito do ambiente (EPC e ATN) e da dieta (verão e controle) nos valores de heterófilos:linfócitos de frangos aos 42 dias com consumo equalizado

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	PROB>F
Ambiente	1	6097	6097	2,64	0,12
Dieta	1	937	937	0,41	0,53
Ambiente*Dieta	1	4779	4779	2,07	0,17
Erro	15	34598	2306		
Total	18	46181			

APÊNDICE 68. Análise de variância do efeito do ambiente (EPC e ATN) e da dieta (verão e controle) nos valores de glicose de frangos aos 42 dias com consumo equalizado

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	PROB>F
Ambiente	1	7,645	7,645	6,57	0,02
Dieta	1	0,445	0,445	0,38	0,54
Erro	15	17,45	1,16		
Total	17	26,00			

APÊNDICE 69. Análise de variância do efeito do ambiente (EPC e ATN) e da dieta (verão e controle) nos valores de proteína total de frangos aos 42 dias com consumo equalizado

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	PROB>F
Ambiente	1	37,236	37,236	0,77	0,39
Dieta	1	0,036	0,036	0,00	0,98
Erro	15	722,36	48,16		
Total	17	759,78			

APÊNDICE 70. Análise de variância do efeito do ambiente (EPC e ATN) e da dieta (verão e controle) nos valores de albumina de frangos aos 42 dias com consumo equalizado

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	PROB>F
Ambiente	1	0,582	0,582	0,14	0,71
Dieta	1	0,657	0,657	0,16	0,69
Erro	15	61,818	4,121		
Total	17	62,944			

APÊNDICE 71. Análise de variância do efeito do ambiente (EPC e ATN) e da dieta (verão e controle) nos valores de globulina de frangos aos 42 dias com consumo equalizado

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	PROB>F
Ambiente	1	53,202	53,202	1,20	0,29
Dieta	1	0,327	0,327	0,01	0,93
Erro	15	663,27	44,218		
Total	17	716,50			

APÊNDICE 72. Análise de variância do efeito do ambiente (EPC e ATN) e da dieta (verão e controle) nos valores de fructosamina de frangos aos 42 dias com consumo equalizado

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	PROB>F
Ambiente	1	0,082	0,082	0,28	0,60
Dieta	1	0,057	0,057	0,20	0,66
Erro	15	4,318	0,288		
Total	17	4,444			

APÊNDICE 73. Análise de variância do efeito do ambiente (EPC e ATN) e do tipo de suplementação (vitamínico e/ou mineral) no peso médio de frangos de corte no período de 1 a 14 dias

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	PROB>F
Tratamento	3	0,0041	0,0014	1,69	1,18
Erro	63	0,0514	0,0008		
Total	66	0,0555			

APÊNDICE 74. Análise de variância do efeito do ambiente (EPC e ATN) e do tipo de suplementação (vitamínico e/ou mineral) no ganho de peso de frangos de corte no período de 1 a 14 dias

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	PROB>F
Tratamento	3	0,0039	0,0013	1,59	0,20
Erro	63	0,0517	0,0008		
Total	66	0,0556			

APÊNDICE 75. Análise de variância do efeito do ambiente (EPC e ATN) e do tipo de suplementação (vitamínico e/ou mineral) no consumo de ração de frangos de corte no período de 1 a 14 dias

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	PROB>F
Tratamento	3	0,0013	0,0004	0,50	0,68
Erro	63	0,0545	0,0009		
Total	66	0,0558			

APÊNDICE 76. Análise de variância do efeito do ambiente (EPC e ATN) e do tipo de suplementação (vitamínico e/ou mineral) na conversão alimentar de ração de frangos de corte no período de 1 a 14 dias

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	PROB>F
Tratamento	3	0,035	0,011	2,68	0,05
Erro	63	0,272	0,0043		
Total	66	0,307			

APÊNDICE 77. Análise de variância do efeito do ambiente (EPC e ATN) e do tipo de suplementação (vitamínico e/ou mineral) no peso médio de frangos de corte no período de 14 a 35 dias

