

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS  
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**EFEITO DA FORMA FÍSICA DA RAÇÃO PARA  
FRANGOS DE CORTE CRIADOS EM DIFERENTES  
TEMPERATURAS**

**Gustavo Henrique Piva**  
Zootecnista

Jaboticabal – São Paulo – Brasil  
2008

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS  
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**EFEITO DA FORMA FÍSICA DA RAÇÃO PARA  
FRANGOS DE CORTE CRIADOS EM DIFERENTES  
TEMPERATURAS**

**Gustavo Henrique Piva  
Orientador Prof. Dr. Marcos Macari  
Co-Orientador Prof. Dr. Renato Luis Furlan**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Campus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do Título de Mestre em Zootecnia

Dezembro - 2008  
Jaboticabal – SP

P692e Piva, Gustavo Henrique  
Efeito da forma física da ração para frangos de corte criados em diferentes temperaturas / Gustavo Henrique Piva. -- Jaboticabal, 2008  
xi, 44 f. : il. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2008  
Orientador: Marcos Macari  
Banca examinadora: Renato Luis Furlan, Vera Maria Barbosa de Moraes, Antônio Carlos de Laurentiz  
Bibliografia

1. Frango de corte. 2. Temperatura ambiente. 3. Forma física da ração. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 636.5:636.085

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação – Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

## **DADOS CURRICULARES DO AUTOR**

**Gustavo Henrique Piva** - nascido em Araraquara - SP, no dia 22 de Agosto de 1981. Em março de 2002, ingressou no curso de Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal (FCAV-UNESP), concluindo-o em julho de 2006. Em agosto de 2006, iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia na FCAV-UNESP, sendo que em junho de 2008 foi contratado pela empresa AD'ORO S/A para exercer a função de Trainee em Avicultura no estado de São Paulo. Em dezembro de 2008, submeteu sua Dissertação de Mestrado à banca examinadora.

*Não vim até aqui, pra desistir agora  
Entendo você, se você quiser ir embora.....  
Humberto Gessinger*

*Ofereço a Erika e Felipe*

*(Esposa e Filho)*

O céu de repente anuviou  
 E o vento agitou as ondas o mar  
 E o que o temporal levou  
 Foi tudo que deu pra guardar  
 Só Deus sabe o quanto se labutou  
 Custou, mas depois veio a bonança  
 E agora é hora de agradecer  
 Pois quando tudo se perdeu  
 E a sorte desapareceu  
 Abaixo de Deus, só ficou vocês  
 (...)

Quando tudo parece que está perdido  
 É nessa hora que você vê  
 Quem é parceiro, quem é bom amigo  
 Quem tá contigo, quem é de correr  
 A sua mão me tirou do abismo  
 O seu axé evitou o meu fim

*Me ensinou o que é companheirismo e também a gostar de quem gosta de  
 mim  
 (...)*

Na hora que a gente menos espera  
 No fim do túnel aparece uma luz  
 A luz de uma amizade sincera  
 Para ajudar carregar nossa cruz  
 Foi Deus que pôs vocês no meu caminho  
 Na hora certa pra me socorrer  
 Eu não teria chegado sozinho  
 A lugar nenhum, se não fosse vocês

*(Zeca Pagodinho)*

*Dedico a Luiz Piva, Kátia e Tayeme**(Pai, Mãe e Irmã)*

*No dia em que eu saí de casa  
Minha mãe me disse:  
Filho, vem cá!  
Passou a mão em meus cabelos  
Olhou em meus olhos  
Começou falar  
Por onde você for eu sigo  
Com meu pensamento  
Sempre onde estiver  
Em minhas orações  
Eu vou pedir a Deus  
Que ilumine os passos seus..  
(..)  
E sempre ao lado do meu pai  
Da pequena cidade  
Ela jamais saiu  
Ela me disse assim:  
Meu filho vá com Deus  
Que este mundo inteiro é seu...*

*Eu sei que ela  
Nunca compreendeu  
Os meus motivos  
De sair de lá  
Mas ela sabe  
Que depois que cresce  
O filho vira passarinho  
E quer voar...*

*(Zezé de Camargo e Luciano)*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por nunca ter me abandonado, mesmo nos momentos “obscuros”, sempre sendo a “pilha da lanterna”.

Agradeço ao Amigo, Conselheiro, Companheiro...., Professor Renato Luis Furlan, pela orientação e incentivo durante essa etapa de minha vida e pela paciência durante os longos períodos de ausência.

Agradeço a Professora Nilva Kazue Sakomura e a Professora Vera Maria Barbosa de Moraes, pelos “puxões de orelha” no Exame de Qualificação.

Agradeço a Professora Vera Maria Barbosa de Moraes e ao Professor Antônio Carlos de Laurentiz (UNESP – Ilha Solteira), pelos valiosos conselhos e correções na defesa.

Ao CNPq, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pela concessão da bolsa de mestrado.

A FAPESP, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, pela concessão do auxílio ao projeto.

Aos familiares de Araraquara, Tio Junior, Tia Beli, Gabriela e Bruninho, Vô Bruno, Vó Mirian, Vó Noemia, essas duas últimas o contato direto e rápido com o “barbudinho” lá de cima.

A minha querida Tatinha (Tayeme), às vezes palavras são esquecidas, nomes trocados(...), mas você tem (sempre terá) um lugar cativo no meu coração.

A sub-sede familiar em Jaboticabal, Net, Jão Grandão, Silvia, André, Tatinho e Tiazona.

A todos do Departamento de Fisiologia, Kridão (Santista Verde e Branco), Damares, Clara, Sr. Orandir (torcedor do maior time do mundo), Wagner, Professora Luciane e Professora Kênia, pelos maravilhosos e divertidos momentos.

Aos funcionários do Aviário da FCAV, Róbson (chefe, advogado, pai, marido e técnico agrícola nas horas vagas), “Izirdinho” e Vicente (lado negro da força, vulgo povo mau), pelas inúmeras risadas e fofocas postas em dia. A Sandra e Oswaldo (Fábrica de Ração) e a Ana Paula e Sr. Orlando (Laboratório de Nutrição) pela grande ajuda nas diversas etapas das análises laboratoriais.

A Lilian, Karoll, Bruno, Aiani, Livia e Fabrício (Berlock) pela força e companheirismo durante a condução do experimento.

Ao Nei André Arruda Barbosa, vulgo Pepê, pelo apoio e ajuda a qualquer hora e qualquer dia. A culpa é sua, quem mandou falar que ser bolsista no aviário era só fazer manejinho teta....!!!

A Melina Aparecida Bonato, Mel, pelos conselhos e pela eterna amizade desde 2002 de baixo de um pé de coqueiro lá no laguinho.....

A galera da República Xicreti, eternos irmãos Ratão (fóssil vivo), Peidaneu (aprendeu comigo a jogar bola, certo magrelo???), Siriri (Agro 79), Kiki (beleza fera?), Rufus (ADM 89), Dentinho (Gengis Kã), Jardineiro (Traira), Calota (Bolota Pelota).

Ao pessoal da AD`oro S/A, Rafael, Talarico, Junior, Fernandão, Ivaci, Piai, Duarte, Rodrigo, Rodolfo, Mário, Estevão, Edson e Durante, que por um conselho, ou por um ombro amigo, entenderam essa complicada fase de transição faculdade/mercado de trabalho.

As pessoas que não estão nominalmente citadas e que fizeram ou fazem parte da minha vida, agradeço.

**SUMÁRIO**

	Página
<b>I. INTRODUÇÃO</b> .....	01
<b>II. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	03
Temperatura ambiente.....	03
Gelatinização do amido e forma física da ração.....	08
<b>III. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	10
Local.....	10
Aves e delineamento experimental.....	11
Desempenho.....	13
Rendimento de carcaça.....	14
Temperatura cloacal.....	14
Determinação da produção de calor metabólico.....	16
Ensaio de metabolismo.....	16
Morfometria intestinal.....	17
Determinação do grau de gelatinização do amido.....	18
Análises estatísticas.....	18
<b>IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	19
Desempenho.....	19
Rendimento de carcaça e cortes comerciais.....	21
Coeficiente de metabolização dos nutrientes.....	23
Metabolismo energético.....	25
Temperatura cloacal.....	26
Gelatinização do amido.....	27
Morfometria intestinal.....	28
<b>V. CONCLUSÕES</b> .....	31
<b>VI. REFERÊNCIAS</b> .....	32
<b>VII. APÊNDICES</b> .....	41

## ÍNDICE DE TABELAS

	Pág.
<b>Tabela 1</b> . Esquema de temperatura utilizado no experimento.....	12
<b>Tabela 2</b> . Composição da ração pré-experimental (fase inicial) e das rações experimentais (fase de crescimento) .....	15
<b>Tabela 3</b> . Peso Médio (PM), Ganho de Peso (GP), Consumo de Ração (CR) e Conversão Alimentar(CA) de frangos de corte no período de 21 a 42 dias de idade) .....	19
<b>Tabela 4</b> . Rendimento de Carcaça, Peito, Coxas+Sobrecoxas, Asa, e Gordura Abdominal (Gordura Abd) de frangos de corte aos 42 dias de idade .....	22
<b>Tabela 5</b> . Médias observadas e resultados da análise de variância para coeficiente de metabolização (%) da matéria seca (MS), da proteína bruta (PB) e do extrato etéreo (EE) e para energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço zero de nitrogênio (EMAn, kcal/kg de matéria natural).....	24
<b>Tabela 6</b> . Médias observadas e resultados da análise de variância para ingestão de energia metabolizável aparente (IEMA), produção de calor (PC), energia retida como proteína bruta (ER-PB) e energia retida como gordura (ER-EE) e eficiência de retenção da energia em frangos de corte de 21 a 42 dias de idade.....	26
<b>Tabela 7</b> . Temperatura cloacal de frangos aos 21 (21d), 28 (28d), 35 (35d) e 42 (42d) dias de idade .....	27
<b>Tabela 8</b> . Composição bromatológica e grau de gelatinização do amido (%) das rações farelada, peletizada e triturada .....	28
<b>Tabela 9</b> . Médias de altura de vilo (Vilo), profundidade de cripta (Cripta) e largura da parte mediana (Larg) de Duodeno, Jejunó e Íleo de frangos de corte com 42 dias .....	30

**ÍNDICE DE FIGURAS**

	Pág.
<b>Figura 1.</b> Esquema ilustrativo da fisiologia do estresse calórico nas aves ...	04
<b>Figura 2.</b> Esquema ilustrativo do fracionamento da energia.....	07

## EFEITO DA FORMA FÍSICA DA RAÇÃO PARA FRANGOS DE CORTE CRIADOS EM DIFERENTES TEMPERATURAS

**RESUMO** – O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito da forma física da ração sobre a ingestão e digestibilidade de nutrientes, relacionando-as com o desempenho, rendimento e composição química da carcaça, e morfometria intestinal de frangos submetidos a estresse térmico por calor, isolando-se os efeitos da temperatura e do consumo de ração por meio da técnica de consumo equivalente (“pair feeding”). Foram utilizados 1200 frangos de corte machos da linhagem Cobb. A partir do 22º dia, 720 aves foram destinadas à avaliação de desempenho zootécnico, rendimento de carcaça, grau de gelatinização do amido, morfometria intestinal, metabolismo energético e temperatura retal, na qual as aves foram alojadas em duas câmaras climatizadas (32°C e 22°C), distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 3x3 com 4 repetições e 20 aves em cada unidade experimental. Os fatores analisados foram: formas físicas da ração (farelada, peletizada e triturada) e esquema de alimentação (32°C - alimentação *ad libitum*, 22°C - alimentação *ad libitum* e 22°C e alimentação restrita). Em outras duas câmaras climatizadas, 360 aves foram destinadas a ensaios de metabolismo e digestibilidade dos nutrientes, distribuídas no mesmo delineamento experimental. Concluiu-se que a temperatura ambiente influenciou o rendimento de carcaça, cortes comerciais e os parâmetros zootécnicos, gerando ainda menor produção de calor corporal e maior temperatura cloacal, não interferindo no coeficiente de metabolismo, porém houve alteração na morfometria intestinal. As formas físicas da ração influenciaram o rendimento de carcaça, dietas com processamento térmico obtiveram maior grau de gelatinização, extrato etéreo e profundidades de cripta.

**Palavras-chave:** frango de corte, temperatura ambiente, forma física da ração, pair feeding, gelatinização do amido.

## EFFECT OF THE FORM PHYSICAL RATION OF BROILERS CREATED FOR CUT IN DIFFERENT TEMPERATURES

**ABSTRACT** – The objective was to determine the physical form of diet on the feed intake and nutrients digestibility, relating them with the performance, efficiency and chemical carcass composition, and intestinal morphometry of broiler submitted to different temperatures. A total of 1200 one day old male broiler chicks of the Cobb strain were reared in floor pens. At the 22<sup>nd</sup> day, 720 birds were weighed, and randomly allocated to two environmentally controlled rooms where ambient temperatures were maintained at (32°C and 22°C), distributed in a factorial arrangement in a randomized complete design 3x3 with 4 repetitions and 20 birds in each experimental unit. The analyzed factors had been: physical forms of the ration (mashed, pelleted and crushed) and feeding schedule (32°C – fed *ad libitum*, 22°C – fed *ad libitum* and 22°C fed restricted) . In other two environmental rooms, 360 birds were used for metabolism and digestibility experiment. It was concluded that the ambient temperature affected the carcass, commercial cuts and performance of the broilers. Broiler kept at high temperature showed lower heat production and high cloacal temperature. Temperature did not affect metabolism coefficient, however they modified the intestinal morphometry. The ration form influenced the carcass, and diets with thermal processing had gotten greater gelatinization degree, ether extract and crypt depth.

