

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL  
CURSO DE MESTRADO**

**NÍVEIS DE ENERGIA METABOLIZAVEL NA QUALIDADE DA CARNE DE  
FRANGOS DE CORTE TIPO CAIPIRA**

**Patricia Rodrigues Berno**

**CAMPO GRANDE, MS**

**2016**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL  
CURSO DE MESTRADO**

**NÍVEIS DE ENERGIA METABOLIZAVEL NA QUALIDADE DA CARNE DE  
FRANGOS DE CORTE TIPO CAPIRA**

**Patricia Rodrigues Berno**

**Orientadora: Profa. Dra. Karina Márcia Ribeiro de Souza**

**Co-orientadores: Dr. Charles Kiefer e Dr. Gelson Dias Feijó**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, como requisito à obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

Área de concentração: Produção Animal

CAMPO GRANDE, MS

2016

Certificado de aprovação

**PATRICIA RODRIGUES BERNO**

**Níveis de energia metabolizável na qualidade da carne  
de frangos de corte tipo caipira**


**Metabolizable energy levels on the meat quality of  
rustic type broilers**

Dissertação apresentada à  
Universidade Federal de Mato  
Grosso do Sul, como requisito à  
obtenção do título de mestra em  
Ciência Animal.

Área de concentração: Produção  
Animal.

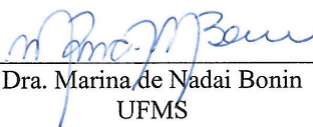
Aprovado(a) em: 27-07-2016

BANCA EXAMINADORA:



---

Dra. Karina Márcia Ribeiro de Souza  
(UFMS) – (Orientadora)



---

Dra. Marina de Nadai Bonin  
UFMS



---

Dra. Marjorie Toledo Duarte  
UFMS

Dedico este trabalho a **Deus**,  
que sempre guiou os meus passos, e sempre me conduziu para a minha felicidade;

Aos meus pais, **Claudio e Eneida**  
Pelo esforço para a minha educação, pelos ensinamentos da vida, pelo amor incondicional, carinho, compreensão e apoio.

As minhas irmãs, **Claudia e Gisele**  
Pela amizade e amor.

Ao meu companheiro **Diego**,  
Que sempre me apoiou, me cuidou, incentivou os meus estudos e esteve ao meu lado nos momentos de sorrisos e lágrimas;

Com amor e carinho,

**DEDICO.**

## **AGRADECIMENTOS**

A minha querida **Profª Drª Karina Márcia Ribeiro de Souza**, que me ajudou, me ensinou com paciência e amor, me mostrando a beleza da paixão pelo trabalho.

A **Profª Drª Marina de Nadai Bonin**, que me auxiliou nas análises, sempre disponível para ajudar, e com muito bom humor.

**Ao Drº Gelson Feijó** pelo auxílio para realização de qualquer análise a ser feita na Embrapa.

Aos funcionários da Embrapa: Gustavo, Seu Zé, Ricardo, Isaura, Mariane e Gorety, que sempre me ajudaram quando precisei durante as análises.

A Embrapa Gado de Corte, pela utilização dos laboratórios e equipamentos.

A Universidade Federal de Mato Grosso do Sul pela oportunidade de realizar meu mestrado.

A Capes pela bolsa de estudos em tempo integral.

A todos os meus colegas pós graduandos, pela vivência e amizade.

Aos meus colegas pós graduandos da avicultura: Henrique, Thiago, Arnaldo, Natália e Luanna, pelo companheirismo, amizade e ajuda;

A todos os meus colegas do LECA (Laboratório Experimental em Ciência Aviária) que estiveram presentes nas minhas análises.

A minhas colegas de profissão Nadine Godoy, Jeovania Vilhalba e Patricia Santana que me auxiliaram nas análises, e sempre foram solícitas para me ajudar em todos os momentos.

Ao meu colega de profissão Thiago Venâncio que mesmo não sendo da avicultura, me ajudou e proporcionou momentos de alegria durante as análises.

A doutoranda Mery, por toda disposição e ajuda nas análises sensoriais.

A Luanna Lopes Paiva, que além de ser minha colega de profissão, é uma irmã que Deus de me deu, sempre companheira, com otimismo e muita alegria, fazendo das análises e de qualquer serviço um tempo totalmente agradável.

A todos que de alguma forma participaram dessa minha caminhada, eu agradeço.

## RESUMO

BERNO, P.R. **Níveis de energia metabolizável na qualidade da carne de frangos de corte tipo caipira.** 2016. 110f. Dissertação. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2016.

Uma das alternativas utilizadas para um melhor desempenho e menor custo de produção em criação de frangos de corte são dietas com elevados níveis de energia. Mudanças alimentares ocorridas nos últimos tempos fez com que consumidores se tornassem mais exigentes com relação a níveis de gordura dos alimentos, e ainda quanto a forma de criação de animais a serem abatidos. O objetivo do trabalho foi avaliar os efeitos da energia sobre composição centesimal, qualidade de carne e análise sensorial. Foram utilizados 30 carcaças de frangos de corte tipo caipira, da linhagem Pescoço Pelado. Os tratamentos estudados foram: 2700; 2800; 3000; 3100 e 3200 EM, Kcal/Kg. As análises realizadas foram de composição centesimal (matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo e cinzas), qualidade de carne (pH, perda por gotejamento, perda por cocção, luminosidade, vermelho, amarelo, força de cisalhamento, colesterol, colágeno total e porcentagem de colágeno insolúvel) e análise sensorial (maciez, suculência, textura, sabor e cor) dos músculo do peito, sobrecoxa e coxa. Conclui-se que os níveis de energia causaram efeito significativo para o músculo do peito, influenciando a perda por cocção, a porcentagem de colágeno insolúvel e todos os parâmetros de análise sensorial; e o sabor do músculo da sobrecoxa, indicando que o melhor nível de energia é de 3100 Kcal EM/Kg.

**Palavras-chave:** colesterol, coloração, colágeno insolúvel, coxa, força de cisalhamento, peito

## ABSTRACT

BERNO, P.R. **Levels of metabolizable energy in meat quality of broiler type free-range.** 2016. 110f. Dissertação. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2016.

One of the alternatives used for a better performance and lower cost of production in broiler breeding are diets with high levels of energy. Food changes that have taken place in recent times have made consumers more demanding with regard to fat levels of food, as well as how to raise animals to be slaughtered. The objective of this work was to evaluate the effects of energy on centesimal composition, meat quality and sensorial analysis. 30 carcasses of broiler chickens, of the strain Naked Neck were used. The treatments studied were: 2700; 2800; 3000; 3100 and 3200 MS, Kcal / Kg. Meat quality (pH, drip loss, cooking loss, luminosity, red, yellow, shear force, cholesterol, dry matter, crude protein, ethereal extract and ash), total collagen and percentage of insoluble collagen, and sensory analysis (tenderness, juiciness, texture, taste and color) of the breast, thigh and drumstick. It was concluded that energy levels had a significant effect on the breast muscle, influencing the loss of cooking, the percentage of insoluble collagen and all parameters of sensory analysis; and the taste of the thigh muscle, indicating that the best energy level is 3100 Kcal ME / kg.

**Keywords:** Breast, cholesterol, coloration, insoluble collagen, shear force, thigh

## Lista de figuras

Figura 1	Curva de crescimento alométrico dos tecidos ósseo, muscular e adiposo.....	17
Figura 2	Interação hormonal para o crescimento muscular.....	21
Figura 3	Espaço de cor CIELAB.....	26
Figura 4	Curva padrão com valores médios de colesterol.....	45
Figura 5	Curva padrão com valores médios de colágeno.....	49
Figura 6	Consumo de proteína bruta de frangos de corte tipo caipira submetidos a dietas com diferentes níveis de energia metabolizável no período de 84 dias de idade.....	52
Figura 7	Consumo de lisina digestível de frangos de corte tipo caipira submetidos a dietas com diferentes níveis de energia metabolizável no período de 84 dias de idade.....	53
Figura 8	Consumo de metionina + cistina digestível de frangos de corte tipo caipira submetidos a dietas com diferentes níveis de energia metabolizável no período de 84 dias de idade.....	53
Figura 9	Consumo de cálcio de frangos de corte tipo caipira submetidos a dietas com diferentes níveis de energia metabolizável no período de 84 dias de idade.....	54
Figura 10	Consumo de fósforo disponível de frangos de corte tipo caipira submetidos a dietas com diferentes níveis de energia metabolizável no período de 84 dias de idade.....	54
Figura 11	Curva padrão com valores médios de colesterol.....	85
Figura 12	Curva padrão com valores médios de colágeno.....	89



## Lista de tabelas

Tabela 1	Principais hormônios envolvidos no crescimento muscular.....	20
Tabela 2	Composição centesimal e nutricional das dietas experimentais na fase de 1 a 28 dias.....	39
Tabela 3	Composição centesimal e nutricional das dietas experimentais na fase de 29 a 56 dias.....	40
Tabela 4	Composição centesimal e nutricional das dietas experimentais na fase de 57 a 84 dias.....	41
Tabela 5	Soluções para calibração da curva padrão de colesterol.....	45
Tabela 6	Soluções para calibração da curva padrão de colágeno.....	49
Tabela 7	Composição centesimal da carne do peito, sobrecoxa e coxa de frangos de corte alimentados com dietas de diferentes níveis de energia.....	55
Tabela 8	Valores médios dos atributos de qualidade de carne de peito de frango de corte tipo caipira alimentados com diferentes níveis de energia.....	57
Tabela 9	Valores médios dos atributos de qualidade de carne de sobrecoxa de frango de corte tipo caipira alimentados com diferentes níveis de energia.....	63
Tabela 10	Valores médios dos atributos de qualidade de carne de coxa de frango de corte tipo caipira alimentados com diferentes níveis de energia.....	63
Tabela 11	Valores médios dos atributos da análise sensorial da carne do peito de frangos de corte tipo caipira alimentados com diferentes níveis de energia.....	66
Tabela 12	Valores médios dos atributos da análise sensorial da carne da coxa de frangos de corte tipo caipira alimentados com diferentes níveis de energia.....	68

Tabela 13	Valores médios dos atributos da análise sensorial da carne da sobrecoxa de frangos de corte tipo caipira alimentados com diferentes níveis de energia.....	69
Tabela 14	Composição centesimal e nutricional da dieta experimental de frangos de corte tipo caipira.....	81
Tabela 15	Soluções para calibração da curva padrão de colesterol.....	84
Tabela 16	Soluções para calibração da curva padrão de colágeno.....	88
Tabela 17	Composição centesimal da carne do peito, sobrecoxa e coxa de frangos de corte tipo caipira e comercial.....	92
Tabela 18	Atributos de qualidade de carne de peito de frango de corte tipo caipira e comercial.....	94
Tabela 19	Atributos de qualidade de carne de sobrecoxa de frango de corte tipo caipira e comercial.....	98
Tabela 20	Atributos de qualidade de carne de coxa de frango de corte tipo caipira e comercial.....	99
Tabela 21	Valores médios dos atributos de análise sensorial da carne do peito, sobrecoxa e coxa de frango de corte tipo caipira e comercial.....	103

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
1.1 FRANGOS DE CORTE TIPO CAIPIRA.....	13
1.2 ENERGIA METABOLIZÁVEL.....	15
1.3 CRESCIMENTO MUSCULAR.....	16
1.4 ATRIBUTOS DE QUALIDADE DA CARNE.....	23
1.4.1 Capacidade de retenção de água.....	24
1.4.2 pH.....	24
1.4.3 Força de cisalhamento.....	25
1.4.4 Coloração.....	25
1.4.5 Colágeno.....	26
1.4.6 Colesterol.....	27
<b>2 REFERÊNCIAS.....</b>	<b>28</b>
<b>3 NÍVEIS DE ENERGIA METABOLIZÁVEL NA QUALIDADE DA CARNE DE FRANGOS DE CORTE TIPO CAIPIRA</b>	
<b>RESUMO.....</b>	<b>34</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>35</b>
<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>36</b>
<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>38</b>
<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>51</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>70</b>
<b>4 QUALIDADE DA CARNE DE FRANGOS DE CORTE TIPO CAIPIRA E COMERCIAL</b>	
<b>RESUMO.....</b>	<b>76</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>77</b>
<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>78</b>
<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>80</b>

<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>91</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>105</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A avicultura é um forte segmento da agroindústria nacional, e se destaca pela sua capacidade de produção (Domingues & Diehl, 2012). O Brasil é o terceiro maior produtor com mais de 12 milhões de toneladas, e o maior exportador de carne desde 2004, totalizando aproximadamente 4 milhões de toneladas exportadas no ano de 2014. As exportações totalizam 32,3% da produção, e são direcionadas a Europa, Oceania, América do Sul, América Central, América do Norte, Oriente Médio, Ásia e África, somando mais de 150 mercados (Avisite, 2015).