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	PROB>F
Tratamento	3	0,0089	0,0030	0,49	0,73
Ambiente	1	0,364	0,364	60,29	<0,0001
Erro	63	0,375	0,0060		
Total	67	0,748			

APÊNDICE 78. Análise de variância do efeito do ambiente (EPC e ATN) e do tipo de suplementação (vitamínico e/ou mineral) no ganho de peso de frangos de corte no período de 14 a 35 dias

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	PROB>F
Tratamento	3	0,0089	0,0030	0,49	0,69
Ambiente	1	0,364	0,364	60,29	0,0001
Erro	62	0,375	0,0060		
Total	66	0,748			

APÊNDICE 79. Análise de variância do efeito do ambiente (EPC e ATN) e do tipo de suplementação (vitamínico e/ou mineral) no consumo de ração de frangos de corte no período de 14 a 35 dias

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	PROB>F
Tratamento	3	0,145	0,048	5,37	0,002

Ambiente	1	0,697	0,697	77,64	<0,0001
Erro	63	0,565	0,0090		
Total	67	1,407			

APÊNDICE 80. Análise de variância do efeito do ambiente (EPC e ATN) e do tipo de suplementação (vitamínico e/ou mineral) na conversão alimentar de frangos de corte no período de 14 a 35 dias

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	PROB>F
Tratamento	3	0,055	0,018	3,91	0,01
Ambiente	1	0,019	0,019	4,15	0,05
Erro	63	0,297	0,005		
Total	67	0,372			

APÊNDICE 81. Análise de variância do efeito do ambiente (EPC e ATN) e do tipo de suplementação (vitamínico e/ou mineral) no ganho de peso de frangos de corte no período de 1 a 35 dias

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	PROB>F
Tratamento	3	0,010	0,0034	0,42	0,74
Ambiente	1	0,406	0,406	49,81	<0,0001
Erro	63	0,514	0,008		
Total	67	0,930			

APÊNDICE 82. Análise de variância do efeito do ambiente (EPC e ATN) e do tipo de suplementação (vitamínico e/ou mineral) no consumo alimentar de frangos de corte no período de 1 a 35 dias

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	PROB>F
Tratamento	3	0,161	0,054	5,24	0,003
Ambiente	1	0,667	0,667	65,05	<0,0001
Erro	63	0,646	0,010		
Total	67	1,475			

APÊNDICE 83. Análise de variância do efeito do ambiente (EPC e ATN) e do tipo de suplementação (vitamínico e/ou mineral) na conversão alimentar de frangos de corte no período de 1 a 35 dias

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	PROB>F
Tratamento	3	0,052	0,017	8,83	<0,0001
Ambiente	1	0,009	0,009	4,64	0,03
Erro	63	0,124	0,0020		
Total	67	0,185			

APÊNDICE 84. Análise de variância do efeito do ambiente (EPC e ATN) e do tipo de suplementação (vitamínico e/ou mineral) na mortalidade de frangos de corte no período de 1 a 14 dias

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	PROB>F
Tratamento	3	47	15,58	0,77	0,51
Erro	64	1292	20,19		
Total	67	3339			

APÊNDICE 85. Análise de variância do efeito do ambiente (EPC e ATN) e do tipo de suplementação (vitamínico e/ou mineral) na mortalidade de frangos de corte no período de 14 a 35 dias

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	PROB>F
Tratamento	3	220	73	0,74	0,53
Ambiente	1	204	204	2,05	0,16
Tratamento*Ambiente	3	220	73	0,74	0,53
Erro	60	5972	99		
Total	67	6645			

APÊNDICE 86. Análise de variância do efeito do ambiente (EPC e ATN) e do tipo de suplementação (vitamínico e/ou mineral) na mortalidade de frangos de corte no período de 1 a 35 dias

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	PROB>F
Tratamento	3	252	84	0,72	0,52
Ambiente	1	135	135	1,16	0,28
Tratamento*Ambiente	3	293	97	0,84	0,48
Erro	60	6961	116		
Total	67	7671			

APÊNDICE 87. Análise de variância do efeito do ambiente (EPC e ATN) e do tipo de suplementação (vitamínico e/ou mineral) no peso absoluto da bursa de frangos de corte aos 35 dias