**Keywords:** broilers, high temperature, physical form, rations, pair feeding, gelatinization

## **I. Introdução**

De acordo com o USDA, em 2007, foram produzidas no mundo 61 milhões de toneladas de carne de frango, valor superado apenas pela produção da carne suína. No mesmo ano, o Brasil contribuiu com aproximadamente 15 % desse montante, ocupando a terceira posição mundial em volume produzido.

Uma característica importante da avicultura é a criação de aves em regiões onde médias de temperatura são elevadas, sendo comum os lotes manifestarem sinais de estresse térmico durante o período final de criação, o que acarreta a redução do consumo e, conseqüentemente, do ganho de peso. Diante disso, a carcaça sofre alterações, apresentando maior quantidade de gordura e menor, de proteína, como conseqüência direta de mudanças no metabolismo energético da ave no intuito de reduzir a produção endógena de calor (GERAERT et al.,1996; FARIA FILHO, 2006)

A temperatura ambiente influencia as características zootécnicas dos frangos de corte, uma vez que esses animais são homeotérmicos, portanto, necessitam manter a temperatura corporal dentro de uma faixa estreita em que as funções orgânicas são desempenhadas com maior eficiência (AIN BAZIZ et al.,1996). No entanto, a primeira resposta dos frangos de corte ao calor é a redução do consumo de ração (AIN BAZIZI et al.,1996; GERAERT et al.,1996) e queda dos parâmetros zootécnicos. Nesse sentido, a forma física da ração fornecida para aves pode ser uma importante ferramenta para redução dos efeitos adversos do estresse térmico por calor, visto que a peletização da ração melhora o desempenho das aves devido aos seguintes fatores: maior consumo de alimento pela estrutura grosseira e tamanho homogêneo das partículas, melhora da palatabilidade da ração, aumento da densidade da ração e melhora da qualidade dos peletes pela gelatinização do amido.

Atualmente os consumidores demonstram preferência pela compra de cortes nobres ao invés do frango inteiro; com isso, ocorre maior interesse da indústria avícola em produzir frangos com maior rendimento de peito, coxa+sobrecoxa e asas. De acordo com AIN BAZIZI et al.,(1996); GERAERT et al.,(1996), a temperatura ambiente pode influenciar as características da carcaça das aves, pois os autores observaram que frangos criados em

temperatura quente apresentam menor rendimento de peito e maior deposição de gordura corporal.

O presente trabalho teve como objetivos estudar o efeito das formas físicas da ração na ingestão e digestibilidade de nutrientes sobre o desempenho, rendimento e composição química da carcaça, e sobre a morfometria intestinal de frangos submetidos a estresse térmico por calor, por meio da técnica de consumo equivalente (“pair feeding”).

## II. REVISÃO DE LITERATURA

### Temperatura Ambiente

A temperatura ambiente constitui-se um dos fatores determinantes para as características zootécnicas dos frangos de corte. De acordo com MACARI et al.,(1994), as aves são animais homeotermos, que dispõem de um centro termorregulador localizado no hipotálamo, sendo capazes de controlar a temperatura corporal por meio de mecanismos fisiológicos e respostas comportamentais, através da produção e liberação de calor, determinando assim a manutenção da temperatura corporal normal.

Entre as respostas fisiológicas compensatórias das aves, quando expostas ao calor, inclui-se a vasodilatação periférica, resultando em aumento na perda de calor não evaporativo. Assim, na tentativa de aumentar a dissipação do calor, a ave consegue aumentar a área superficial, mantendo as asas afastadas do corpo, eriçando as penas e intensificando a circulação periférica. A perda de calor não evaporativo pode também ocorrer com o aumento da produção de urina, se essa perda de água for compensada pelo maior consumo de água fria.(MACARI et al.,1994; LEESON & SUMMERS, 2001).

Outra resposta fisiológica é o aumento na taxa respiratória, resultando em perdas excessivas de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ). Assim, a pressão parcial de  $\text{CO}_2$  ( $\text{pCO}_2$ ) diminui, levando à queda na concentração de ácido carbônico ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ) e hidrogênio ( $\text{H}^+$ ). Em resposta, os rins aumentam a excreção de  $\text{HCO}_3^-$  e reduzem a excreção de  $\text{H}^+$  na tentativa de manter o equilíbrio ácido-base da ave. Essa alteração do equilíbrio ácido-base é denominada de alcalose respiratória (BORGES et al.,2003) (Figura 01).

O menor consumo de ração observado em frangos de corte mantidos em estresse de calor é uma tentativa de reduzir a produção de calor metabólico. Essa redução do consumo de ração é acompanhada de piora no ganho de peso e na conversão alimentar, conforme constatado por AIN BAZIZ et al.,(1996), que verificaram redução do consumo de ração no período de 22 a 42 dias de idade, podendo chegar até a 36% para frangos criados em 32°C em comparação aos criados em 22°C. Em trabalho semelhante, porém iniciando o

período de estresse térmico aos 21 dias, FARIA FILHO (2006) concluiu que 60% do pior ganho de peso ocorreu por consequência direta da redução no consumo de ração. No entanto, a redução que o estresse por calor promove sobre os índices produtivos é maior que a causada pela redução do consumo de ração (AIN BAZIZ et al.,1996; GERAERT et al.,1996).

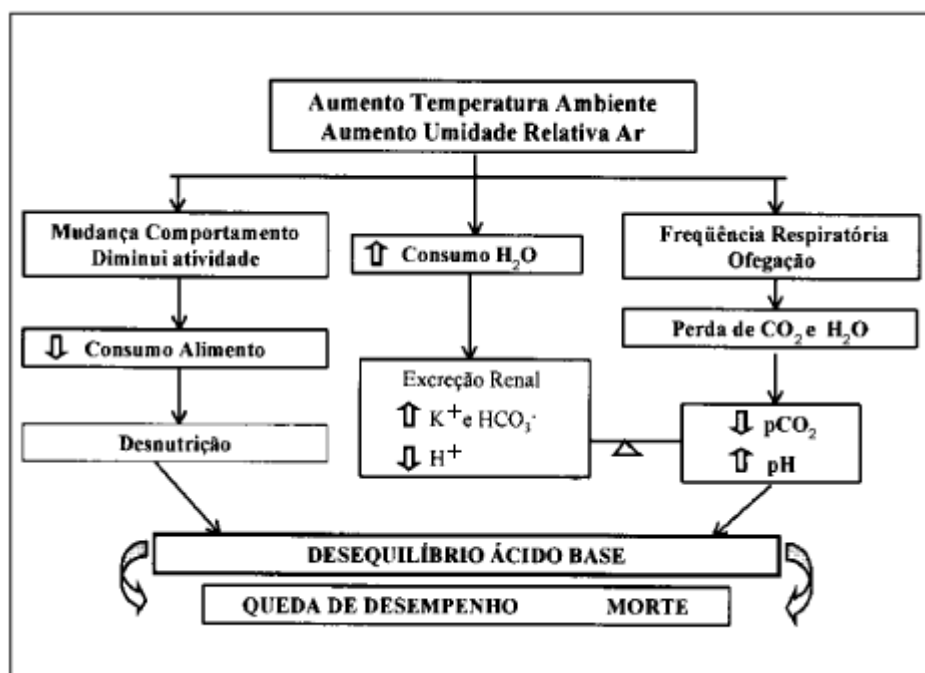


Figura 1 – Esquema ilustrativo da fisiologia do estresse calórico nas aves (Adaptado de Borges et al., 2003).

No aspecto relacionado às características de carcaça, frangos expostos ao calor apresentam maior rendimento de carcaça em função do menor desenvolvimento visceral e de penas ocorrido nessas condições (AIN BAZIZ et al.,1996), entretanto o maior rendimento não compensa o menor ganho de peso apresentado pelas aves criadas em ambiente quente.

A exposição ao calor acarreta maior teor de gordura e menor rendimento de peito, enquanto os rendimentos de carcaça e de coxa + sobrecoxa são maiores (TEMIM et al., 2000, FARIA FILHO, 2003).

Segundo AIN BAZIZ et al., (1996), a musculatura do peito possui metabolismo anaeróbico utilizando glicogênio como substrato energético, enquanto a musculatura da coxa + sobrecoxa e asas utiliza ácidos graxos para suprimento de energia com metabolismo aeróbico. Durante o estresse por calor, ocorre aumento da ofegação numa tentativa de perder calor, conduzindo a uma maior atividade da musculatura do peito, e como as reservas de glicogênio são limitadas, o desenvolvimento da musculatura do peito é

prejudicada. Contudo, o rendimento de asas e de coxa + sobrecoxa não é reduzido, pois as aves estocam quantidades consideráveis de gordura nessa região.

MITCHELL & CARLISLE (1992) observaram redução na área absorptiva intestinal de frangos de corte expostos à temperatura elevada como efeito da diminuição (19%) da altura de vilosidades intestinais, que têm papel fundamental na degradação final de proteínas e carboidratos (GARTNER & HIATT, citado por FIGUEIREDO et al., 2003). De acordo com UNI (2001), a redução da altura das vilosidades intestinais de aves submetidas a estresse térmico por causa do calor é consequência direta da redução de consumo de ração.

Segundo YUNIAN TO et al.,(1997), quando a temperatura ambiente atinge o limite crítico superior, as aves necessitam diminuir sua produção de calor, como forma de manter o equilíbrio da temperatura corporal. O equilíbrio entre produção e perda de calor é extremamente importante para a manutenção da homeostase térmica.

Antes de continuar a discussão, é importante conceituar incremento calórico e produção de calor, através do fracionamento da energia (Figura 2).

Pela diferença entre a energia bruta do alimento e a energia bruta das fezes tem-se a energia digestível do alimento, da qual se desconta a energia bruta perdida pela urina e obtém-se a energia metabolizável, forma usualmente conhecida de expressar a energia utilizada para aves, já que esses animais excretam juntos fezes e urina (ácido úrico). Em seguida, pela diferença entre a energia metabolizável e o incremento calórico, obtém-se a energia líquida, que será utilizada, em parte, para manutenção e para produção, sendo os eventuais excessos depositados na forma de gordura (URBANO, 2006).

Para CHURCH & POND (1977), incremento calórico é representado pelo calor produzido durante digestão e metabolismo dos nutrientes, ou seja, é o calor resultante do aumento da atividade gastrointestinal, hepática, renal, dos sistemas circulatório e respiratório, devido à necessidade de digerir e metabolizar os nutrientes. Esses autores citaram resultados obtidos com suínos, nos quais o incremento calórico expresso como porcentagem da energia metabolizável de manutenção é de 9% para os lipídeos, de 17% para os

carboidratos e de 26% para a proteína. O termo produção de calor refere-se ao somatório do incremento calórico com a energia gasta para manutenção.

Sendo assim, no frango de corte, a produção de calor é particularmente alta, pois sua taxa de crescimento é suportada pelo elevado consumo alimentar, cuja eficiência de utilização de energia metabolizável é de apenas 40%. Isso significa que 60% do consumo de energia metabolizável será perdida como calor (TEETER,1994); conseqüentemente, em ambientes quentes as aves diminuem o consumo alimentar a fim de diminuir a produção de calor.

Alterações no teor de energia metabolizável da ração e nos coeficientes de metabolização dos nutrientes também podem ocorrer para frangos de corte criados em ambiente quente. GERAERT et al., (1992) encontraram que o teor de energia metabolizável da ração não é alterado pela exposição de frangos ao calor, enquanto que KESHAVARZ & FULLER (1980) observaram maiores teores e YAMAZAKI & ZI-YI (1982) verificaram teores reduzidos de energia. Com relação aos coeficientes de metabolização dos nutrientes, WALLIS & BANALVE (1984) mostraram que frangos expostos ao calor apresentam menor metabolização dos aminoácidos da ração, no entanto esse efeito ocorre principalmente para as fêmeas. BONNET et al., (1997) observaram que o estresse por calor diminui o coeficiente de metabolização da proteína e da gordura e associaram essa redução na metabolização com o pior desempenho de frangos expostos ao calor.