Com relação ao mercado interno, 67,7% da produção é para o consumo nacional, com 42,78 Kg de carne de frango/ habitante em 2014, valor superior ao apresentado no ano de 2013 (ABPA, 2015).

A produção avícola se caracteriza pela total conformidade de suas bases, que unidas fornecem ao mercado nacional e internacional a carne de frango. Genética, alimentação, alojamento e sanidade são algumas dessas bases, que trabalham em estreita relação, com o objetivo final de fornecimento de proteína animal a população (BNDES, 2007).

O mercado avícola ainda é responsável por mais de 3,5 milhões de empregos, vinculados de forma direta e indireta pelo setor, sendo que destes, 350 mil estão ligados de forma direta na planta frigorífica (ABPA, 2015).

O consumo de carne de frango teve seu aumento a partir da mudança de hábitos alimentares da população nos anos 80, superando valores do consumo de carne bovina. Esta mudança se deu por modificações nos padrões educacionais, com maior acesso a tecnologias e assim a informações sobre

nutrição, saúde e a forma que os animais são criados (Reig, 1992; González, 1995; Herrmann & Roder, 1995). Além desses fatores, o preço reduzido também incentivou o consumo (Carvalho et al., 2008) e por esta carne estar menos associada a restrições religiosas (Liu et al., 2012).

Outros aspectos relevantes do alimento estão ligados a qualidade sensorial da carne, como a maciez, frescor, os nutrientes e o quanto este alimento é saudável (Reche et al., 2013), garantindo um produto inócuo (Spers, 2003). Assim consumidores encontram na carne de frango um alimento saudável, de baixo preço (Jaturashita et al., 2008), e que possui um conveniência de preparo, uma vez que seu tempo de preparo é reduzido quando comparado ao tempo para carne bovina e suína (Reche et al., 2013).

O frango de corte tipo caipira é aceito por esse novo perfil de consumidor, pois sua criação não permite o uso de promotores de crescimento e alimentos de origem animal, dentre outras normas, sendo dessa maneira caracterizado pelo consumidor brasileiro como um alimento mais saudável (Loureiro et al., 2014; Silva e Fabrini Filho, 1994).

Sendo assim, o objetivo do presente trabalho foi avaliar os efeitos de diferentes níveis de energia metabolizável sobre a composição centesimal dos músculos, características qualitativas (pH, perda por gotejamento, coloração, perda por cocção, força de cisalhamento, colesterol e colágeno solúvel e insolúvel), e análise sensorial de frangos de corte tipo caipira.

### **1.1 Frango de corte tipo caipira**

A preocupação com a saúde tem levado alguns consumidores a maior exigência quanto aos padrões de qualidade, como a segurança alimentar, a

ecologia sustentável e o meio ambiente (Crabone et al., 2005; Bernabéu & Tendero, 2005). A criação de frango tipo caipira aparece como uma das opções para aqueles que buscam alimentos alternativos (Crabone et al., 2005).

Dentro da avicultura, a criação de aves de corte tipo caipira é uma parcela que indica um futuro favorável, tendo em vista essa procura por produtos mais saborosos, firmes e com sabor pronunciado (Madeira et al., 2010).

A criação de frangos de corte tipo caipira é normatizada pelo MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento), que designa como frango tipo caipira os animais criados sob as seguintes condições: 1) as aves devem ser alimentadas com produtos exclusivamente de origem vegetal; 2) é proibido a utilização de qualquer promotor de crescimento (melhorador de desempenho); 3) a criação poderá ser realizada em galpões (sistema intensivo) até os 25 dias, e após esse período devem ser soltos em áreas com 3 metros quadrados por ave; 4) o abate deve ser realizado com no mínimo 85 dias de idade; 5) A linhagem utilizada deve ser própria, sendo proibido o uso de linhagens comerciais de frangos de corte. Ainda para a denominação de frango caipira são aceitos os termos: frango tipo caipira, frango estilo caipira, frango colonial, frango tipo colonial e frango estilo colonial (BRASIL, 1999).

Além da dificuldade de valorização de produto, a produção de frango de corte alternativa no Brasil possui algumas outras dificuldades. Uma delas é a correta designação do produto, que além das denominações aceitas pelo MAPA, tem nomes comumente vistos em produtos oferecidos ao consumidor (frango feliz, frango verde, frango agroecológico, dentre outros) (Sales, 2005). Outro ponto importante para criação de frangos de corte tipo caipira é a falta de

normas específicas que estabeleçam as condições para produção, abate, e certificação de produtos sem a utilização de antibióticos, quimioterápicos, promotores de crescimento e produtos de origem animal (Santos et al., 2012).

Ainda com inúmeras dificuldades, as reduzidas pesquisas com qualidade de carne e exigências nutricionais específicas para frangos de corte tipo caipira, e ainda a falta de banco de dados específicos, como por exemplo, a quantidade de animais abatidos por ano, tornam esta criação mais difícil.

## **1.2 Energia metabolizável**

A energia utilizada pelos animais é oriunda da oxidação dos alimentos, e é utilizada para realização das funções corporais, como respiração, homotermia e atividade muscular (Fernandez e Toro-Velasquez, 2014).

Na formulação de dietas, os valores de proteína e de energia fornecidos merecem atenção, pois influenciam tanto no custo quanto no desempenho dos animais (Leandro et al., 2003), seja para carne ou ovos.

O aumento no nível energético da dieta, sem o adequado ajuste dos demais nutrientes pode provocar acúmulo excessivo de gordura na carcaça e diminuição na taxa de crescimento, o que afetará os resultados zootécnicos e econômicos (Litz et al., 2014).

A utilização de óleos e gordura na alimentação trás benefícios, pois eleva a densidade energética, reduz o incremento calórico (Sakomura e Rostagno, 2007), e ainda reduz a velocidade do trânsito intestinal, podendo aumentar a digestibilidade e a absorção dos nutrientes (Gonzalo, 1982).

A formulação de dietas devem ter como ponto de partida o nível de energia, e ainda ser a base para cálculo dos outros nutrientes, já que o



consumo destes nutrientes pode ser alterado conforme o nível de energia (Fischer et al., 1998). A elevação no nível de energia da dieta promove uma redução linear no consumo de ração de animais na fase de crescimento e final, indicando uma relação inversamente proporcional entre energia e consumo (Lana et al., 2004; Mendes et al., 2004; Mendonça et al., 2007).

O aumento no ganho de peso de frangos de corte de linhagens de crescimento lento, Pesadão e Label Rouge, quando alimentados com dietas de alto conteúdo energético é visível aos 28 dias de idade, fase de crescimento (Pacheco, 2004).

Outro ponto favorável a dietas ricas em energia metabolizável é o acréscimo significativo de ganho de peso (Bernal e Baião, 1996; Viana et al., 2001), e melhora na conversão alimentar (Leeson et al., 1996; Nascimento et al., 2004).

### **1.3 Crescimento muscular**

O crescimento animal é considerado complexo, pois envolve fatores genéticos, hormonais, metabólicos e do meio ambiente; e o desenvolvimento do tecido ósseo, muscular e adiposo deve ocorrer em perfeita coordenação (Warris, 2010).

É considerado crescimento quando há aumento na taxa de proteína corporal, excluindo-se a deposição de gordura. Como os músculos são detentores da maior quantidade de proteína no corpo, pode-se considerar que o crescimento depende do desenvolvimento muscular (Gonzales & Sartori, 2002).

No entanto para que ocorra o desenvolvimento muscular é necessário que haja o crescimento ósseo, que é a base dada aos músculos. A deposição de gordura ocorre após o desenvolvimento muscular, pois o músculo é considerado uma prioridade. Então, o desenvolvimento muscular, ósseo e adiposo ocorre em perfeito sincronismo, para que o crescimento animal atinja seu máximo (Warris, 2010) (Figura 1).

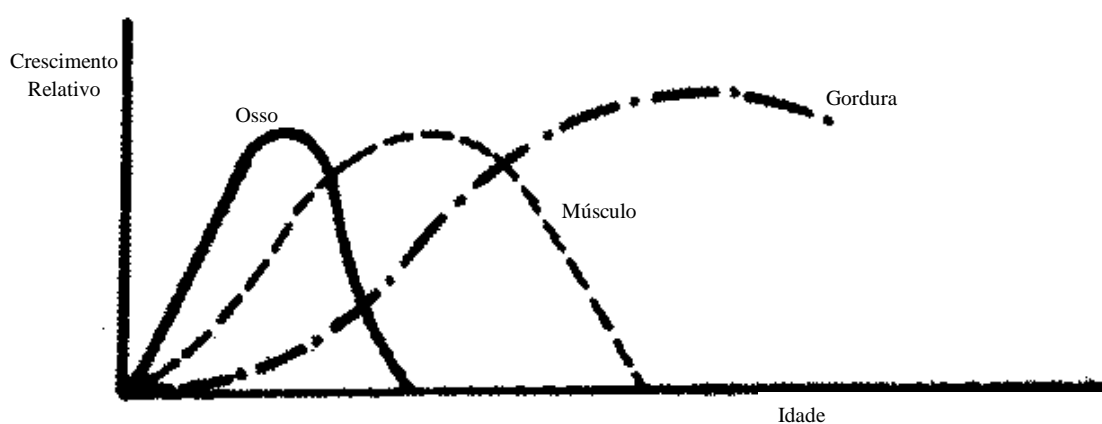


Figura 1. Curva de crescimento alométrico dos tecidos ósseo, muscular e adiposo. Adaptado de Gonzales e Sartori, 2002

Observando-se a taxa de crescimento absoluto, é possível verificar que o animal cresce mais rapidamente até a metade de sua vida. No entanto, a taxa de crescimento relativo decresce progressivamente com o avanço da idade do animal, refletindo o fato de que o aumento na massa corporal é expressa pela proporção daquela que já existe, reduzindo com o tempo (Warris, 2010).

Um outro fator a ser observado é a composição muscular a qual pode-se considerar as fibras musculares esqueléticas, que se diferenciam pelas propriedades contráteis e metabólicas, e são classificadas como fibra branca, vermelha e intermediária.

As fibras brancas são ricas em enzimas glicolíticas, usam glicogênio como substrato energético, possuem maior área, pouca quantidade de mioglobina e mitocôndrias, tem contração rápida, e são classificadas como IIB. As fibras vermelhas são ricas em enzimas oxidativas, usam a gordura como substrato energético, possuem pequena área, numerosas mitocôndrias, pigmento mioglobina, tem contração lenta, e são classificadas como tipo I. A fibra intermediária possui área de tamanho intermediário, entre a branca e a vermelha, utilizam a gordura ou o glicogênio como substrato dependendo da demanda da atividade usual do músculo, e são classificadas como IIA (Gonzales & Sartori, 2002).

A coloração clara da carne de frango está associada a quantidade de fibras glicolíticas presente em cada músculo, um vez que esse tipo de fibra possui baixa quantidade de mioglobinas, o que origina a “carne branca”. O músculo do peito é formado principalmente por fibras glicolíticas, também conhecidas como IIB. Já o músculo da coxa/sobrecoxa possui como principal tipo de fibra a I, originado dessa forma maior coloração (devido a quantidade de mioglobina), maior conteúdo de gordura e mais sabor (Felicio, 2008).

A distribuição dessas fibras musculares em um músculo qualquer depende diretamente da atividade exercida, sendo uma adaptação funcional das inúmeras atividades exercidas por este músculo no organismo animal.

O sistema de criação pode influenciar a morfologia das fibras esqueléticas do músculo flexor longo do hálux de linhagens comerciais e caipira, sendo que o sistema de semi-confinamento, onde as aves têm acesso a piquete de gramíneas, altera a composição das fibras esqueléticas de

machos, aumentando a concentração de fibras vermelhas no músculo (Madeira et al., 2006).