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	PROB>F
Tratamento	3	7,08	2,36	1,57	0,21
Ambiente	1	13,50	13,50	8,95	0,005

Erro	43	64,83	1,507
Total	47	83,25	

APÊNDICE 88. Análise de variância do efeito do ambiente (EPC e ATN) e do tipo de suplementação (vitamínico e/ou mineral) no peso absoluto da baço de frangos de corte aos 35 dias

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	PROB>F
Tratamento	3	1,288	0,429	0,54	0,66
Ambiente	1	6,773	6,773	8,45	0,006
Erro	43	34,48	0,802		
Total	47	44,48			

APÊNDICE 89. Análise de variância do efeito do ambiente (EPC e ATN) e do tipo de suplementação (vitamínico e/ou mineral) no rendimento de bursa (RBO) de frangos de corte aos 35 dias

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	PROB>F
Tratamento	3	0,011	0,0038	1,13	0,35
Ambiente	1	0,017	0,017	5,01	0,03
Erro	43	0,146	0,003		
Total	47	0,171			

APÊNDICE 90. Análise de variância do efeito do ambiente (EPC e ATN) e do tipo de suplementação (vitamínico e/ou mineral) no rendimento de baço (RBA) de frangos de corte aos 35 dias

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	PROB>F
Tratamento	3	1,217	4,056	0,27	0,85
Ambiente	1	8,344	8,344	5,50	0,02
Erro	43	6,523	1,517		
Total	47	7,690			

APÊNDICE 91. Análise de variância do efeito do ambiente (EPC e ATN) e do tipo de suplementação (vitamínico e/ou mineral) nos valores de hematócrito de frangos aos 35 dias

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	PROB>F
Tratamento	3	26	8,61	1,70	0,18
Ambiente	1	1,72	1,72	0,34	0,56
Tratamento*Ambiente	3	44	15	2,90	0,05
Erro	36	182	69		
Total	43	252			

APÊNDICE 92. Análise de variância do efeito do ambiente (EPC e ATN) e do tipo de suplementação (vitamínico e/ou mineral) nos valores de hemoglobina de frangos aos 35 dias

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	PROB>F
Tratamento	3	0,45	0,15	0,46	0,71
Ambiente	1	3,94	3,94	12,06	0,001
Erro	34	11,12	0,33		
Total	38	15,56			

APÊNDICE 93. Análise de variância do efeito do ambiente (EPC e ATN) e do tipo de suplementação (vitamínico e/ou mineral) nos valores de leucócitos totais de frangos aos 35 dias

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	PROB>F
Tratamento	3	37438834	12479611	0,20	0,90
Ambiente	1	95985627	95985627	1,50	0,23
Erro	39	2495364928	63983716		
Total	43	2636964089			

APÊNDICE 94. Análise de variância do efeito do ambiente (EPC e ATN) e do tipo de suplementação (vitamínico e/ou mineral) nos valores de heterófilos de frangos aos 35 dias

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	PROB>F
Tratamento	3	20087922	6695974	0,29	0,83
Ambiente	1	173022215	173022215	7,57	0,009
Erro	39	891586473	22861192		
Total	43	1088718419			

APÊNDICE 95. Análise de variância do efeito do ambiente (EPC e ATN) e do tipo de suplementação (vitamínico e/ou mineral) nos valores de eosinófilos de frangos aos 35 dias

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	PROB>F
Tratamento	3	765706	255235	0,57	0,63
Ambiente	1	536070	536070	1,20	0,28
Erro	39	17359945	445127		
Total	43	18620854			

APÊNDICE 96. Análise de variância do efeito do ambiente (EPC e ATN) e do tipo de suplementação (vitamínico e/ou mineral) nos valores de basófilos de frangos aos 35 dias

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	PROB>F
Tratamento	3	2061075	687025	0,79	0,51
Ambiente	1	1783131	1783131	2,04	0,19
Erro	39	34088821	874072		
Total	43	38151064			