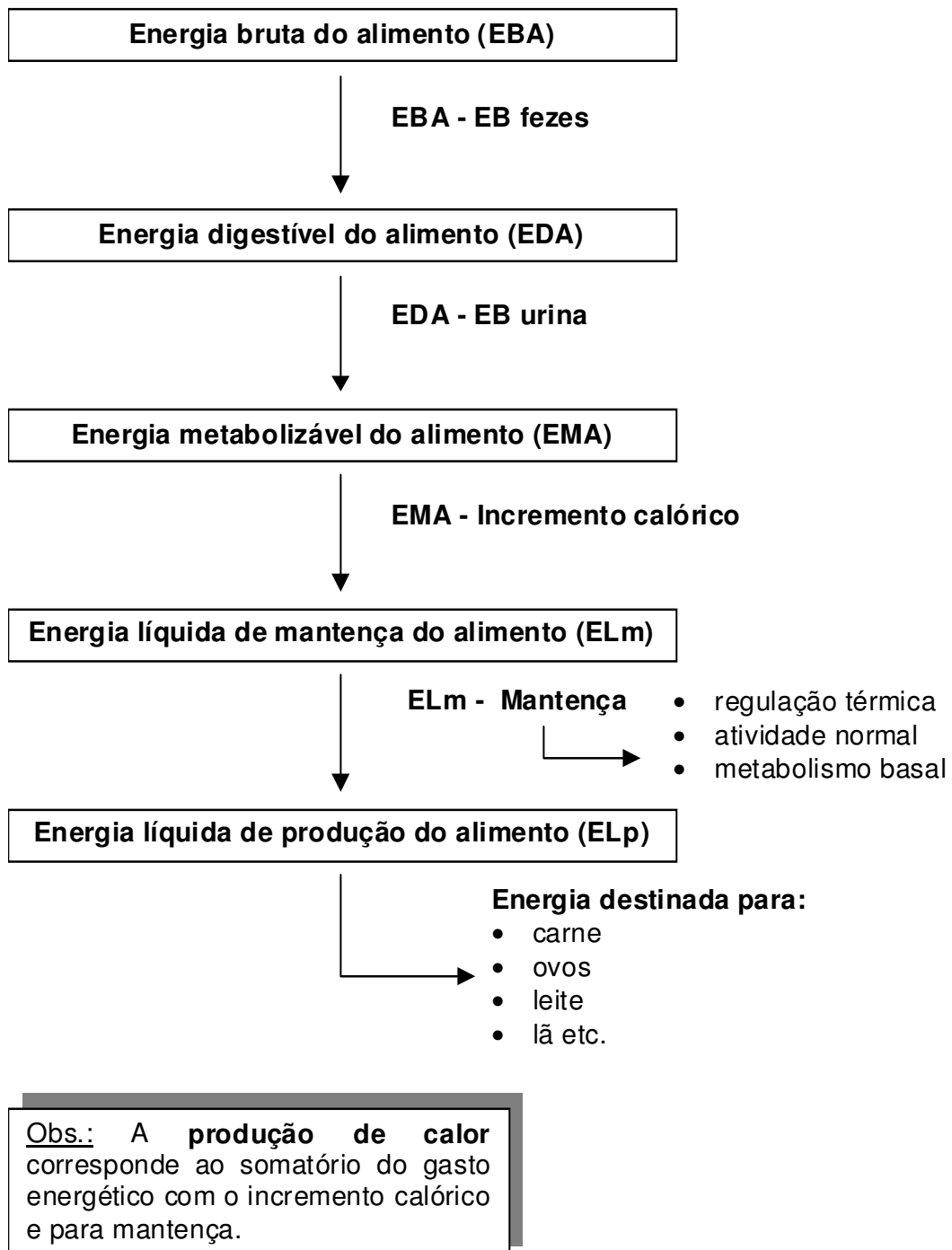


Figura 2- Esquema ilustrativo do fracionamento da energia ( Adaptado de FARIA FILHO, 2003; URBANO, 2003)

### **Grau de gelatinização do amido e forma física da ração**

O milho, componente mais abundante em rações para frangos no Brasil, contribui com aproximadamente 65% da energia metabolizável e 22% da proteína bruta na dieta (ROSTAGNO et al.,2005), por ser constituído basicamente de amido, a principal forma de armazenamento de energia pelos vegetais. O amido é composto por dois polissacarídeos, amilose e amilopectina, que se agrupam formando um complexo altamente organizado. A amilose é uma molécula helicoidal, essencialmente linear, composta por 250 a 300 unidades de D-glicopiranosose ligadas uniformemente por pontes glicosídicas  $\alpha$ -1,4. O mesmo tipo de ligação é encontrado entre as unidades de glicose que constituem a molécula de amilopectina, no entanto há pontos de ramificação em sua cadeia, onde existem ligações  $\alpha$ -1,6 (LEHNINGER et al.,1995).

De acordo com a velocidade com a qual é digerido *in vitro*, o amido sofre três classificações: amido rapidamente digerido (quando, ao ser submetido à incubação com amilase pancreática e amiloglicosidase em temperatura de 37°C, converte-se em glicose em 20 minutos), lentamente digerível (se, nas condições anteriores, é convertido em glicose em 120 minutos), amido resistente (resiste à ação de enzimas digestivas). Esse último é quantificado por meio de métodos *in vivo* e *in vitro* (direto e indireto), onde o método indireto baseia-se na determinação do amido total e amido disponível, e, por diferença, é obtida a quantidade de amido resistente (CHAMP & FAISANT, 1996; ENGLYST, 1992, citados por WALTER et al., 2005).

O amido presente no milho é facilmente metabolizado pelas aves, porém a forma de processamento do grão, puro ou já incorporado na ração, pode aumentar ainda mais sua disponibilidade por provocar alterações em sua conformação molecular. Quando aquecidos acima de 100°C, na presença de água, os grânulos de amido formam uma suspensão viscosa com o meio. A temperatura na qual ocorre tal fenômeno é denominada de temperatura de gelatinização do amido, processo irreversível que leva a um colapso da ordenação granular, provocando severo inchaço dos grânulos, com conseqüente perda da biorrefringência e rompimento estrutural, liberando amilose e amilopectina no meio (FUKUOKA et al., 2002). Como conseqüência,

aumenta-se a digestibilidade dos polissacarídeos visto que a amilose e a amilopectina, em condição natural, não são acessíveis à ação da amilase no processo de digestão (FURLAN et al., 2003)

A digestão dos carboidratos inicia-se no lúmen intestinal por ação da amilase pancreática, porém somente após a ação das dissacaridases presentes na superfície externa da membrana dos enterócitos é que partículas absorvíveis são geradas (CHOTINSKY et al., 2001; VIEIRA, 2002).

A literatura relata influência significativa da forma física da ração sobre o desempenho de frangos de corte. BEHNK (1995) concluiu que a peletização melhora o ganho de peso e a conversão alimentar das aves. Da mesma forma, MILTENBURG et al., (1993) relataram maior ganho de peso em frangos alimentados com ração triturada. Já LÓPEZ & BAIÃO (2002) não verificaram diferença no rendimento de carcaça de frangos alimentados com dietas fareladas ou granuladas. No entanto, independente da granulometria utilizada, os autores observaram menor peso da moela e do pâncreas nas aves alimentadas com as rações granuladas.

O tamanho das partículas do alimento e sua forma física também influenciam a velocidade de passagem da digesta no trato gastrintestinal (MACARI et al., 2002), sendo a velocidade de partículas maiores mais lenta do que a de partículas menores, e a das dietas peletizadas mais rápida do que a das fareladas (NIR et al., 1994).

Diferenças na forma física das rações causam alterações fisiológicas na moela, que ocasiona mudanças na digestão dos nutrientes. Segundo NIR (1998), o consumo de dietas granuladas provoca aumento da necessidade de oxigênio no intestino, em função do número reduzido de refeições, da maior carga intestinal, pela maior presença de quimo, e da maior incidência de distúrbios intestinais subclínicos provocada pelo aumento do pH da moela. O alimento farelado de menor granulometria permanece por períodos mais curtos na moela, resultando em menor eficiência da digestão dos nutrientes (RIBEIRO et al., 2002).

A intensidade do tratamento térmico da ração, além de determinar o grau de gelatinização do amido, também está relacionada com a maior solubilização do conteúdo protéico da dieta, facilitando assim a ação enzimática e aumentando a digestibilidade da ração (LUCHT, 2002). MORAN

(1987) mostrou que a combinação de umidade, calor e pressão durante o processamento industrial da ração, melhora a digestibilidade de carboidratos e proteínas pelas aves. O primeiro, em função da gelatinização do amido, o segundo pela alteração das estruturas terciárias naturais das proteínas. TURNER (1995) verificou que a peletização favoreceu o consumo de ração e a eficiência de retenção da energia metabolizável, aumentando o ganho de peso em 10% e a eficiência alimentar em 5%, enquanto LECZNIESKI (1997) observou maior quantidade de gordura, tanto abdominal quanto total (carcaça e vísceras), em frangos alimentados com ração peletizada.

De fato, a ração peletizada exige menor esforço físico das aves para o consumo, ocasionando menor gasto energético e aumento da energia líquida disponível para produção (NIR et al., 1994), além de evitar a seleção de partículas maiores pelas aves. Entretanto, o fornecimento de ração peletizada apresenta maior propensão à ascite e à síndrome da morte súbita (NETO & CAMPOS, 2002), devido à aceleração no ganho de peso.

Trabalhos envolvendo temperatura ambiente e formas físicas da ração são escassos na literatura. HOWLIDER & ROSE (1992) estudaram a influência da forma física da ração sobre o desempenho de frangos de corte de 22 a 49 dias de idade submetidos a diferentes temperaturas ambientes (17, 21, 25 e 29°C) e concluíram que a utilização de ração padrão peletizada é compensatória em relação à farelada com maior nível energético. Verificaram também que a temperatura não interferiu no rendimento de carcaça, mas proporcionou aumento na quantidade de gordura.

### **III. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **Local**

O experimento foi conduzido entre os meses de novembro e dezembro de 2007 nas câmaras climatizadas no aviário experimental da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Jaboticabal – SP. Foram utilizadas 5 câmaras climatizadas, de 6,0m de largura por 8,0m de comprimento, com piso de concreto e paredes laterais e superiores de material termo-isolante. Duas câmaras uma quente a outra termoneutra são divididas em 16 boxes com dimensões de 1,0m de largura por 2,5m de comprimento, separados por tela de

arames com 2,0m de altura. Outras duas, possuem gaiolas metálicas. Apenas uma das câmaras não apresenta nenhuma divisão interna e foi utilizada somente durante o período pré-experimental, quando as aves foram alojadas em um único ambiente. Cada câmara possui 4 exaustores para renovação do ar, sendo 2 na parte da frente e 2 na parte de trás. O aquecimento nas duas câmaras quentes foi feito através de lâmpadas de infravermelho, sendo as câmaras neutras mantidas a temperatura termoneutra através de blocos frigoríficos e aquecedores elétricos. Todo o sistema de aquecimento e refrigeração foi controlado por termostatos.

### **Aves e Delineamento Experimental**

Foram utilizados 1200 frangos de corte machos, da linhagem Cobb, de 1 dia de idade, provenientes de incubatório comercial. Na chegada dos pintos foi realizada pesagem de uma amostra do lote (10%) para a determinação de seu peso médio ( $47 \pm 2g$ ), sendo posteriormente as aves alojadas em uma das câmaras climatizadas sob cama de casca de arroz com aproximadamente 10cm de espessura, até os 21 dias de idade (período pré-experimental). Durante esse período, as aves foram criadas em temperatura termoneutra de acordo com a idade (Tabela 01) e o fornecimento de luz foi contínuo (24 horas de claridade). Ração (farelada) e água foram disponibilizadas *ad libitum* em comedouros tubulares e bebedouros pendulares. Todas as rações utilizadas no experimento foram fornecidas de maneira a atender as exigências da linhagem, sendo a composição nutricional dos ingredientes baseada em valores propostos por ROSTAGNO *et al.*, (2005).

As aves foram vacinadas contra doença de Marek e Bouda Aviária no incubatório. No 8º dia de idade as aves foram vacinadas (via ocular) contra Newcastle e Gumboro e no 14º dia contra a doença de Gumboro na água de bebida.

No 18º dia de criação uma amostra de 10% do lote foi pesada para formação das parcelas e 720 aves foram separadas e distribuídas em quatro câmaras climatizadas em grupos (parcelas experimentais). Os animais foram distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial 3x3, totalizando 9 tratamentos com 4 repetições de 20 aves cada. Os fatores analisados foram “formas físicas da ração” e “esquema de alimentação”

(32°C - alimentação *ad libitum*, 22°C - alimentação *ad libitum* e 22°C e alimentação restrita). A partir deste momento, de acordo com o grupo ao qual foram designadas, as aves receberão três tipos de ração (farelada, peletizada e triturada) e serão criadas em temperatura termoneutra até os 21 dias, sendo esse período caracterizado como de adaptação à ração.

**Tabela 1** . Esquema de temperatura que será utilizado no experimento.

Período (dias de idade)	Temperatura de Criação (°C)	
	Termoneutra	Quente
1 a 4	32	32
5 a 7	30	30
8 a 14	28	28
15 a 16	26	26
17 a 21	24	24
22 a 42	22	32

Adaptado de BRUNO *et al.* (2000).