A composição dos músculos, tipo de fibra muscular, reflete diretamente na qualidade da carne, pois os processos que transformarão o músculo em carne são dependentes do músculo que a originou (Madeira, 2008).

De acordo com Felicio (2008), a quantidade, o tipo e o tamanho da fibra muscular também estão relacionados a fatores intrínsecos como genética, reguladores do crescimento, ativadores de transcrição, endócrinos, proteinases musculares e inervação; fatores ambientais como dieta, temperatura ambiente e sistema de criação; e ainda, atividade motora, agentes repartidores de nutrientes, idade, sexo, doenças, tipo de músculo e localização das fibras no músculo (Gonzales & Sartori, 2002).

Em relação à formação dos músculos, sabe-se que a síntese protéica ocorre no citosol da célula, e necessita de ribossomos, aminoácidos, ATP, GTP, e várias enzimas. Com isso a síntese de tecido muscular é influenciada não somente pela genética ou pelo estágio de crescimento do animal, mas também por desnutrição, deficiência de nutrientes, hipertrofia induzida por exercício, hormônios e agentes repartidores de nutrientes (Gonzales & Sartori, 2002).

A genética está diretamente ligada ao desenvolvimento muscular, e a capacidade de deposição protéica em cortes comerciais. A diferença entre linhagens comerciais e caipiras é conhecida, pois se sabe que linhagens de crescimento rápido, comerciais, apresentam cerca de 25% a mais de fibras do que linhagens de crescimento lento, como as caipiras (Remignon et al., 1994).

Além disso, há diferenças no potencial de crescimento dentro das linhagens comerciais e caipiras. A linhagem Cobb, linhagem comercial, demonstra maior precocidade para deposição de proteína no músculo, quando comparado a linhagem Ross (Marcato et al., 2009). Dentre as linhagens caipiras, a linhagem Sasso possui melhor desempenho e maior potencial de crescimento quando comparada a linhagem Isa Label (Dourado et al., 2009).

Os hormônios estão envolvidos diretamente no controle do crescimento muscular, tanto para a síntese quanto para a degradação protéica (Tabela 1).

Tabela 1. Principais hormônios envolvidos no crescimento muscular.

Hormônios	Ação sobre a síntese	Ação sobre a degradação
GH	Aumenta a transcrição de mRNA, RNA total e o n° de ribossomos	-----
IGF-1	Aumenta o mediador de GH	-----
Insulina	Aumento na tradução, no transporte e captação de aminoácidos	Diminui o número de autofagossomos
T3	Aumento na ação permissiva para GH e sinérgica para insulina Inicia a elongação	Aumenta a concentração enzimática
Glicocorticóides	Diminui a síntese de: DNA, mRNA e antagonista da insulina	Aumenta o número de autofagossomos

Adaptado de Gonzales& Sartori, 2002.

Existe uma total interação entre os hormônios, e esta interação é responsável pela síntese e degradação de proteínas. A relação entre a taxa de síntese e a taxa de degradação é o que define a deposição protéica (Figura 2).

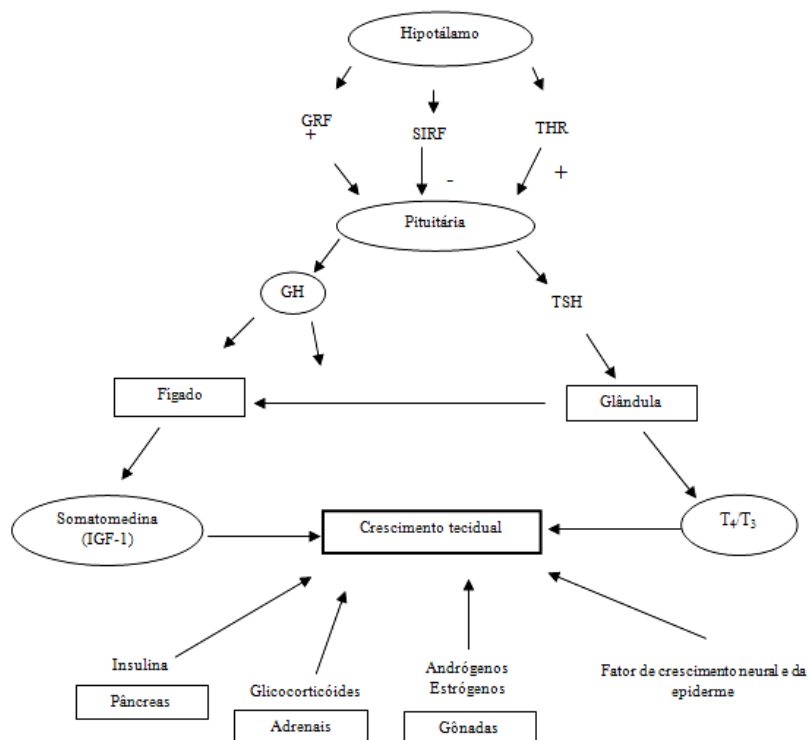


Figura 2. Interação hormonal para o crescimento muscular. Adaptado de Gonzales& Sartori, 2002.

A dieta aparece como um ponto importante a ser considerado quando o assunto é crescimento muscular. A quantidade e balanceamento dos aminoácidos, nível energético da ração, vitaminas e minerais estão entre alguns fatores que podem alterar a síntese e a degradação protéica, influenciando o crescimento do tecido muscular (Gonzales & Sartori, 2002).

O desbalanceamento ou deficiência de nutrientes pode afetar a liberação de hormônios como GH e insulina, influenciar a atividade enzimática normal e diminuir a deposição protéica, devido a diminuição da síntese protéica.

Diferentes níveis de lisina fornecidos na primeira semana de vida afetam diretamente a curva de crescimento dos animais até os 49 dias de idade, com influencia no crescimento alométrico de componentes do peito desossado e do peitoral maior; e o aumento nos níveis de lisina na primeira semana retardam a deposição de gordura corporal (Pophal, 2004).

No entanto, um acréscimo considerável na quantidade de lisina na dieta pode reduzir o desempenho na primeira semana de vida. Animais alimentados com níveis superiores aos recomendados obtiveram redução do desempenho, sendo explicado pelo alto gasto energético para a desaminação dos aminoácidos, elevando o nível de ácido úrico no sangue, influenciando significativamente a utilização de energia pela ave (Toledo et al., 2007).

Outro fator relevante no crescimento muscular é a temperatura, pois animais criados em temperaturas abaixo da ideal possuem um maior gasto energético para a manutenção da homeotermia, reduzindo sua capacidade de síntese protéica; e quando a temperatura está acima da ideal, há a diminuição do consumo a fim de reduzir o calor metabólico, e com isso o consumo de nutrientes fica prejudicado, influenciando de forma negativa a síntese protéica (Oliveira et al., 2006).

A hipertrofia induzida pelo exercício causa alteração na síntese muscular, uma vez que amplia o número de elementos contráteis em paralelo e aumenta a tensão máxima que o músculo esquelético pode produzir em resposta ao exercício, sendo assim uma adaptação do músculo à sobrecarga física. Com isso há a diminuição, na fase de crescimento muscular, da quantidade de fibras e aumento no tamanho destas (Camargo Filho et al., 2005). Os fatores influentes relacionados ao desenvolvimento muscular também possuem interferência na qualidade da carne, pois devido a capacidade de alterar a quantidade de fibras e sua composição no músculo, acaba por interferir em parâmetros como pH, perda por cocção, perda por gotejamento.

A quantidade de lisina fornecida para linhagens comerciais afetam valores de pH do músculo do peito (Pavan et al., 2003). Isto ocorre devido a necessidade de lisina de cada linhagem, pois está relacionada a composição corporal, assim caso uma linhagem tenha maior exigência de proteína, pode representar maior exigência de lisina (Baker, 1995). Entretanto, quando se trata de dietas que atendam o conceito de proteína de ideal para o aminoácido lisina não há influencia do teor deste aminoácido na qualidade da carne do músculo do peito (Rodrigues et al., 2008).

A fonte lipídica utilizada na alimentação das aves também pode influenciar na qualidade da carne. O fornecimento de óleo de linhaça em dietas apresenta efeitos positivos sobre a fração lipídica da carne de frangos, reduzindo a quantidade total de lipídeos e o colesterol (Murakami et al., 2010).

#### **1.4 Atributos de qualidade da carne**

A qualidade de carne é um conceito amplo, pois cada consumidor tem suas preferências individuais. A facilidade de uso, composição nutricional, apresentação e embalagem são algumas das muitas variáveis que afetam a escolha deste consumidor no momento da compra (Vieira, 2014).

Existem ainda parâmetros físicos e químicos que auxiliam na avaliação da qualidade da carne, e permitem uma classificação destas em classes de qualidade como carne PSE (pálida, mole e exsudativa) ou DFD (escura, firme e seca), por exemplo. Esses parâmetros incluem: coloração, pH, perda por cozimento, capacidade de retenção de água e força de cisalhamento. Além destas, outras análises podem indicar uma carne mais saudável ou não, como por exemplo, análise de teor de colesterol e perfil de ácidos graxos



(Ramos e Gomide, 2012). Outro parâmetro que pode auxiliar na classificação é a análise sensorial, já que esta pode identificar as características desejáveis na carne (Minim, 2013). As principais características avaliadas em análises sensoriais são a maciez, suculência, textura, sabor e cor, mas esta avaliação pode abranger outras características como o odor, amargo, acidez, doçura entre outras que se tornem necessárias dependendo do que será avaliado.

#### 1.4.1 Capacidade de retenção de água (CRA)

A capacidade de retenção de água é uma característica relevante não somente para indústria, mas também do ponto de vista sensorial, pois é a habilidade que a carne possui de manter a água presente na sua estrutura (Olivo, 2004), com ação na impressão inicial de suculência (Ramos e Gomide, 2012). É um parâmetro observado por consumidores, pois afeta a aparência e a quantidade de água presente nas embalagens, atuando como fator importante no momento da compra (Aguiar, 2006). Esta capacidade pode ser medida pela perda por gotejamento ou pela perda por cocção.

#### 1.4.2 pH

Os valores de pH são responsáveis pela cor da carne e pela capacidade de retenção de água, esta última que influencia diretamente a maciez, a perda por cozimento e a suculência (Fletcher, 2002). Este parâmetro causa essa influência devido as cargas das proteínas miofibrilares, que devido a maior quantidade de cargas negativas ou positivas, aumenta a repulsão, aumentando assim o espaço entre as ligações cruzadas, permitindo que a água saia de maneira mais fácil (Bertram, Kristensen, Andresen, 2004).

#### 1.4.3 Força de cisalhamento

É a característica ligada a força necessária para rompimento das fibras, sendo assim conhecida como a maciez da carne (Ramos e Gomide, 2012). Quanto maior a força aplicada para rompimento das fibras, menor é a maciez; e quanto menor a força aplicada maior é a maciez da carne.

Os métodos de medição de maciez podem ser por penetração, cisalhamento, compressão ou compressão por extrusão, entretanto para avaliações de maciez de carne o mais utilizado é de cisalhamento, uma vez que simula da melhor forma a mastigação (Ramos e Gomide, 2012). Este tipo de análise exige que a carne seja cortada em dimensões padronizadas, e que esteja cozida ou assada, uma vez que é consumida dessa forma.

#### 1.4.4 Coloração

A coloração é um dos fatores mais relevantes na determinação do valor do produto durante a comercialização (Amorim, 2013), e é influenciada por enzimas, dieta, idade do animal e ações pré-abate (Mancini & Hunt, 2005). Pode ser avaliada por métodos laboratoriais, espectrofotometria, e por métodos mais utilizados como os colorímetros, que atribuem luminosidade ( $L^*$ ), coloração vermelha ( $a^*$ ) e coloração amarela ( $b^*$ ) (Figura 3) à carne analisada (Amorim, 2013).