APÊNDICE 97. Análise de variância do efeito do ambiente (EPC e ATN) e do tipo de suplementação (vitamínico e/ou mineral) nos valores de monócitos de frangos aos 35 dias

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	PROB>F
Tratamento	3	1268183	422728	1,99	0,13
Ambiente	1	547547	547547	2,57	0,12
Erro	39	8299286	212802		
Total	43	10044073			

APÊNDICE 98. Análise de variância do efeito do ambiente (EPC e ATN) e do tipo de suplementação (vitamínico e/ou mineral) nos valores de linfócitos de frangos aos 35 dias

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	PROB>F
Tratamento	3	39289126	13096375	0,67	0,58
Ambiente	1	10366968	10366968	0,53	0,47
Erro	39	763568303	19578674		
Total	43	812594652			

APÊNDICE 99. Análise de variância do efeito do ambiente (EPC e ATN) e do tipo de suplementação (vitamínico e/ou mineral) nos valores da relação heterófilo:linfócito de frangos aos 35 dias

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	PROB>F
Tratamento	3	0,286	0,095	1,02	0,39
Ambiente	1	1,096	1,096	11,68	0,001
Erro	39	3,659	0,094		
Total	43	5,053			

APÊNDICE 100. Análise de variância do efeito do ambiente (EPC e ATN) e do tipo de suplementação (vitamínico e/ou mineral) nos valores de glicose de frangos aos 35 dias

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	PROB>F
Tratamento	3	3,029	1,010	0,38	0,76
Ambiente	1	6,129	6,129	2,34	0,14
Erro	34	86,599	2,624		
Total	38	95,831			

APÊNDICE 101. Análise de variância do efeito do ambiente (EPC e ATN) e do tipo de suplementação (vitamínico e/ou mineral) nos valores de proteínas totais de frangos aos 35 dias

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	PROB>F
Tratamento	3	52,91	17,64	1,40	0,26
Ambiente	1	0,75	0,75	0,06	0,81
Erro	33	414			
Total	37	467			

APÊNDICE 102. Análise de variância do efeito do ambiente (EPC e ATN) e do tipo de suplementação (vitamínico e/ou mineral) nos valores de albumina de frangos aos 35 dias

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	PROB>F
Tratamento	3	28,138	9,379	2,56	0,07
Ambiente	1	19,670	19,670	5,36	0,03
Erro	33	121,07	3,67		
Total	37	165,39			

APÊNDICE 103. Análise de variância do efeito do ambiente (EPC e ATN) e do tipo de suplementação (vitamínico e/ou mineral) nos valores de globulinas de frangos aos 35 dias

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	PROB>F
Tratamento	3	40,98	13,66	1,65	0,20
Ambiente	1	8,03	8,03	0,97	0,33
Erro	33	273,58	8,290		
Total	37	327,07			

APÊNDICE 104. Análise de variância do efeito do ambiente (EPC e ATN) e do tipo de suplementação (vitamínico e/ou mineral) nos valores de fructosamina de frangos aos 35 dias

Causas da variação	GL	SQ	QM	F	PROB>F
Tratamento	3	0,696	0,232	4,51	0,009
Ambiente	1	0,029	0,029	0,56	0,46
Erro	32	1,648	0,051		
Total	36	2,359			

7. VITA

Christine Laganá, filha de Anna Maria Neves Laganá e Nilton Laganá, nasceu na cidade de São Paulo, SP, em 25 de fevereiro de 1967.

Estudou no Colégio Cristo Rei, em São Paulo, onde completou o 1° e 2° graus. Em 1986 ingressou na Faculdade de Agronomia e Zootecnia Manoel Carlos Gonçalves graduando-se como Engenheira Agrônoma em 1990.

Trabalhou na secretaria da Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo como Assistente Técnico de Direção de 1991 a 1994.

Em março de 1993 iniciou seus estudos de mestrado em Engenharia Agrícola na Universidade Estadual de Campinas.

Trabalhou com Professora Visitante na Universidade Federal de Sergipe, SE, de 1998 a 2001, quando ingressou na Universidade Federal do Rio Grande do Sul, RS, no programa de Pós-Graduação em Zootecnia.