No 21º dia todo o lote foi pesado, então essas aves foram destinadas à avaliação de desempenho e foram submetidas a duas diferentes temperaturas de criação: uma quente (32°C) e outra termoneutra (22°C). Nessa idade 10 aves foram abatidas por deslocamento cervical e congeladas inteiras (penas, sangue e vísceras) após jejum alimentar de 24 horas, para análises posteriores.

Durante o período de avaliação de desempenho, a temperatura ambiente foi constante, de acordo com o esquema descrito por GERAERT *et al.* (1996): um grupo de aves foi criado em 32°C com alimentação *ad libitum* (32°C *ad libitum*) e outro em 22°C também com alimentação *ad libitum* (22°C *ad libitum*). Um terceiro grupo foi criado em 22°C recebendo a mesma quantidade de alimento das aves criadas em estresse por calor (22°C restrito). Dessa forma, as aves do grupo "22°C restrito" receberam diariamente a mesma quantidade de alimento que o grupo "32°C *ad libitum*" consumiu no dia anterior. Esse esquema permitiu separar os efeitos da temperatura quente do efeito do baixo consumo de ração das aves criadas em estresse calórico.

Em outras duas câmaras climatizadas, 360 aves foram alojadas em gaiolas metálicas para a realização do ensaio de metabolismo da ração, para tanto foram distribuídas em um DIC em esquema fatorial 3x3, totalizando 9 tratamentos com 4 repetições de 10 aves cada. Os fatores analisados foram “formas físicas da ração” e “esquema de alimentação” (32°C – alimentação *ad libitum*, 22°C – alimentação *ad libitum* e 22°C – alimentação restrita).

Os frangos foram submetidos a um período de quatro dias de adaptação (22 a 27 dias) seguido por outro de quatro dias de coleta total de excretas (28 a 32 dias), sendo as coletas feitas duas vezes ao dia.

Durante o período de avaliação de digestibilidade e metabolismo, a temperatura ambiente será constante, de acordo com o esquema descrito acima por GERAERT *et al.*, (1996).

### **Desempenho**

No 21º dia de idade, foram montadas unidades experimentais com frangos pesando em média 886g  $\pm$  17,4g, sendo utilizados 720 frangos, machos da linhagem comercial Cobb-500®, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 3x3, totalizando 9 tratamentos com 4 repetições de 20 aves cada. Os fatores analisados foram: formas físicas da ração e esquema de alimentação (32°C - alimentação *ad libitum*, 22°C - alimentação *ad libitum* e 22°C e alimentação restrita). Esse esquema de temperatura/alimentação foi proposto por GERART *et al.*,(1996) e permite separar o efeito direto da temperatura do efeito da redução do consumo de ração provocado pela exposição ao calor.

Os frangos foram criados em câmara climatizada, em cama de casca de arroz, e as temperaturas obtidas foram 22°C alimentação *ad libitum* (23,1  $\pm$  1,9°C), 22°C alimentação restrita (23,5  $\pm$  2,5°C), 32°C alimentação *ad libitum* (31,8  $\pm$  2,6°C).

O aquecimento das câmaras foi feito por meio de lâmpadas infravermelhas de 250 watts e o resfriamento através de refrigeradores. Todo o sistema de aquecimento e refrigeração foi controlado por termostatos e o programa de luz foi contínuo (24 horas de luz artificial) durante todo o período experimental, utilizando lâmpadas fluorescentes de 100 watts.

As rações experimentais (Tabela 1) foram compostas principalmente por milho e farelo de soja, seguindo a composição nutricional dos ingredientes e os níveis nutricionais de acordo com ROSTAGNO et al.,(2005).

Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA) foram avaliadas nos frangos de 21 a 42 dias de idade.

### **Rendimento de Carcaça**

Aos 42 dias de idade procedeu-se a retirada de dois frangos por unidade experimental ( $\pm$  50gramas da média do grupo). Após jejum de alimento de 6 horas, os frangos foram insensibilizados por concussão cervical e abatidos por sangria mediante corte da veia jugular, sendo posteriormente escaldados, depenados e eviscerados. Em seguida foram pesadas as carcaças (incluindo pés e cabeça). Foram avaliados o rendimento de carcaça, peito, coxas + sobrecoxas, asas e a porcentagem de gordura abdominal, que foram feitos por uma única pessoa devidamente treinada. A gordura abdominal foi aferida dos músculos abdominais e da área da bursa de Fabrícus e cloaca, conforme descrito por SMITH (1993). Na determinação do rendimento de carcaça foi considerado o peso da carcaça limpa e eviscerada (com cabeça e pés), em relação ao peso vivo em jejum, obtido antes do abate. O mesmo procedimento foi realizado para o cálculo da gordura abdominal. As demais características foram calculadas em relação ao peso da carcaça limpa.

### **Temperatura Cloacal**

Semanalmente, duas aves por parcela experimental foram aleatoriamente identificadas e utilizadas para a determinação da temperatura interna (cólon), através da introdução de uma sonda diretamente na cloaca em profundidade de  $\pm$  5 cm. A sonda foi acoplada a um termômetro analógico onde foi feita a leitura da temperatura após 30 segundos de estabilização do leitor. O valor da parcela foi calculado por meio da média aritmética.

**Tabela 2** – Composição da ração pré-experimental (fase inicial) e das rações experimentais (fase de crescimento).

<b>Ingredientes (%)</b>	<b>Fase Inicial</b>	<b>Fase de Crescimento</b>
Milho	58,10	61,57
Farelo de Soja, 45	35,35	29,48
Óleo de Soja	2,41	4,35
Fosfato Bicálcico	1,87	1,59
Calcário Calcítico	0,92	0,82
Sal Comum	0,50	0,45
DL-metionina	0,30	0,23
L-lisina	0,27	0,21
Treonina	0,03	0,05
Cloreto Colina 60%	0,10	0,10
Coxistac 12% <sup>®</sup>	0,05	0,05
Premix <sup>1</sup> (1 kg/ton)	0,10	0,10
Dextrina	0	1,0
<b>TOTAL</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>
<b>Exigências Nutricionais</b>		
EM (kcal/kg)	3.000	3.150
Proteína Bruta (%)	21,50	19,00
Cálcio (%)	0,92	0,80
Fósforo Disponível (%)	0,46	0,40
Fósforo Total (%)	0,67	0,60
Sódio (%)	0,22	0,20
Colina (ppm)	1.995	1.868
Lisina (%)	1,24	1,04
Metionina (%)	0,6	0,50
Metionina + Cistina (%)	0,87	0,75
Treonina (%)	0,74	0,68

<sup>1</sup> **Suplemento vitaminas/minerais** - Níveis por kg de ração: vitamina A 1.500 UI; vitamina D3 500 UI; vitamina E 20 mg; vitamina K 0,5 mg; vitamina B1 2,0 mg; vitamina B2 6,6 mg; vitamina B12 20,0 mcg; ácido fólico 0,1 mg; colina 750 mg; ácido pantotênico 10,00 mg; niacina 100,0 mg; antioxidante 125 mg; cobre 10,0 mg; ferro 50,0 mg; iodo 1,365 mg; manganês 88,00 mg; selênio 0,25 mg; zinco 100 mg.

### **Determinação da Produção de Calor Metabólico**

A produção de calor foi avaliada pelo método do abate comparativo (SAKOMURA et al., 2005). Para isso foram realizados abates referenciais de duas aves por repetição aos 21 e 42 dias de idade. Antes do abate as aves foram submetidas a 24 horas de jejum alimentar.

Após o abate as aves foram congeladas (-4°C) inteiras (com penas, sangue e vísceras) e posteriormente moídas integralmente em moedor de carne comercial de 30HP e após homogeneização foram pré-secas em estufa com ventilação forçada a  $50 \pm 2^\circ\text{C}$  por 72 horas. Em seguida, foram moídas em moinho de bola e acondicionadas em tubos plásticos para determinação de energia bruta. As análises foram realizadas em duplicatas, sendo essas refeitas quando os resultados tiveram variação maior que 5% para a mesma amostra. Essas análises foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da FCAV-UNESP de Jaboticabal, conforme os procedimentos preconizados por SILVA & QUEIROZ, 2002.

A energia corporal retida foi calculada pela diferença de energia aos 42 e 21 dias de idade. A produção de calor foi determinada pela diferença entre a ingestão de energia metabolizável aparente e a energia retida. A retenção de energia como proteína foi obtida pela multiplicação da proteína retida por 5,66 kcal/g. A energia retida como gordura foi obtida pela diferença entre o total da energia e a energia retida como proteína (SWENNEN et al., 2004). Os resultados foram expressos em  $\text{kcal/kg}^{0,75}/\text{dia}$ .

### **Ensaio de Metabolismo**

Foi realizado um ensaio de metabolismo pelo método tradicional de coleta total de excretas durante o período de 28 a 32 dias de idade, para determinação do coeficiente de metabolização da matéria seca, da proteína bruta, do extrato etéreo e a energia metabolizável aparente corrigida para balanço zero de nitrogênio (EMAn). Foi feito um período de adaptação as instalações e as rações experimentais de seis dias (22 ao 27 dias de idade). Para cada coleta das excretas foram instaladas abaixo das gaiolas bandejas revestidas com plástico. No primeiro e no último dia de coleta, adicionou-se 1% de óxido férrico nas rações para identificar as excretas provenientes das dietas experimentais. As coletas foram realizadas duas vezes ao dia, sendo as

mesmas acondicionadas por repetição e imediatamente congeladas (-4°C). No final do experimento, foram determinadas as quantidades de ração consumidas e o total de excretas produzidas. Após o descongelamento à temperatura ambiente, as excretas foram homogeneizadas e secas em estufa de circulação forçada de ar em 55 ± 2°C por 72 horas, sendo posteriormente moídas (SAKOMURA & ROSTAGNO, 2007). As rações e as excretas foram analisadas quanto aos teores de matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo e energia bruta (EB), conforme SILVA & QUEIROZ (2002).

Calculou-se a EMAn pela fórmula:

$$\text{EMAn (kcal/kg MN)} = \frac{[(\text{EB ingerida}) - (\text{EB excretada})]}{\text{kg matéria natural ingerida}} - 8,22 \times \text{BN}$$

Onde, BN é o balanço de nitrogênio que foi determinado pela diferença entre o Nitrogênio ingerido e o excretado, expresso em gramas.

$$\text{Metabolização (\%)} = \frac{[(\text{nutriente ingerido}) - (\text{nutriente excretado})]}{\text{nutriente ingerido}} \times 100$$

### **Morfometria Intestinal**

Esta etapa consistiu na avaliação de alterações na superfície absorptiva das mucosas do duodeno, jejuno e íleo das aves submetidas a avaliações de desempenho. Aos 42 dias de idade, após 12 horas de jejum alimentar, uma ave de cada repetição cujo peso representou o peso médio (±50gramas da média do grupo), foi sacrificada por deslocamento cervical. Fragmentos de 1,5cm foram retirados da metade do comprimento da alça duodenal, aos 10cm acima do divertículo de Meckel (jejuno) e 10cm acima da junção ileocecal (íleo) de cada ave. Elas foram então abertas em toda sua extensão pela borda mesentérica, estendidas em uma base de papel rígido, identificadas, lavadas em água corrente e fixadas em solução de Bouin por 24 horas. Passado esse período, as amostras foram trabalhadas de acordo com a rotina do Laboratório de Histologia do Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP/Jaboticabal, sendo lavadas para

retirada do fixador, desidratadas em solução de concentração crescente de etanol (70%, 80%, 90%, 95% e absoluto), diafanizadas em xilol, incluídas em parafina, microtomizadas a 5µm, dispostas em lâminas 26 X 76 mm e coradas por hematoxilina de Harris – eosina. Em cada lâmina foram dispostos seis cortes de regiões diferentes da mesma amostra como forma de garantir um universo considerável de vilosidades a serem analisadas e proporcionar a cobertura de grande parte da extensão do segmento intestinal, maximizando a confiabilidade nos resultados. Os cortes foram então fotografados em objetiva 10x por um sistema de câmera digital acoplada a microscópio binocular Carl Zeiss, sendo analisados no software analisador de imagens Image-J. Para cada porção intestinal, foram analisadas ao acaso um número não inferior a 30 vilosidades, sendo efetuadas as seguintes medidas: altura da vilosidade, profundidade de cripta e largura da parte mediana da vilosidade.

#### **Determinação do Grau de Gelatinização do Amido**

O grau de gelatinização do amido das rações foi obtido pelo ensaio enzimático de hidrólise seqüencial do amido (KARKALAS, 1985 - modificado), determinando o teor de amido total e de amido resistente das rações triturada e peletizada. Foi realizada uma amostragem das rações e utilizadas 5 repetições de cada ração. As análises foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da FCAV-UNESP de Jaboticabal.