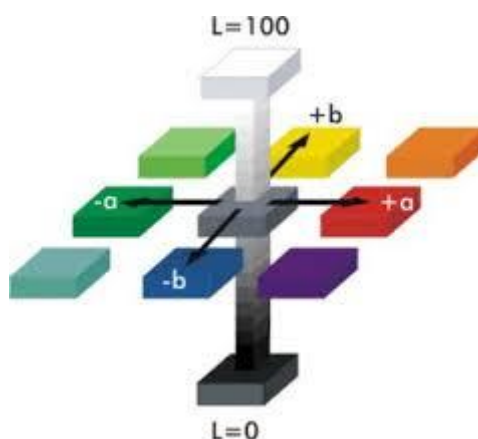


Figura 3. Espaço de cor CIE L\* a\* b\*

O valor L\* representa a reflexão difusa, sendo perfeita quando seu valor é 100, e preto quando seu valor é zero; os valores de a\* variam do vermelho (+a\*) até o verde (-a\*), e o b\* do amarelo (+b\*) até o azul (-b\*) (Hunterlab, 1976).

#### 1.4.5 Colágeno

O colágeno é responsável por transmitir a força contrátil, produzindo assim o movimento, e está relacionado com a estrutura e maciez da carne (Mello et al., 2012). A relação entre a quantidade da parte solúvel e insolúvel do colágeno é o que determina a suculência e a dureza de um alimento (Silva & Penna, 2012), e sua quantificação na carne está ligada a textura do músculo (Lira, 1997).

A proteína do colágeno é insolúvel em água, entretanto quando submetida a temperatura de 36°C e em solução, se tem o início da desnaturação enzimática. Quando o aquecimento é superior a 70°C, ainda em solução, ocorre a hidrólise parcial do colágeno, formando uma gelatina (Powell et al., 2000). A hidrólise do colágeno, quando submetida a aquecimento, não é total devido as ligações cruzadas entre as fibras colágenas (Hai-Jun et al.,

2009), que são mais fortes ou mais fracas de acordo com a composição do colágeno no músculo, a funcionalidade muscular, a idade do animal e o sexo.

A medição pode ser feita por contagem histológica, ou por quantificação de hidroxiprolina pelo método colorimétrico, por coluna trocadora de íon ou ainda por HPLC, uma vez que esse aminoácido é marcador da quantidade de colágeno na carne (Ramos e Gomide, 2012).

#### 1.4.6 Colesterol

O colesterol desempenha funções importantes no organismo (Weber et al., 2004), e seus níveis são regulados de acordo com o colesterol exógeno, obtido através da dieta e o nível sérico normal. Caso ocorra o desbalanceamento entre o nível exógeno e endógeno, há o desencadeamento da aterosclerose (Bragagnolo, 2001).

O quantificação do colesterol pode ser feito pelo método colorimétrico, ou por cromatografia líquida, sendo mais utilizado o primeiro método devido a sua a precisão e segurança de resultados, com baixo custo de realização quando comparado a cromatografia (Saldanha et al., 2004).

Com os resultados obtidos foi elaborado o artigo intitulado **“Níveis de energia metabolizável na qualidade de carne de frangos de corte tipo caipira”**, redigido conforme as normas da Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal e adaptações às normas para elaboração de dissertações do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal.

## 2 REFERÊNCIAS

ABPA – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. Relatório anual avicultura 2015. Disponível em: < <http://abpa-br.com.br/files/publicacoes/c59411a243d6dab1da8e605be58348ac.pdf>> Acesso em: 01/03/2016.

AGUIAR, A.P.S. **Opinião do consumidor e qualidade da carne de frangos criados em diferentes sistemas de produção**. 2006. Tese de Doutorado. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”.

AMORIM, A.F.S. **Estudo comparativo das características físico-químicas e sensoriais de carne de capão, galo, "frango comercial" e "frango do campo"**. 2013. Tese de Doutorado. Instituto Politécnico de Bragança.

AVISITE - Disponível em: < <http://www.revistadoavisite.com.br/web/pub/avisite/index2/?numero=99&pg=22>> Acesso em: 01/03/2016.

BAKER, H.D. Ideal protein for broiler chicks. In: MULTISTATE POULTRY FEEDING AND NUTRITION CONFERENCE, 12., 1995, Indianópolis. **Proceedings...** Indianópolis: PSA, 1995. p.1-13.

BERNABÉU, R.; TENDERO, A. Preference structure for lamb meat consumers. A Spanish case study. **Meat Science**, v.71, p.464- 470, 2005.

BERNAL, F. E.; BAIÃO, N. C. Efeito dos níveis de energia da ração sobre o desempenho e teor de gordura na carcaça de frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, p. 595-606, 1996.

BERTRAM, H.C.; KRISTENSEN, M.; ANDRESEN, H.J. Functionality of myofibrillar proteins as affected by pH, ionic strength and heat treatment-a low-field NMR study. **Meat Science**, v. 68, p.249-256, 2004.

BNDES – BANCO NACIONAL DO DESENVOLVIMENTO. Relatório anual 2007. Disponível em: < [http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes\\_pt/Galerias/Arquivos/empresa/RelAnual/ra2007/relatorio\\_anual2007.pdf](http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/empresa/RelAnual/ra2007/relatorio_anual2007.pdf)> Acesso em: 10/02/2016.

BRAGAGNOLO, N. Aspectos comparativos entre carnes segundo a composição de ácidos graxos e teor de colesterol. In: II Conferencia Internacional Virtual sobre Qualidade de Carne Suína, 2001, Concórdia. **Anais...**Santa Catarina: 2001.

BRASIL. Ofício Circular DOI/DIPOA Nº 007/99, de 19 de maio de 1999. Normatização e Comercialização do Frango Caipira ou Frango Colonial, também denominado “Frango Tipo ou Estilo Caipira” ou “Tipo ou Estilo

Colonial". **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, MAPA, Brasília, DF, 19 mai. 1999.

CAMARGO FILHO, J.C.S.; VANDERLEI, L.C.M.; CAMARGO, R.C.T.; OLIVEIRA, D.A.R.; OLIVEIRA JÚNIOR, S.A.; DAL PAI, V.; BELANGERO, W.D. Análise histológica, histoquímica e morfométrica do músculo sóleo de ratos submetidos a treinamento físico em esteira rolante. **Arquivo Ciência Saúde**. v.12, n.3, p.196-199, 2005.

CARVALHO, T.B. **Estudo da elasticidade-renda da demanda de carne bovina, suína e de frango no Brasil**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2007, 88p. Dissertação (Mestrado em Economia)-Universidade de São Paulo, 2007.

CRABONE, G.T.; MOORI, R.G.; SATO, G.S. Fatores relevantes na decisão de compra de frango caipira e seu impacto na cadeia produtiva. **Organizações Rurais & Agroindustriais**. v.7, n.3, p.312-323, 2005.

DOMINGUES, D. R.; DIEHL, G.N. Mitos e verdades sobre o consumo da carne de frango e ovos. **Informativo Técnico DPA**, v. 3, p. 6, 2012.

DOURADO, L.R.B.; SAKOMURA, N.K.; NASCIMENTO, D.C.N.; DORIGAM, J.C.; MARCATO, S.M.; FERNANDES, J.B.K. Crescimento e desempenho de linhagens de aves pescoço pelado criadas em sistema semi-confinamento. **Revista Ciência Agrotécnicas**. v.33, n.3, p.875-881, 2009.

FELÍCIO, A.M. **Estudo genético-quantitativo de número e diâmetro de fibras musculares em linhagem macho de frangos**. 2008. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

FERNANDES, R. M. H. M.; TORO-VELASQUEZ, A. P. Nutrição de não ruminantes: Seção III digestão e metabolismo dos nutrientes: Metabolismo Energético, Jaboticabal, SP: Sakomura et al. p. 77 a 93, 2014.

FISCHER JR, A.A.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S. et al. Determinação dos valores de energia metabolizável de alguns alimentos usados na alimentação das aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.2, p.314-318, 1998.

FLETCHER, D.L. Poultry meat quality. **World's Poultry Science Journal**, v. 58, n. 2, p. 131-135, 2002.

GONZÁLEZ, L. El marketing y el cambio em los habitos de consumo. **Boletim ICE Economico**, [S.l.], n. 2470, p. 29-39, 1995.

GONZALES, E.; SARTORI, J.S. Crescimento e metabolismo muscular. In: CONFERENCIA INTERNACIONAL VIRTUAL SOBRE QUALIDADE DE CARNE SUINA, 2001. Disponível em: <[http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc\\_publicacoes/anais01cv2\\_bragagnolo\\_pt.pdf](http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/anais01cv2_bragagnolo_pt.pdf)>. Acesso em: 01/03/2016.

GONZALO, G. M. Rate of passage (transite time) as influenced by level of supplemental fat. **Poultry Science**, v. 61, p. 94-100,1982.

HAI-JUN, C.; XU, X-L; ZHOU, G-H; LI, C-B; HUANG, M. Effects os characteristics changes of collagen on meat physicochemical properties of beef semitendinosus muscle during ultrasonic process. **Food and Bioprocess Technology**, v. 5, n.1, p.285-297, 2009.

HERRMANN, R.; RODER, C. Does food consumption converge internationally?: measurement, impirical tests and determinants. **European Review of Agricultural Economics**, [S.l.], v. 22, n. 3, p. 400-414, 1995.

HUNTERLAB.**Applications note: CIE L\* a\* b\* color scale**. Virginia, 1996.v.8, n.7.

JATURASHITA, S.; KAYAN, A. & WICKE, M. Carcass and meat characteristics of male chickens between Thai indigenous compared with improved layer breeds and their crossbred.**Arch. Tierzucht**, v. 51, p.283-294, 2008.

LANA, S.R.V. et al. Exigência de energia metabolizável para frangos de corte criados em região de clima tropical. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: SBZ, 2004. 1CD-Rom.

LEANDRO, N. S. M.; CAFÉ, M. B.; STRINGHINI, H. J. et al. Plano Nutricional com Diferentes Níveis de Proteína Bruta e Energia Metabolizável na Ração, para Frangos de Corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.3, p.620-631, 2003.

LEESON, S.; CASTON, L.; SUMMERS, J.D. Broiler response toenergy diet. **Poultry Science**, v.75, p.529-535, 1996.

LIRA, G. M. Influência do colágeno sobre a textura de carnes. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 11, n. 48, p. 12-18, 1997.

LITZ, F.H.; CARVALHO, C.M.C.; FERNANDES, E.A.; MARTINS, J.M.S.; FAGUNDES, N.S. Efeito de diferentes níveis de energia e proteína na ração sobre desempenho de frangos de corte da linhagem Cobb Avian. **Vet. Not.**, v.20, n. 1, p.52-60, 2014.

LIU, X.D.; JAYASENA, D.D.; JUNG, Y.; KANG, B.S.; HEO, K.N.; LEE, J.H. & JO, C. Differential proteome analysis of breast and thigh muscles between Korean native chickens and commercial broilers. **Asian Australasian Journal Animal Science**, v. 25, p.895-902, 2012.

LOUREIRO, J.P.B.; SANTOS, M.S.V. & TAVARES, F.B. Avaliação da influência de variáveis socioeconômicas no consumo de frango caipira: Uma análise de mercado consumidor do município de Paraupabas-PA. **Revista de Estudos Sociais**, v. 16, n. 32, p.254-268, 2014.

MADEIRA, L.A. **Sistemas de criação e linhagens de frangos de corte: desempenho, rendimento, qualidade de carne e perfil de miosinas de cadeia pesada no músculo esquelético.** Botucatu: Universidade Estadual Paulista, 2008, 85p. Tese (Doutorado em Zootecnia)- Universidade Estadual Paulista, 2008.

MADEIRA, L.A.; SARTORI, J.R.; ARAUJO, P.C.; PIZZOLANTE, C.C.; SALDANHA, E.S.P.B.; PEZZATO, A.C. Avaliação do desempenho e do rendimento de carcaça de quatro linhagens de frangos de corte em dois sistemas de criação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 10, p.2214-2221, 2010.

MADEIRA, L.A.; SARTORI, J.R.; SALDANHA, E.S.P.B.; PIZZOLANTE, C.C.; SILVA, M.D.P.; MENDES, A.A.; TAKAHASHI, S.E.; SOLARTE, W.V.N. Morfologia das fibras musculares esqueléticas de frangos de corte de diferentes linhagens criados em sistemas de confinamento e semiconfinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.6, p.2322-2332, 2006.

MANCINI, R.A.; HUNT, M.C. Current research in meat color. **Meat Science**, v.71, p.100-121, 2005.