O grau de gelatinização foi determinado segundo a fórmula:

$$\%GG = \frac{(AT - AR)}{AT} \times 100, \text{ onde:}$$

%GG = Grau de Gelatinização

AT = Amido Total

AR = Amido Resistente

#### **Análises Estatísticas**

Foi realizada análise de normalidade dos erros estudentizados (teste de Cramer-Von Misses) e de homogeneidade de variâncias (teste de Brown-Forsythe). Após verificação do atendimento dessas pressuposições, os dados foram submetidos à análise de variância por meio do procedimento “General Linear Model” do programa SAS® (LITTEL et al., 2002), e em caso de diferença

estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ ), as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

#### IV. Resultados e Discussão

##### Desempenho

Os resultados provenientes das diferentes formas físicas da ração e o esquema de temperatura/alimentação são apresentados na Tabela 2, e não foram apresentadas interações significativas sobre as variáveis de desempenho estudadas.

**Tabela 3.** Peso Médio (PM), Ganho de Peso (GP), Consumo de Ração (CR) e Conversão Alimentar (CA) de frangos de corte no período de 21 a 42 dias de idade.

Fatores	PM (g)	GP (g)	CR (g)	CA (g/g)
Temperatura				
22 <i>Ad Libitum</i>	2897 <b>a</b>	2012 <b>a</b>	3843 <b>a</b>	1,91 <b>a</b>
22 Restrito	2424 <b>b</b>	1535 <b>b</b>	2764 <b>b</b>	1,80 <b>a</b>
32 <i>Ad Libitum</i>	2157 <b>c</b>	1271 <b>c</b>	2734 <b>b</b>	2,15 <b>b</b>
Dieta				
Farelada	2494 <b>ab</b>	1617	3057 <b>b</b>	1,91 <b>a</b>
Peletizada	2566 <b>a</b>	1656	3292 <b>a</b>	2,00 <b>b</b>
Triturada	2458 <b>b</b>	1584	3060 <b>b</b>	1,94 <b>ab</b>
<b>Probabilidades</b>				
Temperatura (T)	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Dieta (D)	0,03	0,52	0,003	0,003
Interação T x D	0,35	0,59	0,81	0,16
CV %	3,48	5,33	3,92	4,54

Médias seguidas de letras iguais em uma mesma coluna, dentro de cada fator, não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%)

Pode-se observar que o peso médio dos frangos criados em 32°C/*ad libitum* foi 26% menor que os obtidos a 22°C/*ad libitum* e 11% menor que o dos frangos criados a 22°C/restrito. Assim, esses resultados indicam que, em média, 42% (11/26) da perda de peso médio foram devido à ação direta da temperatura e que os 58% restantes foi devido aos efeitos provocados pelo baixo consumo alimentar.

O ganho de peso dos frangos criados em 32°C/*ad libitum* foi 37% menor que o obtido pelos frangos criados em 22°C/*ad libitum* e aproximadamente 17% menor que o dos frangos criados em 22°C/restrito. Esses resultados indicaram que, em média, 47% (17/37) da perda total de ganho de peso foram devido à ação direta da temperatura e que os 53% restantes foi devido ao baixo consumo de ração provocado pelo calor.

Os frangos criados em 32°C/*ad libitum* apresentaram consumo de ração 29% menor em relação aos frangos criados em 22°C/*ad libitum*. SAKOMURA et al.,(2005) relataram que a redução do consumo de ração ocorre para evitar aumento na produção de calor corporal, pois este aumenta com consumo de ração.

A conversão alimentar dos frangos criados em 32°C/*ad libitum* foi em média 11% pior que a dos frangos criados em 22°C/*ad libitum* ou 22°C/restrito, sendo que esses últimos grupos foram semelhantes entre si. Assim, toda a piora da conversão alimentar observada para os frangos criados em 32°C foi devido ao efeito da temperatura. Isso pode ter ocorrido em função do alto gasto energético para dissipação de calor (GERAERT et al., 1996).

A exposição ao calor reduz os índices produtivos, parte dessa redução se deve ao baixo consumo de ração provocado pela exposição ao calor que gera deficiência em energia e nutrientes. Outra parte é associada aos efeitos diretos da temperatura, pois os frangos aumentam seus gastos energéticos para dissipação de calor por evaporação, para manter a homeotermia (FURLAN & MACARI, 2002).

Os frangos alimentados com ração peletizada tiveram maior peso médio que os alimentados com ração triturada, porém não diferiram daqueles que receberam ração farelada. Isso pode ser devido à redução da velocidade de passagem das partículas maiores da moela para os intestinos, resultando em melhor ganho de peso (NIR et al., 1994b). Esses resultados diferem dos observados por LOTT et al.,(1992), os quais verificaram que frangos apresentaram melhor desempenho quando consumiram uma dieta com granulometria menor.

Pode se observar que os frangos que consumiram ração peletizada apresentaram maior consumo de ração comparado com as duas outras formas. Tais resultados podem também estar relacionados ao fato de as aves selecionarem o alimento conforme o tamanho da partícula e não quanto à composição de nutrientes da dieta. Nesse caso, a preferência é pelo consumo de partículas maiores em detrimento das menores (PORTELLA et al.,1988). O maior consumo das dietas granuladas em relação às fareladas seria devido à maior densidade das rações granuladas, ao seu tamanho uniforme e ao impedimento da apreensão seletiva do alimento (NIR et al.,1995) .

As aves alimentadas com ração peletizada apresentaram pior conversão alimentar em relação às aves alimentadas com ração farelada. O aumento do consumo da ração peletizada não foi seguido por resposta semelhante no peso corporal. Portanto essa ração foi utilizada com menor eficiência, visto que a digestibilidade da ração é maior nas dietas que apresentam granulometria mais grosseira, aumentando o peristaltismo e melhorando a utilização do alimento (NIR, 1998).

### **Rendimento de carcaça e cortes comerciais**

As formas físicas da ração e o esquema temperatura/alimentação não interagiram significativamente sobre o rendimento de carcaça, cortes comerciais e gordura abdominal (Tabela 3).

Os rendimentos de carcaça foram maiores nos frangos criados em 32°C/*ad libitum* em relação aos criados em 22°C/*ad libitum* ou 22°C/restrito. Esse resultado pode ser explicado pelo menor desenvolvimento visceral das aves submetidas ao calor e pelo menor empenamento em função da necessidade de dissipação de calor (GERAERT et al., 1993).

O rendimento de peito foi 4,5% superior para aves criadas em temperatura termoneutra em relação às criadas em ambiente quente. Esse resultado corrobora com GERAERT et al.,(1996), que mostraram que a redução do rendimento de peito não ocorre em função do menor consumo de ração em temperatura quente.

Os rendimentos de coxas+sobrecoxas foram maiores nos frangos criados em 32°C/*ad libitum* em relação aos criados em 22°C/*ad libitum* ou 22°C/restrito, sendo esses últimos grupos semelhantes entre si para a característica coxas+sobrecoxas. Observou-se, também, para a característica coxas+sobrecoxas, que o maior rendimento observado nos frangos a 32°C/*ad libitum* foi totalmente devido ao efeito direto da temperatura.

**Tabela 4.** Rendimento de Carcaça ( Rend Carc), Peito, Coxa+Sobrecoxa (C+S), Asa, e Gordura Abdominal (G A) de frangos de corte aos 42 dias de idade.

Fatores	Características Avaliadas (%) <sup>1</sup>				
	Rend Carc	Peito	C+S	Asa	G A
<b>Temperatura</b>					
22 <i>Ad Libitum</i>	84,21 <b>b</b>	31,96 <b>a</b>	25,55 <b>b</b>	8,65 <b>b</b>	1,76
22 Restrito	82,87 <b>c</b>	29,84 <b>b</b>	25,89 <b>b</b>	9,03 <b>a</b>	1,55
32 <i>Ad Libitum</i>	86,65 <b>a</b>	30,51 <b>b</b>	26,94 <b>a</b>	9,01 <b>a</b>	1,94
<b>Dieta</b>					
Farelada	82,15 <b>b</b>	30,94	25,81	9,01	1,61
Peletizada	85,30 <b>a</b>	30,66	26,09	8,76	1,76
Triturada	83,83 <b>a</b>	30,56	26,35	8,98	1,80
<b>Probabilidades</b>					
Temperatura (T)	< 0, 0001	0, 01	0, 01	0, 01	0, 13
Dieta (D)	0,01	0,58	0,39	0,14	0,62
Interação T x D	0,55	0,70	0,18	0,07	0,76
CV (%)	1,75	5,77	4,38	4,64	31,11

Médias seguidas de letras iguais em uma mesma coluna, dentro de cada fator, não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%).

<sup>1</sup>Rendimento de carcaça, gordura abdominal expresso em relação ao peso vivo, demais cortes em relação ao peso da carcaça.

Os rendimentos de asas foi 4% maior para aves criadas em temperatura quente, em relação às criadas na termoneutralidade.

Segundo AIN BAZIZ et al.,(1996), a musculatura do peito possui metabolismo anaeróbico, utilizando glicogênio como substrato energético, enquanto a musculatura da coxa+sobrecoxa e asas utilizam ácidos graxos para suprimento de energia com metabolismo aeróbico.

Durante o estresse por calor ocorre aumento da ofegação numa tentativa de perder calor, conduzindo a uma maior atividade da musculatura do peito, e como as reservas de glicogênio são limitadas, o desenvolvimento da

musculatura do peito é prejudicada. Contudo, o rendimento de asas e de coxa+sobrecoxa não é reduzido, pois as aves estocam quantidades consideráveis de gordura nessa região.

A deposição de gordura abdominal, embora não tenha apresentado diferença estatística entre as temperaturas, foi numericamente maior para aves criadas a 32°C/*ad libitum*, pois, segundo AIN BAZIZ et al.,(1996), aves expostas a altas temperaturas sofrem aumento da atividade da lipase lipoprotéica, que é responsável pela liberação dos ácidos graxos das lipoproteínas, incorporando-os aos adipócitos (MACHADO, 2002).

Os rendimentos de peito, coxas+sobrecoxas, asa e gordura abdominal não foram influenciados pelas formas físicas da ração, verificando-se diferença significativa apenas para rendimento de carcaça. O fato de não se encontrarem diferenças significativas para cortes comerciais aos 42 dias provavelmente tenha ocorrido, porque à medida que a ave avança na idade, a taxa de crescimento declina ao mesmo tempo em que aumenta sua capacidade de consumo, reduzindo proporcionalmente suas exigências nutricionais. Resultados semelhantes foram constatados por NORTH & BELL, (1990).

Para rendimento de carcaça os melhores resultados foram encontrados nas aves alimentadas com ração peletizada, diferente de LOPÉZ & BAIÃO (2002) que não verificaram diferença no rendimento de carcaça de frangos alimentados com dietas fareladas ou granuladas.

### **Coeficiente de metabolização dos nutrientes**

As médias observadas para os coeficientes de metabolização dos nutrientes e a energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) estão apresentados na Tabela 4, em que não se observou interação entre as formas físicas da ração e a temperatura ambiente sobre essas variáveis.

A temperatura ambiente não influenciou o coeficiente de metabolização dos nutrientes e a EMAn, evidenciando que o pior desempenho observado nos frangos criados a 32°C/*ad libitum* não está relacionado com a menor ingestão de nutrientes. GERAERT et al., (1992) e FARIA FILHO (2006) encontraram que

o teor de energia metabolizável da ração não é alterado pela exposição de frangos ao calor.

**Tabela 5.** Médias observadas e resultados da análise de variância para coeficiente de metabolização (%) da matéria seca (MS), da proteína bruta (PB) e do extrato etéreo (EE) e para energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço zero de nitrogênio (EMAn, kcal/kg de matéria natural).

Fatores	MS(%)	PB(%)	EE(%)	EMAn(%)
<b>Temperatura</b>				
22 <i>Ad Libitum</i>	73,27	62,28	71,73	3012
22 Restrito	73,26	62,27	71,79	3029
32 <i>Ad Libitum</i>	73,32	62,33	71,81	3042
<b>Dieta</b>				
Farelada	73,36	62,36	72,19 <b>b</b>	3048
Peletizada	73,31	62,31	74,35 <b>a</b>	3097
Triturada	73,17	62,20	74,47 <b>a</b>	3052
<b>Probabilidades</b>				
Temperatura (T)	0, 90	0, 90	0, 38	0,65
Dieta (D)	0, 37	0, 35	< 0, 0001	0, 67
Interação T x D	0, 80	0, 82	0, 84	0, 26
CV (%)	1, 43	1, 41	1, 42	1, 97

Médias seguidas de letras iguais em uma mesma coluna, dentro de cada fator, não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%).

A forma física da ração não influenciou os coeficientes de metabolização da matéria seca, da proteína e da EMAn. O coeficiente de metabolização do extrato etéreo foi maior nas rações processadas em relação à ração farelada. Os resultados observados neste trabalho estão de acordo com os relatados por LÓPEZ (1999) e LÓPEZ et al.,(2002), que observaram melhora na digestibilidade do extrato etéreo quando comparou rações peletizadas e fareladas. PLAVNIK e SKLAN (1995) também obtiveram melhor digestibilidade dos ácidos graxos comparando dieta expandida em relação à farelada. LUTCH (2002) verificou melhora na digestibilidade da gordura de uma ração expandida peletizada em relação a uma somente peletizada. A melhora da digestibilidade obtida pelas rações peletizadas pode ser conseqüência do processamento térmico, o qual provoca quebra da parede celular, o que permite a liberação da gordura intracelular que seria melhor utilizada pelas aves (ORTIZ et al.,1998).

### **Metabolismo Energético**

As formas físicas da ração e a temperatura ambiente não interagiram significativamente sobre a ingestão de energia metabolizável aparente, a produção de calor e a energia retida como proteína e como gordura (Tabela 5).

A ingestão de energia metabolizável aparente foi maior para frangos criados a 22°C/*ad libitum*, que para os frangos criados a 32°C/*ad libitum*, devido ao menor consumo de alimento dessas aves, uma vez que a ingestão e o metabolismo do alimento têm efeito termogênico (DONKOH, 1989).

A variável produção de calor foi influenciada pela temperatura ambiente, sendo que os frangos criados a 32°C/*ad libitum* obtiveram menor produção de calor que os frangos criados a 22°C/*ad libitum* ou 22°C/restrito, pois frangos criados sob estresse térmico apresentam menor metabolismo basal e atividade física (MACLEOD, 1992; AIN BAZIZ et al., 1996).

Os frangos expostos a 22°C apresentaram maior retenção de energia como proteína e eficiência de utilização de energia, no entanto exibiram menor retenção de energia como gordura em relação aos criados em 32°C. A exposição ao calor conduz a uma menor deposição de proteína e maior de gordura corporal (AIN BAZIZ et al., 1996; GERAERT et al., 1996), resultado da adaptação metabólica devido à manutenção da homeostase térmica. O contrário ocorre quando as aves são submetidas às condições ideais de temperatura, pois, nesse caso, há um máximo aproveitamento da energia ingerida para deposição de tecido magro, uma vez que o consumo de energia pelo animal visa atender inicialmente as exigências para atividades vitais e crescimento protéico (SAKOMURA et al., 2005).

O metabolismo energético não foi influenciado pelas formas físicas da ração. Portanto, o processo de peletização não altera o valor da energia metabolizável da ração e o melhor desempenho obtido é devido à maior eficiência de utilização da energia metabolizável consumida; desempenho esse representado pelo maior percentual de energia retida como gordura bruta na carcaça, o que resulta em carcaças com maior conteúdo de gordura e menor teor de proteína, comparadas com as aves alimentadas com a mesma ração na forma física farelada.

**Tabela 6** – Médias observadas e resultados da análise de variância para ingestão de energia metabolizável aparente (IEMA), produção de calor (PC), energia retida como proteína bruta (ER-PB) e energia retida como gordura (ER-EE) e eficiência de retenção da energia em frangos de corte de 21 a 42 dias de idade.

Fatores	IEMA	PC	ER-PB	ER-EE	Eficiência (%)
	-----kcal/kg <sup>0,75</sup> /dia-----				
<b>Temperatura</b>					
22 <i>Ad Libitum</i>	353,26 a	200,74 a	60,71 a	61,67 b	36,33 a
22 Restrito	283,51 c	195,53 a	61,16 a	70,94 b	36,11 a
32 <i>Ad Libitum</i>	318,37 b	152,70 b	54,50 b	91,82 a	31,42 b
<b>Dieta</b>					
Farelada	327,87	188,95	60,26	71,93	31,20
Peletizada	316,81	183,13	60,20	84,53	33,67
Triturada	316,62	180,09	60,22	76,26	32,98
<b>Probabilidades</b>					
Temperatura (T)	< 0,0001	<0, 0001	0, 01	0, 01	<0, 0001
Dieta (D)	0, 10	0, 08	0, 10	0, 0634	0, 12
Interação T x D	0,18	0,10	0,21	0,26	0,89
CV (%)	3,81	7,63	6,54	23,23	3,84

Médias seguidas de letras iguais em uma mesma coluna, dentro de cada fator, não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%).

### Temperatura Cloacal

Os resultados para temperatura cloacal aos 21, 28, 35 e 42 dias de idade, das aves alimentadas com diferentes formas físicas da ração e submetidas a diferentes esquemas de temperatura estão apresentados na Tabela 6. Não se constatou interação significativa entre a temperatura ambiente e as diferentes formas físicas da ração para todas as idades testadas.

As temperaturas cloacais foram maiores nos frangos criados a 32°C/*ad libitum* em relação aos criados em 22°C/*ad libitum* ou 22°C/restrito, sendo esses últimos grupos semelhantes entre si.

**Tabela 7.** Temperatura cloacal de frangos aos 21 (21d), 28 (28d), 35 (35d) e 42 (42d) dias de idade.

<b>Fatores</b>	<b>21d</b>	<b>28d</b>	<b>35d</b>	<b>42d</b>
<b>Temperatura</b>				
22 <i>Ad Libitum</i>	40,70b	41,24b	41,39b	40,90b
22 Restrito	40,84b	41,22b	41,46b	41,00b
32 <i>Ad Libitum</i>	41,48a	41,62a	41,77a	41,23a
<b>Dieta</b>				
Farelada	40,86	41,37	41,50	40,98
Peletizada	41,13	41,45	41,49	41,14
Triturada	40,86	41,43	41,55	40,96
<b>Probabilidades</b>				
Temperatura (T)	0,01	0,11	< 0,0001	0,01
Dieta (D)	0,41	0,78	0,31	0,32
Interação T x D	0,33	0,64	0,46	0,33
CV (%)	0,78	0,54	0,26	0,62

Médias seguidas de letras iguais em uma mesma coluna, dentro de cada fator, não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%).

A maior temperatura cloacal observada nos frangos aos 21, 28, 35 e 42 dias de idade expostos a 32°C indicaram que a temperatura empregada foi suficiente para gerar hipertermia, como observaram LIN et al.,(1995) e FARIA FILHO (2003 e 2006).

A temperatura cloacal não foi influenciada pela forma física da ração, indicando a pouca influência desse fator sobre a homeostase térmica dos frangos.

### **Gelatinização do Amido**

A composição bromatológica das rações e a porcentagem do grau de gelatinização do amido são apresentadas na Tabela 7.

Diferenças na composição foram observadas nas rações em relação aos dados da literatura. De acordo com MENDES (2004), a composição bromatológica dos vegetais está sujeitos a vários fatores, como composição do solo, nível de adubação e de diferenças nos procedimentos entre laboratórios, ocasionando erros relativos, em virtude de tratar-se de valores numericamente pequenos. Isso é válido também para a composição bromatológica das rações.

**Tabela 8.** Composição bromatológica e grau de gelatinização do amido (%) das rações farelada, peletizada e triturada.

<b>Constituinte</b>	<b>R.Farelada</b>	<b>R. Peletizada</b>	<b>R.Triturada</b>
Matéria Seca (%)	89,7	88,9	88,2
Proteína (%)	18,56	19,22	19,07
Extrato Etéreo (%)	3,57	3,63	4,03
Amido (%)	73,7	75,8	74,98
Energia Bruta (kcal/kg)	3036	3071	3058
% Gelatinização do Amido <sup>1</sup>		12,81	12,76

Valores expressos com base na matéria seca

<sup>1</sup> Proporção do amido total gelatinizado

Os graus de gelatinização foram de 12,81% e 12,76% para as rações peletizada e triturada, respectivamente. PEISKER (1994) comentou que a faixa ideal de gelatinização é de 35 a 50%. MENDES (2004), ao utilizar as mesmas técnicas de expansão e de determinação do grau de gelatinização do amido, obteve valores de 21%. PEISKER (1992) afirmou que a capacidade de gelatinização do amido é proporcional à amilopectina presente, havendo diferenças no grau de gelatinização, dependendo da matéria-prima empregada. Aparentemente, é necessário padronizar as condições operacionais do equipamento e avaliar o maior número de amostras com diferentes teores de amido e outros componentes, como da amilopectina (PEISKER, 1992).

Segundo MOREIRA et al., (1994 e 2001), a eficiência do processamento térmico em promover a gelatinização do amido do milho, deve-se à absorção de água. Quanto maior o índice de absorção de água, maior o grau de gelatinização do amido promovido pelo processamento térmico e melhores são os resultados de utilização dos nutrientes. A gelatinização do amido, promovida pelo processamento térmico neste experimento, pode ser considerada baixa em função do valor de absorção de água obtido. O milho usado neste experimento foi processado inteiro (grão inteiro), enquanto, nas avaliações de MOREIRA et al., (1994), ele foi moído antes de ser processado. Esse fato certamente influenciou no grau de gelatinização do amido, indicando que o processamento utilizado não foi eficiente.

### **Morfometria Intestinal**

A Tabela 8 apresenta os valores médios de altura de vilo, profundidade de cripta e largura das vilosidades do duodeno, jejuno e íleo de frangos de corte submetidos a dietas contendo diferentes formas físicas da ração, criados

em diferentes temperaturas aos 42 dias de idade. Não se observou interação entre as formas físicas da ração e a temperatura ambiente sobre as variáveis estudadas.

Observa-se que as aves criadas em temperatura termoneutra apresentaram para o fator duodeno uma maior profundidade de cripta em relação às aves criadas em 32°C/*ad libitum*, não sendo observada essa diferença nas médias de altura do vilosidade e na largura da parte mediana da vilosidade

Frangos criados a 22°C/*ad libitum* tiveram médias maiores para altura de vilosidade do jejuno que os frangos criados a 32°C/*ad libitum*, que foram maiores que as dos frangos criados a 22°C restrito.

As médias de profundidade de cripta do jejuno foram maiores nos frangos criados em 22°C/*ad libitum* em relação aos criados em 32°C/*ad libitum* ou 22°C/restritos, sendo esses últimos grupos semelhantes entre si para a característica profundidade de cripta do jejuno. Constatou-se maior largura na parte mediana do jejuno em frangos criados em 32°C/*ad libitum*, não havendo diferença estatística em frangos criados 22°C/*ad libitum* ou 22°C/restrito

As maiores médias para altura de vilosidade do íleo foram encontradas nos frangos criados a 22°C/*ad libitum* em relação aos criados em 22°C restrito ou 32°C/*ad libitum*. Frangos criados em 22°C/restrito obtiveram maiores médias de profundidade de cripta para íleo, não sendo observada essa diferença entre as temperaturas de criação para as médias de largura da parte mediana do íleo.

O equilíbrio entre renovação celular (proliferação e diferenciação), resultante das divisões mitóticas sofridas por células localizadas na cripta e ao longo dos vilos (UNI et al., 1998; APPLGATE et al., 1999; UNI et al., 2000) e perda de células (extrusão) que ocorre normalmente no ápice dos vilos, determinam um “turnover” celular (síntese-migração-extrusão) constante, ou seja, a manutenção do tamanho dos vilos e, portanto, a manutenção da capacidade digestiva e de absorção intestinal. Entretanto, quando o intestino responde a algum fator, com um desequilíbrio no “turnover” a favor de um dos processos citados acima, ocorre uma modificação na altura, bem como no perímetro dos vilos. Assim, se ocorrer um aumento na taxa de mitose com ausência, diminuição ou manutenção da taxa de extrusão, deverá haver um aumento no número de células e conseqüentemente um aumento na altura e

no perímetro dos vilos. Se o estímulo levar a um aumento na taxa de extrusão, havendo manutenção ou diminuição na taxa de proliferação, o intestino deverá responder com uma redução na altura dos vilos e, conseqüentemente, diminuição em sua capacidade de digestão e absorção (PLUSKE et al., 1997).

**Tabela 9.** Médias de altura de vilo (VI), profundidade de cripta (Cta) e largura da parte mediana das vilosidades (Lg) de Duodeno, Jejuno e Íleo de frangos de corte com 42 dias.

Fatores	Duodeno			Jejuno			Íleo		
	VI	Cta	Lg	VI	Cta	Lg	VI	Cta	Lg
<b>T (C)°</b>									
22 Ad/L	0,36	1,61 a	0,16	1,76 a	0,25 a	0,07b	1,06 a	0,24 a	0,19
22 Restrito	0,34	1,59 a	0,18	0,94 c	0,17 b	0,07 b	0,90 b	0,12 b	0,10
32 Ad/L	0,31	1,48 b	0,18	1,16 b	0,17 b	0,08 a	0,85 c	0,23 a	0,12
<b>Dieta</b>									
Farelada	1,50	0,31 b	0,18	1,30	0,18 b	0,07	0,93	0,20	0,12
Peletizada	1,54	0,38 a	0,16	1,32	0,23 a	0,08	0,94	0,20	0,17
Triturada	1,49	0,29 b	0,18	1,29	0,18 b	0,07	0,92	0,20	0,12
<b>Probabilidade</b>									
Temp (T)	0,33	0,03	0,37	0,04	0,05	0,04	0,01	0,01	0,15
Dieta (D)	0,17	0,04	0,53	0,14	0,03	0,48	0,08	0,10	0,40
Inter T x D	0,06	0,47	0,59	0,06	0,33	0,27	0,07	0,08	0,41
CV (%)	7,55	21,70	28,81	4,64	11,22	7,60	4,04	6,56	76,27

Médias seguidas de letras iguais em uma mesma coluna, dentro de cada fator, não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%).