MARCATO, S.M.; SAKOMURA, N.K.; FERNANDEZ, J.B.K.; NASCIMENTO, D.C.N.; FURLAN, R.L.; PIVA, G.H. Crescimento e deposição de nutrientes nas penas, músculo, ossos e pele de frangos de corte de duas linhagens comerciais. **Revista Ciência Agrotécnicas**. v.33, n.4, p.1159-1168, 2009.

MELLO, J.L.M.; BORBA, H.; VIEIRA, L.D.C.; RODRIGUES, A.B.B.; ALVA, J.C.R.; GIAMPIETRO-GANECO, A. Relação entre maciez e concentração de colágeno do músculo *Pectoralis major* em frangos de corte convencionais e do tipo caipira. **Revista Científica de Produção Animal**, v. 14, n. 2, p. 181-183, 2012.

MENDES, A.A.; MOREIRA, J.; OLIVEIRA, E.G. *et al.* Efeito da energia da dieta sobre o desempenho, rendimento de carcaça e gordura abdominal de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, p.2300-2307, 2004.

MENDONÇA, M. O.; SAKOMURA, N. K; SANTOS, F. R. *et al.* Níveis de energia metabolizável e relações energia:proteína para aves de corte de crescimento lento criadas em sistema semiconfinado. **Acta Sci. Anim. Sci.** v. 29, n. 1, p. 23-30, 2007.

MINIM, V.P.R. **Análise sensorial: estudo com consumidores.** UFV, 2013.

MOORI, R.G.; SATO, G.S.; CARBONE, G.T. Um estudo sobre a propensão de compra de frango caipira. **Facef Pesquisa**. n.1, v.10, 2007.

MURAKAMI, K.T.T.; PINTO, M.F.; PONSANO, E.H.G.; GARCIA NETO, M. Desempenho produtivo e qualidade de carne de frangos alimentados com ração



contendo óleo de linhaça. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, n. 4, p.401-407, 2010.

NASCIMENTO, A.H.; SILVA, J.H.V.; ALBINO, L.F.T.; RUNHO, R.C.; POZZA, P.C. Energia metabolizável e relação energia: proteína bruta nas fases pré-inicial e inicial de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 4, p. 911-918, 2004.

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

OLIVO, R. Atualidades na qualidade da carne de aves. **Revista Nacional da Carne**, n. 331, 2004.

PACHECO, O. **Efeitos de diferentes níveis de energia e proteína sobre o desempenho de frangos de corte de linhagens colonial**. 2004. Dissertação. Mestrado. p. 50, Paraná, Brasil, 2004.

PAVAN, A.C.; MENDES, A.A.; OLIVEIRA, E.G.; DENADAI, J.C.; GARCIA, R.G.; TAKITA, T.S. Efeito da linhagem e do nível de lisina da dieta sobre a qualidade da carne do peito de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 6, p. 1732-1736, 2003.

POPHAL, S. **Características de crescimento de dois cruzamentos de frangos de corte recebendo dietas com diferentes níveis de lisina na primeira semana de vida**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2004, 146p. Tese (Doutorado em Zootecnia)- Universidade Federal do Rio Grande de Sul, 2004.

POWELL, T. H.; DIKEMAN, M. E.; HUNT, M. C. Tenderness and collagen composition of beef semitendinosus roasts cooked by conventional convective cooking and modeled, multi-stage, convective cooking. **Meat Science**, v. 55, n. 4, p. 421-425, 2000.

RAMOS, E. M., & DE MIRANDA GOMIDE, L. A. **Avaliação da qualidade de carnes: fundamento e metodologias**. UFV, 2012.

RECHE, R.A.; TONI, D.; LARENTIS, F.; MILAN, G.S. Configuração da imagem da carne de frango na perspectiva de consumidores e varejistas. **Organizações Rurais & Agroindustriais**, v. 15, n. 3, p.314-329, 2013.

REIG, E. Estructura del consumo alimentario y desarrollo economico. **Investigación Agraria: Economía**, [S.l.], v. 7, n. 2, p. 263-282, 1992.

REMINGNON, H.; LEFAUCHEUR, L.; BLUM, J.C.; ROCARD, F.H. Effects of divergent selection for body weight on three skeletal muscles characteristics in the chicken. **British Poultry Science**, v.35, p.65-76, 1994.

RODRIGUES, K.F.; RODRIGUES, P.B.; BRESSAN, M.C.; NAGATA, A.K.; SILVA, J.H.V.; SILVA, E.L. Qualidade da carne de peito de frangos de corte recebendo rações com diferentes relações lisina digestível: proteína bruta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 6, p. 1023-1028, 2008.

SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. S. **Métodos de pesquisa na nutrição de monogástricos**. Jaboticabal: FUNEP UNESP, 2007, 283p.

SALDANHA, T.; MAZALLI, M.R.; BRAGAGNOLO, N. Avaliação comparativa entre dois métodos para determinação do colesterol em carnes e leite. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, v. 24, n. 1, p.109-113, 2004.

SALES, M.N.G. **Criação de galinhas em sistemas agroecológicos**. Vitória: Incaper, 2005.

SANTOS, E.L.B.; NARDI JUNIOR, G.; LEANDRO, J.B. Estudo de viabilização da produção alternativa de aves. **Tékhe&Lógos**. v.3, n.1, 2012.

SILVA, L. F.; FABRINI FILHO, L. C. Complexo avícola e questões sobre hábito alimentar. **Revista Caderno de Debates**, Campinas, v. 1, p. 41-61, 1994.

SILVA, T.F. & PENNA, A.L.B. Colágeno: Características químicas e propriedades funcionais. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v. 71, n. 3, p.530-539, 2012.

SPERS, E.E. **Mecanismos da regulação da qualidade e segurança em alimentos**. 2003. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

TOLEDO, A.L.; TAKEARA, P.; BITTENCOURT, L.C.; KOBASHIGAWA, E.; ALBUQUERQUE, R.; TRINDADE NETO, M.A. Níveis dietéticos de lisina digestível para frangos de corte machos no período de 1 a 11 dias de idade: desempenho e composição corporal. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.36, n.4, p.1090-1096, 2007.

VIANA, C. F. A.; SILVA, M. A.; PIRES, A. V. et al. Influência de grupos genéticos e de níveis de energia sobre características de carcaça de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.4, p.1067-1073, 2000.

VIEIRA, S.L. Considerações sobre as características de qualidade de carne de frango e fatores que podem afetá-la. In: Simpósio Brasil Sul de Avicultura e Brasil Sul Poultry Fair, 2014, Chápeco. **Anais...** Santa Catarina: 2014. 166p.

WARRIS, P.D. The growth and body composition of animals. In: **Meat Science: An Introductory Text**. 2 ed. Cambridge: Reino Unido, 2010. p.9-25.

WEBER, L. W.; BOLL, M.; STAMPFL, A. Maintaining cholesterol homeostasis: cholesterol regulatory element-binding proteins. **World Journal of Gastroenterology**. v. 10, n. 21, p. 3081-3087, 2004.

## **NÍVEIS DE ENERGIA METABOLIZAVEL NA QUALIDADE DA CARNE DE FRANGOS DE CORTE TIPO CAIPIRA**

### **RESUMO**

Realizou-se este experimento com objetivo de avaliar níveis de energia metabolizável para frangos de corte tipo caipira sobre composição centesimal, parâmetros de qualidade de carne e análise sensorial. Foram utilizados 30 carcaças de frangos caipira da linhagem Pescoço Pelado, das quais foi separado os músculos do peito, coxa e sobrecoxa. Os animais foram alimentados com as dietas contendo 2700, 2800, 3000, 3100 e 3200 EM Kcal/Kg. Os parâmetros avaliados foram matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo, matéria mineral, pH, perda por gotejamento, perda por cocção, coloração (luminosidade, L\*; tendência para vermelho, a\*; tendência para amarelo, b\*), força de cisalhamento, colesterol, colágeno total, colágeno insolúvel, maciez, suculência, textura, sabor e cor. Os níveis de energia influenciaram a perda por cocção, a porcentagem de colágeno insolúvel do músculo do peito e todos os parâmetros de análise sensorial. Para o músculo da coxa não houve influência alguma dos níveis de energia, já para a sobrecoxa as dietas causaram efeito somente para o sabor. O nível de energia mais indicado é o de 3100 Kcal EM/ Kg, pois proporcionou menor perda por cocção do peito, e melhor sabor para o peito e a sobrecoxa.

**PALAVRAS-CHAVE:** colágeno, peito, perda por cocção, Pescoço Pelado

## **METABOLIZABLE ENERGY LEVELS IN FREE RANGE BROILER CHIKEN QUALITY MEAT**

### **ABSTRACT**

We conducted this experiment to evaluate metabolizable energy levels hick type broiler on centesimal composition, quality parameters of meat and sensory analysis. A total of 30 carcasses of hick chickens lineage Naked Neck, which was separated from the chest muscles, thigh and drumstick. The animals were fed diets containing 2700, 2800, 3000, 3100 and 3200 kcal / kg. The parameters evaluated were dry matter, crude protein, ether extract, ash, pH, drip loss, cooking loss, color (brightness, L \*, tendency to red, a \*, tendency to yellow, b \*), power shear, cholesterol, total collagen, insoluble collagen, tenderness, juiciness, texture, flavor and color. Energy levels influenced the cooking loss, the percentage of insoluble collagen in the breast muscle and all the sensory analysis parameters. For the thigh muscle there was no influence of energy levels, as for the drumstick diets had an effect only for flavor. The preferred energy level is 3100 Kcal ME / kg, as provided less cooking loss of the chest, and better flavor to the chest and thigh.

**KEYWORDS:** breast, collagen, cooking loss, Naked Neck

## INTRODUÇÃO

A nutrição mostra cada vez mais sua importância não somente no desempenho, mas também na qualidade de carne. A correta indicação da quantidade de cada nutriente permite que o animal mostre todo o seu potencial genético, reduzindo a quantidade de gordura abdominal na carcaça, por exemplo, ou ainda aumentando rendimento de alguns cortes mais nobres (Mendes & Komiyama, 2011).

A relevância da nutrição também é expressa nos custos de produção de frangos de corte, uma vez que podem chegar a 70% do total dos custos com a produção (Schoulten et al., 2003).

Uma das alternativas na busca pelo melhor desempenho e menor custo de produção é o aumento do nível de energia em dietas para frangos de corte, pois uma das teorias sobre o consumo de ração é a diminuição conforme ocorre o aumento do nível de energia metabolizável da ração (Schoulten et al., 2003), além do preenchimento intestinal e limitações fisiológicas (Ferket & Gernat, 2006).

A inclusão de óleo de soja, em dietas a base de milho e farelo de soja, pode chegar a 10% do percentual da dieta, assim um aumento no nível de energia nas dietas promoveria a redução dos custos de produção, devido a redução no consumo. O nível de inclusão nas dietas é variável, pois depende do alimento a ser utilizado nas rações, dos valores de nutrientes destes alimentos e ainda a disponibilidade financeira para a inclusão do óleo.

Tem-se constatado que elevados níveis de energia proporcionam melhores desempenhos (Sakomura et al., 2004), porém pouco se sabe sobre seus efeitos sobre qualidade de carne. Os parâmetros de avaliação da

qualidade de carne incluem características como pH, maciez, coloração, capacidade de retenção de água, colesterol, colágeno, entre outros.

Além de serem utilizados separadamente na avaliação da qualidade da carne, estes parâmetros estão correlacionados. Valores de pH estão correlacionados com a capacidade de retenção de água, perda de exsudato em carnes sob refrigeração, perda de peso no cozimento (Roque- Specht et al., 2009) e coloração (Mendes & Komiyama, 2011).

A partir dos valores obtidos com estes parâmetros é possível verificar problemas no abate e na criação, e ainda classificar a carne como PSE (pálida, mole e exsudativa), DFD (escura, seca e dura) ou normal, e assim direcioná-la para o mercado consumidor mais adequado.

Em pesquisa sobre o consumo de carne de frango de corte, observou-se que os atributos mais observados, em ordem de relevância, no momento da compra são a data de validade, preço, cor e odor; e ainda que a maioria dos consumidores, 68,5%, consideram que a criação no sistema semi-intensivo é a que proporciona melhor bem-estar (Bonamigo et al., 2012).

Para Francisco et al. (2007), a característica mais importante para os consumidores é a cor, seguidos de aparência e cheiro, sendo estes de mesma importância; e em terceiro lugar o sabor.

Dessa forma torna-se necessário avaliar os efeitos de diferentes níveis de energia metabolizável sobre a composição proximal dos músculos e sensoriais da carne.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS) no Laboratório Experimental em Ciência Aviária (LECA). Foram utilizadas trinta carcaças de frangos de corte tipo caipira, da linhagem Pescoço Pelado, oriundas de um experimento com delineamento inteiramente casualizado, com 6 repetições. As análises de carne foram feitas no laboratório de carne e no laboratório de nutrição animal na Embrapa Gado de Corte. Os frangos de corte tipo caipira foram alimentados com cinco diferentes dietas contendo os níveis de 2700; 2800; 3000; 3100 e 3200 EM, Kcal/Kg. Para cada fase de criação foi formulada uma dieta, sendo dieta inicial de 1 a 28 dias (Tabela 2); dieta crescimento de 29 a 56 dias (Tabela 3) e dieta final de 57 a 84 dias (Tabela 4). As dietas foram formuladas sem a manutenção da relação energia:nutriente. Estes animais receberam água e ração *ad libitum* em todo o período de criação.

---

Tabela 2. Composição centesimal e nutricional das dietas experimentais na fase de 1 a 28 dias

Ingredientes	Energia metabolizável (Kcal/kg da dieta)				
	2.700	2.800	3.000	3.100	3.200
Milho	59,28	59,28	59,28	59,28	59,28
Farelo de soja (45%)	29,35	29,35	29,35	29,35	29,35
Óleo de soja	0,000	1,139	3,415	4,553	5,692
Inerte (caulim)	7,848	6,713	4,437	3,29	2,160
Fosfato bicálcico	1,783	1,783	1,783	1,783	1,783
Calcário calcítico	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066
Suplemento Min <sup>1</sup> .	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Suplemento Vit <sup>2</sup> .	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Sal comum	0,373	0,373	0,373	0,373	0,373
DL-Metionina	0,096	0,096	0,096	0,096	0,096
Total	100%	100%	100%	100%	100%
Energia metabolizável (Kcal/kg)	Valores nutricionais calculados <sup>3</sup>				
	2.700	2.800	3.000	3.100	3.200
Proteína Bruta (%)	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00
Metionina digestível (%)	0,362	0,362	0,362	0,362	0,362
Lisina digestível (%)	0,862	0,862	0,862	0,862	0,862
Met+Cist digestível (%)	0,619	0,619	0,619	0,619	0,619
Cálcio (%)	0,940	0,940	0,940	0,940	0,940
Fósforo disponível (%)	0,430	0,430	0,430	0,430	0,430
Sódio (%)	0,180	0,180	0,180	0,180	0,180
Cloro (%)	0,255	0,255	0,255	0,255	0,255
Potássio (%)	0,717	0,717	0,717	0,717	0,717
Número de Mogin (mEq/kg)	189,97	189,95	189,95	189,95	189,95

<sup>1</sup>Níveis por kg de ração. Suplemento mineral: 11,00 mg zinco; 3,04 mg ácido pantotênico; 0,22 mg iodo; 0,06 mg selênio; 90 mg colina; 8,48 mg ferro; 2,64 mg cobre; 15,15 mg manganês.<sup>2</sup>Níveis por kg de ração. Suplemento vitamínico: 2.400 UI vitamina A; 480 UI vitamina D3; 0,32 mg vitamina K3; 0,51 mg vitamina B1; 1,38 mg vitamina B2; 0,64 mg vitamina B6; 2,88 mg vitamina B12; 3,00 mg vitamina E; 7,12 mg0 niacina.

<sup>3</sup>Dietas formuladas segundo exigências nutricionais recomendadas por Rostagno et al. (2011) para aves de reposição semi-pesadas.



Tabela 3. Composição centesimal e nutricional das dietas experimentais na fase de 29 a 56 dias

Ingredientes	Energia metabolizável (Kcal/kg da dieta)				
	2.700	2.800	3.000	3.100	3.200
Milho	65,14	65,14	65,14	65,14	65,14
Farelo de soja (45%)	23,99	23,99	23,99	23,99	23,99
Óleo de soja	0,000	0,293	2,569	3,707	4,845
Inerte (caulim)	7,840	7,546	5,269	4,131	2,993
Fosfato bicálcico	1,557	1,557	1,557	1,557	1,557
Calcário calcítico	0,915	0,915	0,915	0,915	0,915
Suplemento Min <sup>1</sup> .	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Suplemento Vit <sup>2</sup> .	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Sal comum	0,325	0,325	0,325	0,325	0,325
DL-Metionina	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025
Total	100%	100%	100%	100%	100%
	Valores nutricionais calculados <sup>3</sup>				
Energia metabolizável (Kcal/kg)	2.700	2.800	3.000	3.100	3.200
Proteína Bruta (%)	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00
Metionina digestível (%)	0,269	0,269	0,269	0,269	0,269
Lisina digestível (%)	0,739	0,739	0,739	0,739	0,739
Met+Cist digestível (%)	0,507	0,507	0,507	0,507	0,507
Cálcio (%)	0,815	0,815	0,815	0,815	0,815
Fósforo disponível (%)	0,380	0,380	0,380	0,380	0,380
Sódio (%)	0,160	0,160	0,160	0,160	0,160
Cloro (%)	0,228	0,228	0,228	0,228	0,228
Potássio (%)	0,637	0,637	0,637	0,637	0,637
Número de Mogin (mEq/kg)	167,97	167,97	167,97	167,97	167,97

<sup>1</sup>Níveis por kg de ração. Suplemento mineral: 11,00 mg zinco; 3,04 mg ácido pantotênico; 0,22 mg iodo; 0,06 mg selênio; 90 mg colina; 8,48 mg ferro; 2,64 mg cobre; 15,15 mg manganês.<sup>2</sup>Níveis por kg de ração. Suplemento vitamínico: 2.400 UI vitamina A; 480 UI vitamina D3; 0,32 mg vitamina K3; 0,51 mg vitamina B1; 1,38 mg vitamina B2; 0,64 mg vitamina B6; 2,88 mg vitamina B12; 3,00 mg vitamina E; 7,12 mg niacina.

<sup>3</sup>Dietas formuladas segundo exigências nutricionais recomendadas por Rostagno et al. (2011) para aves de reposição semi-pesadas.

Tabela 4. Composição centesimal e nutricional das dietas experimentais na fase de 57 a 84 dias

Ingredientes	Energia metabolizável (Kcal/kg da dieta)				
	2.700	2.800	3.000	3.100	3.200
Milho	66,68	66,68	66,68	66,68	66,68
Farelo de soja (45%)	21,55	21,55	21,55	21,55	21,55
Óleo de soja	0,000	0,341	2,617	3,756	4,894
Inerte (caulim)	8,950	8,659	6,382	5,244	4,106
Fosfato bicálcico	1,176	1,176	1,176	1,176	1,176
Calcário calcítico	1,084	1,084	1,084	1,084	1,084
Suplemento Min <sup>1</sup> .	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Suplemento Vit <sup>2</sup> .	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Sal comum	0,302	0,302	0,302	0,302	0,302
Total	100%	100%	100%	100%	100%

Energia metabolizável (Kcal/kg)	Valores nutricionais calculados <sup>3</sup>				
	2.700	2.800	3.000	3.100	3.200
Proteína Bruta (%)	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00
Metionina digestível (%)	0,232	0,232	0,232	0,232	0,232
Lisina digestível (%)	0,680	0,680	0,680	0,680	0,680
Met+Cist digestível (%)	0,460	0,460	0,460	0,460	0,460
Cálcio (%)	0,780	0,780	0,780	0,780	0,780
Fósforo disponível (%)	0,305	0,305	0,305	0,305	0,305
Sódio (%)	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
Cloro (%)	0,215	0,215	0,215	0,215	0,215
Potássio (%)	0,596	0,596	0,596	0,596	0,596
Número de Mogin (mEq/kg)	157,12	157,03	157,03	157,03	157,03

<sup>1</sup>Níveis por kg de ração. Suplemento mineral: 11,00 mg zinco; 3,04 mg ácido pantotênico; 0,22 mg iodo; 0,06 mg selênio; 90 mg colina; 8,48 mg ferro; 2,64 mg cobre; 15,15 mg manganês.<sup>2</sup>Níveis por kg de ração. Suplemento vitamínico: 2.400 UI vitamina A; 480 UI vitamina D3; 0,32 mg vitamina K3; 0,51 mg vitamina B1; 1,38 mg vitamina B2; 0,64 mg vitamina B6; 2,88 mg vitamina B12; 3,00 mg vitamina E; 7,12 mg0 niacina.

<sup>3</sup>Dietas formuladas segundo exigências nutricionais recomendadas por Rostagno et al. (2011) para aves de reposição semi-pesadas.

As aves foram alojadas com um dia de idade em galpão experimental de alvenaria coberto por telha de fibrocimento dividido em boxes, a partir do 28º dia as aves apresentaram acesso livre à piquetes com gramíneas. O programa de luz adotado foi o de iluminação por 24 horas (natural+artificial) nos primeiros

14 dias e de luz natural até o final do período experimental. Diariamente foram verificadas e anotadas as temperaturas (máxima e mínima), a ocorrência de mortalidade, foi realizada limpeza dos bebedouros e regulagem da altura dos bebedouros e comedouros.

Durante todo o período experimental as aves receberam água e ração *ad libitum*. As dietas foram formuladas para serem isoprotéicas, isoaminoacídicas e balanceadas a fim de atender as exigências nutricionais conforme recomendações de Rostagno et al. (2011) para aves de reposição semipesadas em cada fase de criação.

Após o período de criação as aves foram abatidas com atordoamento por concussão cerebral e abatidos por sangria. Após a sangria, foi realizada a evisceração, e retirada dos pés, pescoço e cabeça. Em seguida as carcaças foram identificadas e armazenadas por 5 meses em freezer a -18°C. As análises qualitativas realizadas foram pH, perda por gotejamento, perda por cocção, coloração, força de cisalhamento, colesterol e colágeno solúvel e insolúvel da carne de peito, coxa e sobrecoxa de frango de corte tipo caipira.

As carcaças congeladas foram transportadas da UFMS para a Embrapa em caixas de isopor. Após o transporte foram realizados os cortes da carcaça, separando peito, coxa e sobrecoxa, e depois realizado a desossa de cada corte. Após a desossa foi medido o pH de cada corte, utilizando um potenciômetro com eletrodo de vidro. O eletrodo foi inserido completamente em cada corte, e o valor do pH anotado após a estabilização. Entre as medições de pH dos diferentes cortes, o eletrodo foi inserido em água destilada para a limpeza.

Na sequência cada corte foi pesado, devendo ter de 80 a 100 gramas, para realizar a perda por gotejamento pelo método gravimétrico, descrito por Honikel (1998). As amostras foram envolvidas em gaze, e colocadas em sacos plásticos, de maneira que a carne não entrasse em contato com o fundo do saco plástico. Os sacos plásticos foram colocados em câmaras de refrigeração, deixados por 24 horas, e após esse período as amostras foram retiradas da câmara, retirada a gaze e pesadas somente a carne. Nas amostras destinadas as análises de cor, perdas por cocção e força de cisalhamento, foi realizada inicialmente a medição de cor em três pontos de cada corte, com aparelho MiniScan XE Plus, pelo método Hunter  $L^*a^*b^*$ , originando valores de luminosidade ( $L^*$ ), variando do preto ao branco, de  $a^*$  variando do verde ao vermelho e de  $b^*$ , variando do azul ao amarelo.

Em seguida, as amostras foram pesadas e identificadas para realizar a perda por cocção, pelo método de cozimento em forno com circulação de ar forçado a 193°C até atingir a temperatura de 70°C no interior da amostra. Após o cozimento, a amostra foi resfriada, em temperatura ambiente, até 28°C, e foi pesada. Em seguida essa amostra foi embalada com papel filme, e colocada em geladeira, com temperatura de 2° a 5°C, *over night*, para posterior realização da força de cisalhamento.