As médias de altura de vilo (duodeno, jejuno e íleo), profundidade de cripta (íleo) e largura da parte mediana (duodeno, jejuno e íleo) não foram influenciadas pelas formas físicas da ração, sendo verificada diferença significativa apenas para médias das profundidades de cripta do duodeno e do jejuno. As maiores médias para profundidades de cripta do duodeno e do jejuno foram encontradas nas aves alimentadas com ração peletizada, não ocorrendo diferença nas aves alimentadas com ração farelada e triturada.

A forma física da dieta influenciou a profundidade de cripta do duodeno e do jejuno, que foi superior nas aves com dieta peletizada. A explicação para tal conclusão não é clara, uma vez que o sedimento dissolve dentro do proventrículo (NIR et al., 1994), e, portanto, não era esperado que a forma física da dieta tivesse qualquer efeito na presente parte do trato gastrointestinal. Estes dados estão de acordo com os estudos que demonstram que o tipo e o tamanho do alimento ingerido é que pode mudar as características da mucosa intestinal, causando ulcerações, hemorragias que afetam a altura de vilos e

profundidade de cripta (FRANTI et al., 1972; HARRY et al., 1975; DIBNER et al., 1996).

Na literatura, são escassos trabalhos que abordam interferência da temperatura de criação e da forma física da ração sobre a morfometria intestinal.

## **V. CONCLUSÕES**

A análise dos resultados obtidos nesses experimentos permitiu concluir pela evidencia que a temperatura ambiente influenciou o rendimento de carcaça, cortes comerciais e parâmetros zootécnicos, gerando menor produção de calor corporal e maior temperatura cloacal, porém sem interferir no coeficiente de metabolismo.

Dietas com processamento térmico influenciaram o rendimento de carcaça, obtiveram maiores valores de extrato etéreo e maior grau de gelatinização, sendo que as aves alimentadas com ração peletizada obtiveram maiores médias para profundidade de cripta.

#### IV. REFERÊNCIAS

AIN BAZIZ, H.; GERAERT, P.A., PADILHA J.C.F. Chronic heat exposure enhances fat deposition and modifies muscle and fat partition in broiler carcasses. **Poultry Science**, v.75, p.505-513, 1996.

APPLEGATE, T.J., DIBNER, J.J., KITCHELL, M.L., et al.,. Effect of turkey (*Meleagris gallopavo*) breeder hen age and egg size on poultry development. 2. Intestinal villus growth, enterocyte migration and proliferation of the turkey poult. **Comparative Biochemistry Physiology**, v.124 (B), p. 381-389, 1999.

BEHNK, W.; BEHNK,H. Effects of particle size and pelleting on growth performance, nutrient digestibility, and stomach morphology in finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v.73, p.757-763, 1995.

BONNET, S.; GERAERT, P.A.; LESSIRE, M. *et al.*,. Effect of high ambient temperature on feed digestibility in broiler. **Poultry Science**, v.76, p.857-863, 1997.

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

BRUNO, L. D. G.; FURLAN, R. L.; MALHEIROS, E. B. et al. Influence of early quantitative food restriction on long bone growth at different environmental temperature in broilers chickens. **British Poultry Science**, v. 41, p. 389-394, 2000.

CHAMP, M.; FAISANT, N. Resistant starch: analytical and physiological aspects. **Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.30, p.37-43, 1996.

CHOTINSKY, D.; TONCHEVA, E.; PROFIROV, Y. Development of disaccharidases activity in the small intestine of broiler chickens. **British Poultry Science**, v.42, p.389-393, 2001.

CHURCH, D.C.; POND, W.G. **Bases científicas para la nutrición y alimentación de los animales domésticos**, 462p,1977.

DONKOH, A. Ambient temperature: a factor affecting performance and physiological response of broiler chickens. **International Journal of Biometeorology**, v.33, n 4, p. 259-265, 1989.

FARIA FILHO, D.E. **Aspectos produtivos, metabólicos, econômicos e ambientais da nutrição protéica para frangos expostos ao calor**. 2006. 73f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2006

FARIA FILHO, D.E. **Efeito de dietas com baixo teor protéico, formuladas usando o conceito de proteína ideal, para frangos de corte criados em temperatura fria, termoneutra e quente**. 2003. 85f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003

FIGUEIREDO, D. F.; MURAKAMI, A. E.; PEREIRA, M. A. S.; FURLAN, A. C.; TORAL, F. L. B. Desempenho e morfometria da mucosa de duodeno de frangos de corte alimentados com farelo de canola, durante o período inicial. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, p.1321-1329, 2003.

FUKUOKA, M., OHTA, K. I., WATANABE, H. Determination of the terminal extent of starch gelatinization in a limited water system by DSC. **Journal of Food Engineering**, v. 53, p. 39-42, 2002.

FURLAN, A. C.; MONTEIRO, R. T.; SCAPINELLO, C.; MOREIRA, I.; MURAKAMI, A. E.; OTUTUMI, L. K.; SANTOLIN, M. L. R. Valor nutritivo e

desempenho de coelhos em crescimento alimentados com rações contendo milho extrusado, **Revista Brasileira Zootecnia**, v.32, p.1157-1165, 2003.

GERAERT, P. A.; GUILLAUMIN, S.; LECLERCQ, B. Are genetically lean broilers more resistant to hot climate? **British Poultry Science**, Abingdon, v.34, p.643-653,1993.

GERAERT, P. A.; GUILLAUMIN, S.; ZUPRIZAL, L.M. Effect of high ambient temperature on dietary ME value in genetically lean and fat chickens. **Poultry Science**, v.71, p. 2113-2116, 1992.

GERART, 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. **British Journal of Nutrition**, v. 75, p. 195-204, 1996.

HOWLIDER, M. A. R.; ROSE, S. P. The response of growing male and female broiler chickens kept at different temperatures to dietary energy concentration and feed form. **Animal Feed Science and Technology**, v.39, p. 71-78, 1992.

KARKALAS, J. An Improved enzymic method for the determination of native and modified starch. **Journal Science Food Agriculture**, v.36, p.1019-1027, 1985.

KESHAVARZ, K.; FULLER, H. L. The influence of widely fluctuating temperatures on heat production and energetic efficiency of broilers. **Poultry Science**, v. 59, p. 2121-2128, 1980.

LECZNIESKI, J. L. **Efeito da forma física e do nível de energia da ração sobre o desempenho, a composição de carcaça, a utilização e a retenção da energia líquida de frangos de corte, machos, dos 21 aos 42 dias de idade**, 1997. 108f. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Zootecnia) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1997.

LEHNINGER, A.L.; NELSON, D.L.; COX, M.M. Carboidratos In: LEHNINGER, A.L.; NELSON, D.L.; COX, M.M. **Princípios de bioquímica**. 2.ed., 1995.

LESSON, S.; SUMMERS, J.D. **Scott's Nutrition of the Chickens**. 4. ed., 591p, 2001.

LITTEL, R.C.; STROUP, W.W.; FREUND, R.J. **SAS For Linear Models**. SAS Institute, 2002. Fourth edition, SAS Institute Inc, Cary, NC. 466 p.

LÓPEZ, C.A.A. **Efeitos do método de processamento e granulometria da ração sobre o desempenho, digestibilidade e composição da carcaça de frangos de corte**. 1999. 42f. Dissertação (Mestrado) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG. 1999

LÓPEZ, C.A.A.; BAIÃO, N.C. Efeitos da moagem dos ingredientes e da forma física da ração sobre o desempenho de frangos de corte, **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária Zootecnia**, v.54, p. 189 -195, 2002.

LÓPEZ, C.A.A.; BAIÃO, N.C.; LARA, L.J.C.; RODRIGUEZ, N.M.; CANÇADO, S.V. Efeitos da forma física da ração sobre a digestibilidade dos nutrientes e desempenho de frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, vol.59, p. 1003-1016, 2007

LOTT, B.D.; DAY, E.J.; DEATON, J.W. et al., The effect of temperature, dietary energy level and corn particle size on broiler performance. **Poultry Science**, v.71, p.618-624, 1992.

LUCHT, W.H. Mejoramiento de la producción de pollo por medio de la expansión de alimento. **Industria Avícola**, v.50, p.32-35, 2002.

MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal : FUNEP/UNESP, 246p, 1994.

MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALEZ, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 2ed., 296p., 2002.

MACHADO, C. R., Crescimento do tecido adiposo In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALEZ. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 2ed., 296p., 2002.

MACLEOD, M.G.; Energy and nitrogen intake, expenditure and retention at 32°C in growing fowl given diets with a range of energy and protein contents. **British Journal of Nutrition**, v. 67, p. 195-206, 1992.

MILTENBURG , G. J. M. ,;SILVA, R. D. M.; PACKER, L. Mudanças periódicas dos ingredientes alimentares associados às diferentes formas de ração no desempenho de frangos de corte, **Science Agriculture**, v.50, p. 498-501,1993

MITCHELL, M.A.; CARLISLE, A.J. The effects of chronic exposure to elevated environmental temperature on intestinal morphology and nutrient absorption in the domestic fowl (*Gallus domesticus*). **Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology**, v. 101, p. 137 – 142, 1992.

MORAN, E.T. Pelleting: affects feed and its consumption. **Poultry Science**. April/May, p.30-31, 1987.

MENDES, W.S.; SILVA, I.J.; FONTES, D.O. et.al. Composição química e valor nutritivo de soja crua e submetida a diferentes processamentos técnicos para suínos em crescimento. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 56, p. 207-213, 2004.

MOREIRA, I.; ROSTAGNO, H.S.; COELHO, D.T.; et al., Determinação dos coeficientes de digestibilidade, valores energéticos e índices de controle de qualidade do milho e soja integral processadas a calor. **Revista Sociedade Brasileira Zootecnia**, v.23, p.916-929, 1994.

NETO, M. G.; CAMPOS, E. J. ; Incidência de ascite em frangos de corte alimentados com rações comerciais de alto nível energético **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, p. 1205-1212, 2002.

NIR, I. Resposta de frangos de corte à estrutura alimentar: ingestão de alimentos e trato gastrintestinal. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE NUTRIÇÃO DE AVES, CBNA, **Anais...**, p.49-68, 1998.

NIR, I., TWINA, Y., GROSSMAN, E. et al., Quantitative effects of pelleting on performance gastrointestinal tract and behaviour of meat-type chickens. **British Poultry Science**, v. 35, p. 589-602, 1994a.

NIR, I.; HILLEL, R.; PTICHI, I et al., Effect of particle size on performance. 3. Grinding pelleting interactions. **Poultry Science**, v.74, p.771-783, 1995.

NIR, I.; SHEFET, G.; NITSAN, Z. Effect of grain particle size performance. 2. Grain texture interactions. **Poultry Science**, v.73, p.781-791, 1994b.

NORTH, M.O., BELL, D.D. **Commercial chicken production manual**. Fourth ed Van Nostrand Reinhold. New York. 913. 1990.

ORTIZ, L.T.; REBOLE, A.; RODRIGUEZ, E. et al., Effect of chicken age on the nutritive valor of diets with graded additions of full-fat sunflower seeds. **British Poultry Science**, v.29, p.530-535, 1998.

PEISKER, M. Physical and chemical changes during expansion. **Feed International**, v.13, p.16-34, 1992.

PEISKER, M. Influence of expansion on feed component. **Feed Mix**, v.2, p.26-31, 1994.

PLAVNIK, I.; SKLAN, D., Nutritional effects of expansion and short time extrusion on feeds for broilers. **Animal Feed Science Technologic** ., v.55, p.247-251, 1995.

PLUSKE, J.R.; HAMPSON, D.J.; E WILLIAMS, I.H. Factors influencing the structure and function of the small intestine en the weaned pig: a review. **Livestock Production Science**, v. 51, p.215-236, 1997

PORTELLA, F.J.; CASTON, L.J.; LEESON, S. Apparent feed particle size preference by broilers. **Journal Animal Science**, v.68, p.923-930, 1988.

RIBEIRO, A.M.L.; MAGRO, N.; PENZ JR., A.M. Granulometria do milho em rações de crescimento de frangos de corte e seu efeito no desempenho e metabolismo. **Revista Brasileira Ciência Avícola**, Campinas, v. 4, n. 1, 2002

ROSTAGNO, H.S., ALBINO, L.F.T., DONZELE, J.L. et al., **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos: Composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2ªed. Viçosa: UFV, 2005. 186p.

SAKOMURA, N.K.; LONGO, F.A.; OVIEDO-RONDÓN, E. *et al.*, Modeling energy utilization and growth parameter description for broiler chickens. **Poultry Science**, Champaign, v.84, p.1363-1369, 2005.

SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. S. **Métodos de Pesquisa em Nutrição de Monogástricos**, Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 283p., 2007.

SAS Institute, 2002. **SAS® User's Guide: Statistics**, SAS Institute Inc, Cary, NC.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análises de Alimentos: Métodos químicos e biológicos**. 3º ed. Viçosa:UFV, 2002. 235p.