A força de cisalhamento foi realizada em texturômetro, com lâmina tipo WBSF a uma velocidade de 20 cm/minuto. De cada corte foram retirados quatro subamostras com 30 mm de comprimento, obtidas de secções triangulares de 10 X 10 mm, paralelas às fibras musculares. O valor final de força de cisalhamento foi obtido pela média dos valores das quatro subamostras.

A quantificação do colesterol foi realizada pelo teste enzimático-colorimétrico com fator clareante de lipídios proposto por Saldanha et al. (2004). Foi utilizado 2 gramas de amostra, colocadas em erlenmeyer, adicionado 4 ml de solução de hidróxido de potássio a 50% e 6 ml de álcool etílico. Foram colocadas no homogeneizador de amostra por 10 segundos a 4000 rpm para solubilização, em seguida no banho maria a 60°C por 10 minutos. Após, foi adicionado 5 ml de água destilada, aguardando a amostra esfriar. Em seguida foi colocado 10 ml de hexano, e agitado em vórtex por 10 segundos. A solução foi colocada em funil de separação para a separação das fases, após, a fase inferior foi colocada novamente no erlenmeyer que já continha a solução amostra, e a fase superior colocada em um novo tubo identificado. Para total extração do colesterol da amostra, a adição de 10 ml de hexano foi realizada mais 2 vezes. Em sequência, foi retirado 3 ml do extrato hexânico, colocado em um tubo de ensaio e seco sob N<sub>2</sub>. Depois de totalmente seco, foi adicionado 0,5 ml de álcool isopropílico e 3 ml de reagente de trabalho do kit laboratorial Cholesterol Liquicolor In Vitro. O tubo de ensaio foi agitado em vórtex por 10 segundos e colocado em banho maria a 37°C por 10 minutos. Após esse período, foi retirado e deixado esfriar em temperatura ambiente, aguardando 90 minutos para a leitura da absorbância. Esta leitura foi feita no comprimento de onda de 499 nm em espectrofotômetro Bel Photonics modelo SP 2000 UV.

Juntamente com as amostras foram feitas as soluções para calibração do aparelho e as soluções para a formação da curva padrão. A solução de calibração foi apenas 0,5 ml de isopropanol e 3 ml de reagente de trabalho, sendo considerada o “branco”. As soluções de calibração (Tabela 5) foram

feitas a partir de um padrão de colesterol com concentração conhecida, presente no kit laboratorial.

Tabela 5. Soluções para calibração da curva padrão de colesterol

Concentração de colesterol, mg/ml	Solução padrão de colesterol, $\mu$ l	Álcool isopropílico, ml	Reagente de trabalho, ml
0,01	17,5	0,4825	3,0
0,02	35,0	0,4650	3,0
0,03	52,5	0,4475	3,0
0,04	70,0	0,4300	3,0
0,05	87,5	0,4125	3,0

As soluções padrões era feitas todas as vezes que se realizava a leitura em espectrofotômetro. A partir dos valores obtidos em cada leitura foi possível quantificar o colesterol no músculo de cada corte. A curva padrão média foi construída pela media dos valores obtidos em cada calibração (Figura 4).

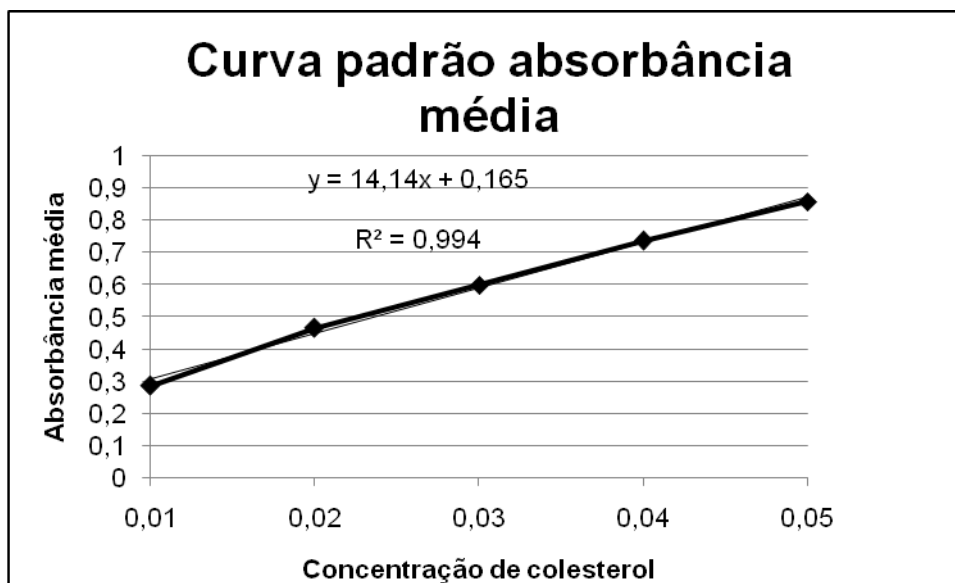


Figura 4. Curva padrão com valores médios de colesterol

Para a análise de colágeno solúvel foi utilizada a metodologia descrita por Hill (1966) e adaptações de Ramos e Gomide (2002). Primeiramente foram preparadas as soluções necessárias para a análise.

- Solução de ácido clorídrico 6M: 990 ml de ácido clorídrico em 1000 ml de água destilada. Após resfriamento, completado o volume até 2 litros.
- Solução estoque de Ringer: 8,60 gramas de cloreto de sódio; 0,33 gramas de cloreto de cálcio e 0,30 gramas de cloreto de potássio em 1 litro de água destilada.
- Solução de extração: 125 ml da solução estoque de Ringer em 500 ml de água destilada; Preparada no dia análise.
- Solução tampão citrato: 30 gramas de ácido cítrico, 15 gramas de hidróxido de sódio e 90 gramas de acetato de sódio em 500 ml de água destilada. Adicionando 290 ml de isopropanol vagarosamente, e ajustando o pH para 6,0 com ajuda de um potenciômetro. Após ajustado, completar o volume até 1 litro.
- Solução estoque de cloramina-T: 1,75 gramas de cloramina-T em 25 ml de água destilada.
- Solução de ácido perclórico 60%: 85,7 ml de ácido perclórico 70% em 14,3 ml de água destilada.
- Solução oxidante: 10 ml de solução estoque de cloramina-T e 40 ml da solução tampão citrato; Preparado imediatamente antes do uso.
- Solução de Ehrlich: 10 gramas de p-DABA em 35 ml da solução de ácido perclórico 60%. Sob agitação, adicione vagarosamente 65 ml de isopropanol; Preparado no dia da análise.

- Solução estoque de hidroxiprolina (600 µg/ml): 60 mg de L-hidroxiprolina em 100 ml de água destilada; Preparado no dia da análise.
- Solução de hidroxiprolina (6µg/ml): 1 ml da solução estoque de hidroxiprolina em 100 ml de água destilada; Preparado imediatamente antes do uso.
- Solução de NaOH 2M: 20 gramas de NaOH em 250 ml de água destilada.
- Solução indicadora de vermelho de metila (0,1%): 0,1 grama de indicador vermelho de metila em 100 ml de isopropanol.

Foram pesados 4 gramas de amostra em tubo Falcon de 50 ml, e adicionado 12 ml de solução de extração (solução de Ringer com  $\frac{1}{4}$  de força iônica). Os tubos foram colocados em banho-maria com agitação a 77°C por 70 minutos, e após esse período foram resfriados com água corrente. Em seguida, os tubos foram colocados em centrífuga refrigerada por 10 minutos a 4°C com 3000 giros. O sobrenadante foi retirado e colocado em tubo de vidro, e ao resíduo no tubo Falcon foi adicionado 8 ml de solução de extração, colocado novamente na centrífuga por mais 10 minutos a 4°C com 3000 giros. O sobrenadante foi adicionado junto ao primeiro que havia sido retirado, e o resíduo foi transferido quantitativamente para outro tubo de vidro, lavando o tubo Falcon com 15 ml de solução de extração. Foram adicionados 10 ml de solução de ácido clorídrico nos tubos contendo o resíduo, e 20 ml nos tubos do sobrenadante. Estes tubos foram colocados em estufa a 105°C por 24 horas, para a hidrólise da amostra.



Após esse período, os tubos foram retirados e deixados esfriar a temperatura ambiente. Depois de totalmente frios, foi adicionado 1 grama de carvão ativado, e misturado a amostra rigorosamente. A mistura foi filtrada com papel filtro em erlenmeyer de 250 ml. O papel filtro foi lavado com 50 ml de água destilada, e no filtrado foi adicionado uma gota de vermelho de metila. O hidrolisado foi titulado com uma solução de NaOH 2 M, mudando da cor rósea para amarela. Em seguida foi filtrado novamente, e colocado em balão volumétrico de 250 ml, e completado com água destilada até o volume total do balão.

Para a quantificação da hidroxiprolina foram pipetados 2 ml da solução final, colocados em tubos de ensaio, e adicionado 1 ml da solução oxidante. Os tubos foram agitados em vórtex e deixados em repouso por exatos 20 minutos. Após esse período foi adicionado em cada tubo 1 ml da solução de Erlich, novamente agitado em vórtex, e cobertos com papel alumínio. Esses tubos foram colocados em banho-maria a 60°C por 15 minutos. Na sequência, foram resfriados com água corrente por 3 minutos, e feita a leitura da absorbância a 558 nm.

Para a calibração do espectrofotômetro foi feita a solução “branco” e as soluções para a formação da curva padrão. A solução “branco” continha água destilada em substituição ao líquido da amostra, e as soluções de calibração foram feitas a partir da solução de hidroxiprolina com concentração de 6µg/ml (Tabela 6).

Tabela 6. Soluções para calibração da curva padrão de colágeno

Concentração	0,6	1,2	1,8	2,4	3,0
Solução de hidroxiprolina (6µg/ml), ml	1	2	3	4	5
Água destilada, ml	9	8	7	6	5
Hidroxiprolina, µg	1,2	2,4	3,6	4,8	6,0

As soluções padrões foram feitas todas as vezes que se realizava a leitura em espectrofotômetro. A partir dos valores obtidos em cada leitura foi possível quantificar a hidroxiprolina no músculo de cada corte. A curva padrão média foi construída pela media dos valores obtidos em cada calibração (Figura 5).

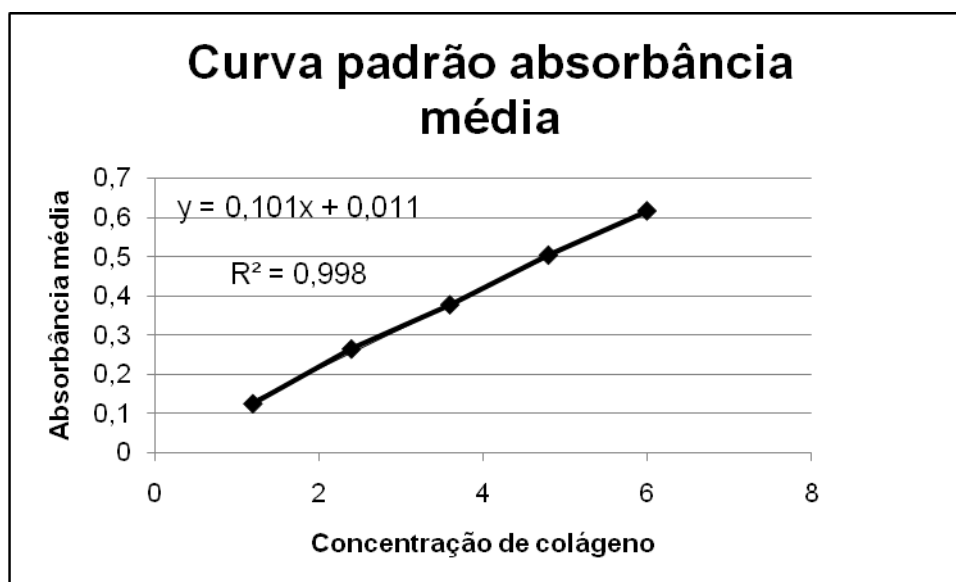


Figura 5. Curva padrão com valores médios de colágeno

As análises de composição centesimal foram realizadas a partir do músculo de cada corte, que foram em estufa e moídos em moinho de bola. Posteriormente, realizou-se as análises de nitrogênio, extrato etéreo e matéria mineral, segundo a metodologia descrita por Silva & Queiroz (2002), com o objetivo de determinar a deposição de proteína e gordura no músculo.