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

SWENNEN, Q.; JANSSENS, G.P.J.; DECUYPERE, E. *et al* Effects of substitution between fat and protein on feed intake and its regulatory mechanisms in broiler chickens: energy and protein metabolism and diet-induced thermogenesis. **Poultry Science**, v.83,p. 1997-2004, 2004.

TEETER, R. G. Optimizing production of heat stressed broilers. **Poultry Digest**. Mount Morris, v.53, n.5, p. 10-27, 1994.

TEMIM, S.; CHAGNEAU, A.M.; PERESSON, R. et al., Chronic heat exposure alters protein turnover of three different skeletal muscles in finishing broiler chickens fed 20 or 25% protein diets. **Journal of Nutrition**, v. 130, p. 813-819, 2000.

TURNER, R. Achieving optimum pellet quality. **Feed management**. v.46, p.30-33, 1995.

UNI, Z. Vitamin A deficiency interferes with proliferation and maturation of cells in the chickens small intestine. **British Poultry Science**, v.41, p.410-415, 2000.

UNI, Z., GANOT, S., SJLAN, D. Posthatch development of mucosal function in the broiler small intestine. **Poultry Science**, v.77, p.75-82, 1998.

UNI, Z.; GAL-GARBER, O.; GEYRA, A; SKLAN, D.; YAHAV, S. Changes in growth and function of chick small intestine epithelium due to early thermal conditioning, **Poultry Science**, v. 80, p. 438-445, 2001.

URBANO, T. **Níveis de inclusão de óleo de soja na ração de frangos de corte criados em temperaturas termoneutra e quente**. 2006. 70f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2006.

USDA, **United States Department of Agriculture**.

VIEIRA, S. L. Carboidratos: Digestão e absorção In: **Fisiologia Aviária Aplicada a Frangos de Corte**. Macari, M , Furlan, R. L.; Gonzáles, E., Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 2ed.,296p., 2002.

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

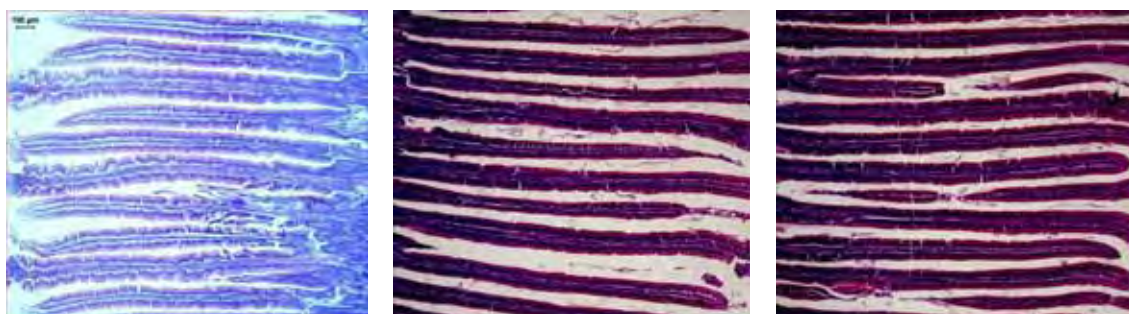
WALTER, M.; SILVA, L. P.; EMANUELLI, T. Amido resistente: características físico-químicas, propriedades fisiológicas e metodologias de quantificação, **Ciência Rural**, v.35, p.974-980, 2005

YAMAZAKI, M.; ZI-YI, Z. A note on the effect of temperature on true and apparent metabolizable energy values of a layer diet. **British Poultry Science**, v. 23, p. 447- 450, 1982.

YUNianto, V.; HAYASHI,K.; KANEDA, S. *et al.*, . Effect of environmental temperature on muscle protein turnover and heat production in tube-fed broiler chicken. **British Journal of Nutrition**, v.77, p.897-909, 1997.

## APÊNDICES

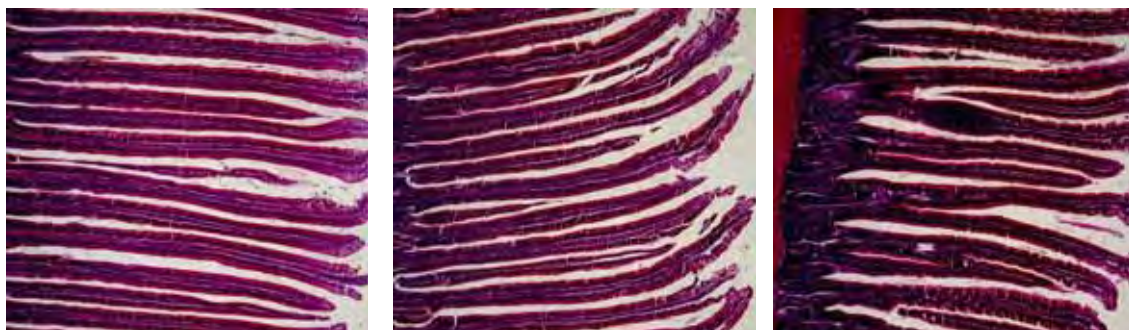
## Fotomicrografias de Vilosidades de Duodeno



A

B

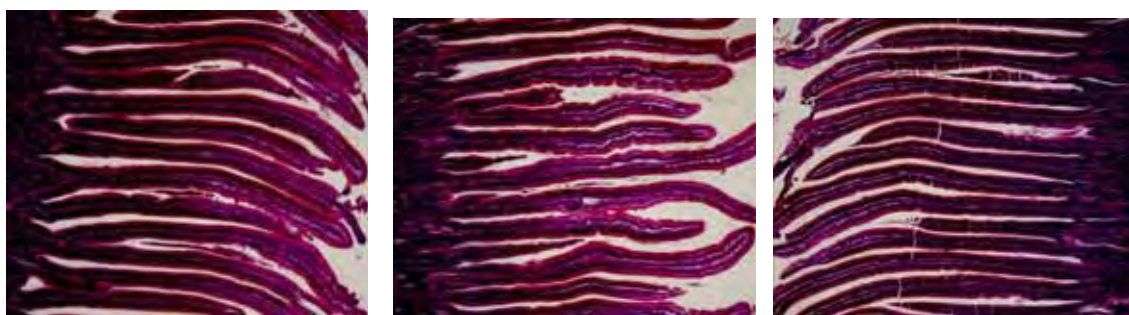
C



A

B

C



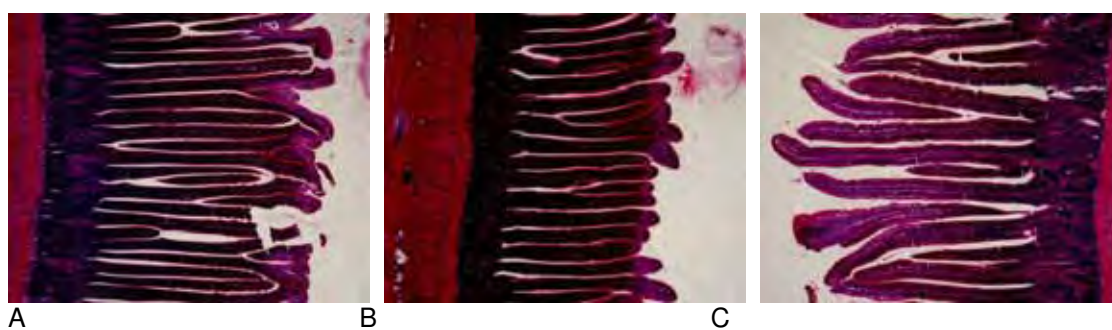
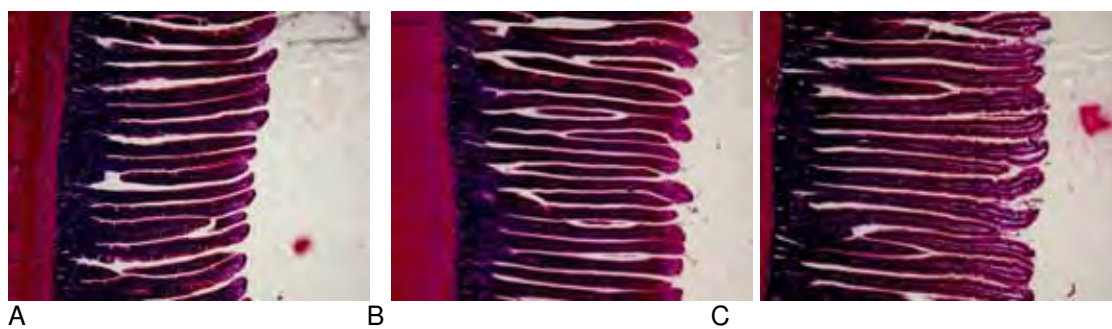
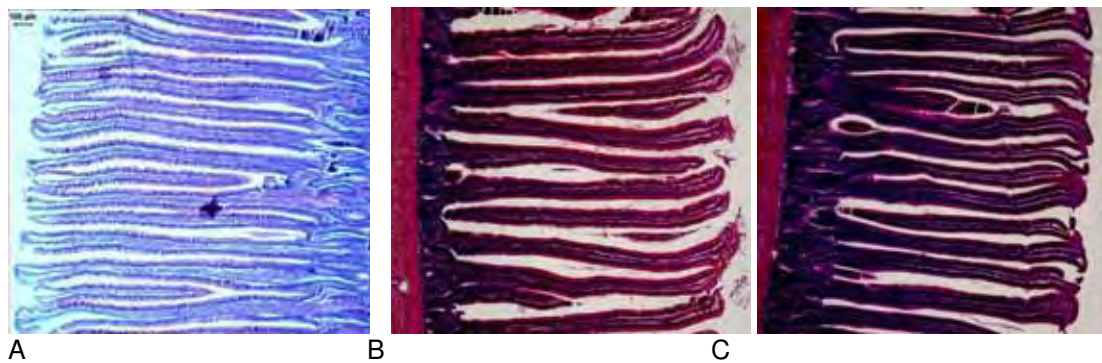
A

B

C

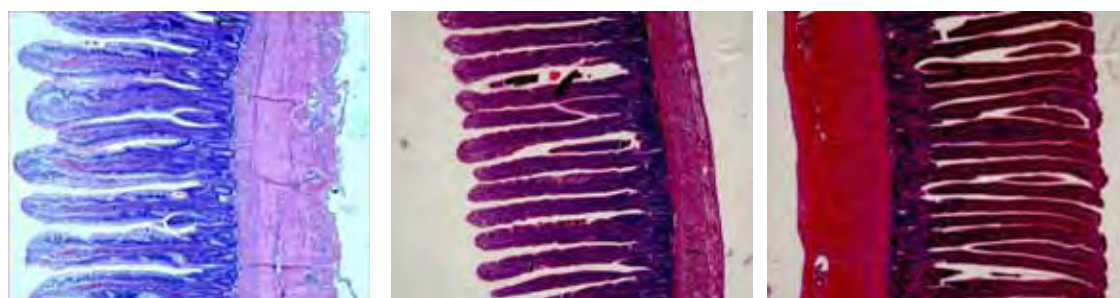
Fotografia em microscópio óptico 10x de vilosidades de duodeno dos tratamentos 22° *ad libitum*, 22° restrito e 32° *ad libitum* com consumo de ração farelada, peletizada e triturada respectivamente.

## Fotomicrografias de vilosidades de jejuno



Fotografia em microscópio óptico 10x de vilosidades de jejuno dos tratamentos 22° *ad libitum*, (A) 22° restrito (B) e 32° *ad libitum* (C) com consumo de ração farelada, peletizada e triturada respectivamente.

## Fotomicrografias de vilosidades de íleo



A

B

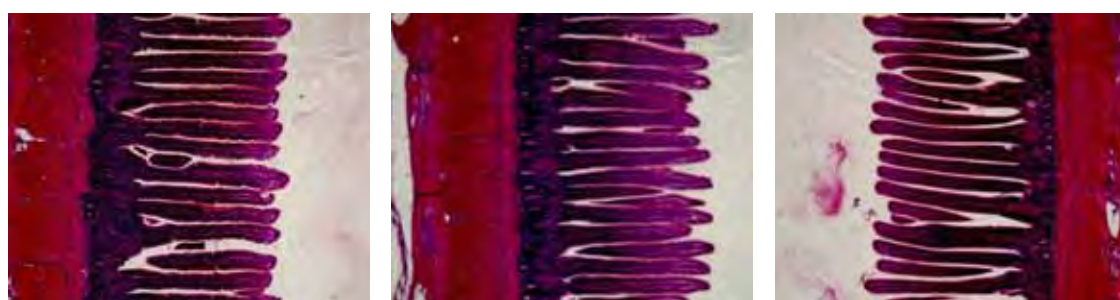
C



A

B

C



A

B

C

Fotomicrografia em microscópio óptico 10x de vilosidades de íleo dos tratamentos 22° *ad libitum*, (A) 22° restrito (B) e 32° *ad libitum* (C) com consumo de ração farelada, peletizada e triturada respectivamente.