A análise sensorial foi realizada por métodos discriminativos, utilizando testes de comparação múltipla, com delineamento em blocos completos casualizados. Os testes foram feitos no Laboratório de Carnes da Embrapa Gado de Corte durante dois dias. No primeiro dia, a análise foi feita às 15 horas, já no segundo dia as análises foram feitas às 09h30min e às 15 horas, sendo que em cada período foi realizado o teste com um tipo de corte (peito, coxa e sobrecoxa).

Antes das análises foi realizada a seleção de provadores e o treinamento, para as características de maciez, suculência, textura, sabor e cor. Os provadores ainda foram avaliados quanto a uniformidade das respostas sendo que, aqueles que indicavam respostas muito além do padrão esperado, não participaram do teste.

O preparo das amostras foi realizado no período que antecedeu a análise sensorial. Os cortes desossados foram descongelados sob refrigeração, e após o total descongelamento as amostras foram imersas em uma solução de água e cloreto de sódio com concentração de 15% (Komiya et al., 2010). Depois desta imersão, as amostras foram retiradas e colocadas em assadeiras com identificações, colocadas em forno elétrico com ventilação forçada e com um termômetro inserido no centro geométrico da amostra. Assim que o interior dessas amostras atingiu 70°C, foram retiradas do forno e colocadas em balcão para o corte dos paralelepípedos a serem oferecidos para os provadores.

Os paralelepípedos foram cortados no tamanho de 1 X 1 X 1 centímetros. Após realizado os cortes, as amostras foram colocadas em recipientes de vidro, cobertas com papel filme e identificadas com um número

centesimal único. Os recipientes foram colocados em outro forno elétrico cuja a temperatura foide 40°C, para que as amostras fossem oferecidas aos provadores nesta temperatura. Cada recipiente continha dois paralelepípedos de amostra.

Antes do início das análises foi colocado em cada cabine um copo com água e biscoitos de água e sal, para que cada provador pudesse limpar seu paladar entre uma amostra e outra. Junto a isso, dentro de cada cabine, continha uma folha com local para identificação do provador, da amostra e do seu julgamento. Não foi estipulado tempo máximo para avaliação da amostra, entretanto cada provador demorou até 2 minutos para realizar o julgamento das 5 características.

Os resultados para os parâmetros de qualidade da carne foram submetidos à análise de variância, posteriormente à análise de regressão linear e quadrática com o auxílio do programa SAS, versão 9.1, a 5% de significância pelo teste de comparação de médias Tukey. Para a análise sensorial foi utilizada a análise não paramétrica do teste de Friedman, e em caso de significância foi realizado o teste de comparação múltipla semelhante ao teste Tukey (Zar, 2010).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### ***Consumo de nutrientes***

Os níveis de energia estudados não promoveram regressão quadrática e linear para nenhum dos parâmetros avaliados. Pelo teste de comparação de médias Tukey, os níveis de energia influenciaram ( $P < 0,05$ ) o consumo de proteína, lisina digestível, metionina+cistina digestível, cálcio e fósforo

disponível, demonstrando que conforme houve um aumento no nível de energia da dieta, ocorreu uma redução no consumo destes nutrientes.

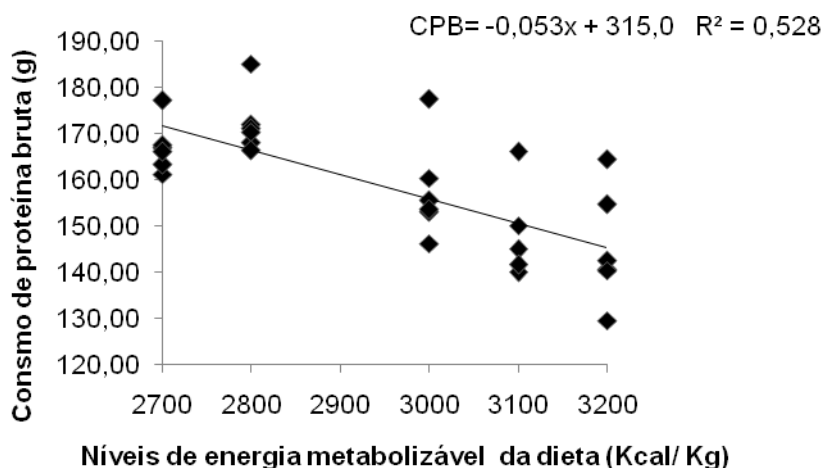


Figura 6 - Consumo de proteína bruta de frangos de corte tipo caipira submetidos a dietas com diferentes níveis de energia metabolizável no período de 84 dias de idade

O consumo de alimentos é o principal fator que influencia o ganho de peso corporal e a conversão do alimento em carne de frango. Uma das teorias sobre a regulação do consumo é o nível de energia da dieta fornecida, com redução do consumo de ração conforme aumento da energia na dieta, e ainda correlacionada com o preenchimento intestinal e limitações fisiológicas (Ferket & Gernat, 2006). Caso a dieta não esteja balanceada para a relação energia:nutriente, o consumo de alguns desses nutrientes não poderá ser garantido, influenciando assim o desenvolvimento corporal, aumentando a deposição de gordura na carcaça e diminuindo a taxa de crescimento, afetando resultados zootécnicos e econômicos (Lima et al., 2008).

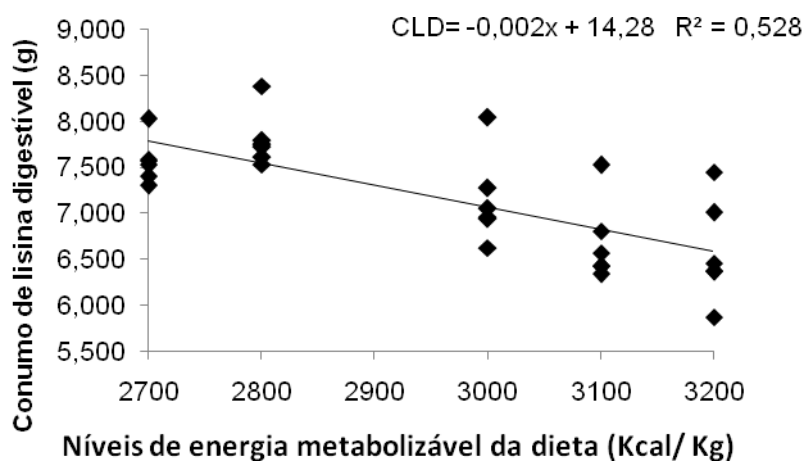


Figura 7 - Consumo de lisina digestível de frangos de corte tipo caipira submetidos a dietas com diferentes níveis de energia metabolizável no período de 84 dias de idade

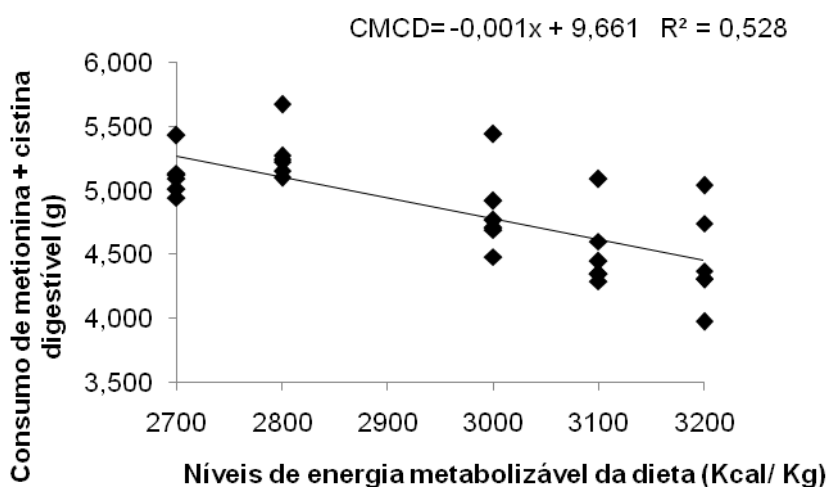


Figura 8 - Consumo de metionina + cistina digestível de frangos de corte tipo caipira submetidos a dietas com diferentes níveis de energia metabolizável no período de 84 dias de idade

Consumo de dietas com elevados níveis de energia metabolizável para frangos de corte proporcionam aumento de ganho de peso e ainda melhora na conversão alimentar (Nascimento et al., 2004, Ferreira et al., 2015), entretanto promovem redução no consumo de ração, reduzindo na mesma proporção a quantidade de proteína, vitaminas e minerais consumidos caso a dieta não seja

balanceada para a relação energia:nutriente. A partir disto promovem menor peso relativo de perna e de peito, e maior quantidade de gordura abdominal (Fan et al., 2008). É necessário considerar que a quantidade de lisina (Lana et al., 2005) e metionina+cistina (Rodrigueiro et al., 2000) consumida pelo animal possuem efeito sobre a deposição de proteína no músculo.

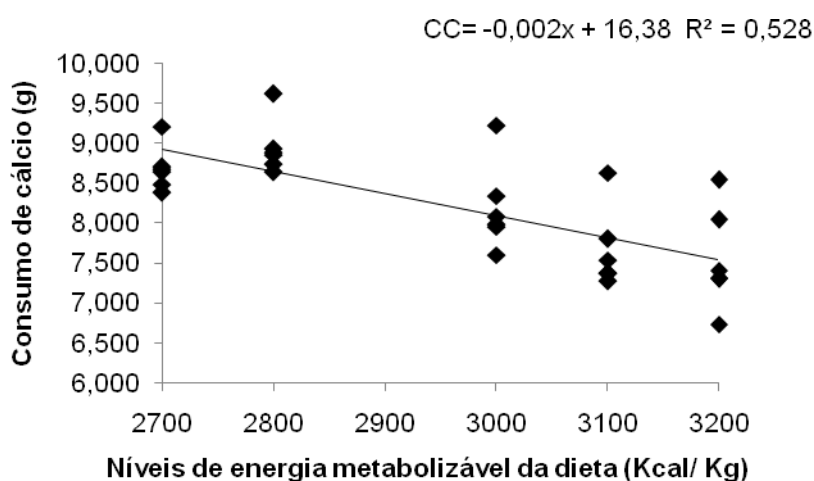


Figura 9 - Consumo de cálcio de frangos de corte tipo caipira submetidos a dietas com diferentes níveis de energia metabolizável no período de 84 dias de idade

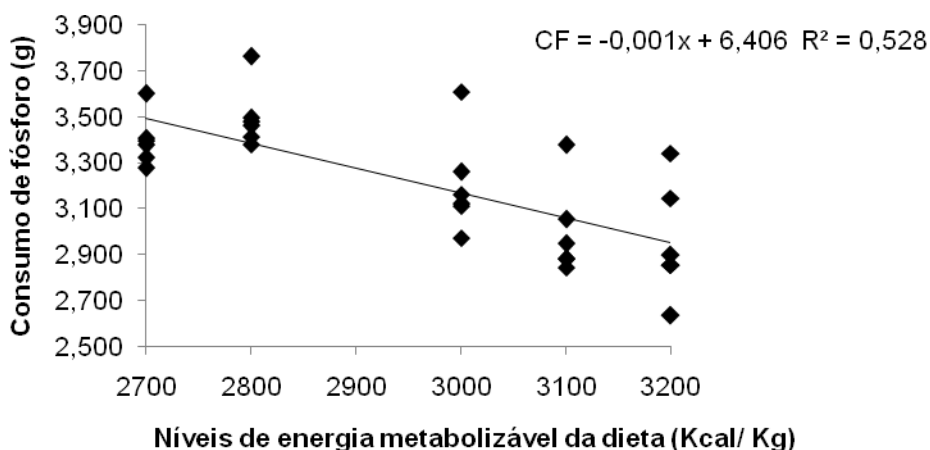


Figura 10 - Consumo de fósforo disponível de frangos de corte tipo caipira submetidos a dietas com diferentes níveis de energia metabolizável no período de 84 dias de idade

O reduzido consumo de cálcio e fósforo, devido ao não balanceamento das dietas para energia:nutriente, podem causar problemas no desenvolvimento ósseo das aves (Oliveira et al., 2015), pois 70% da composição óssea é cálcio e fósforo (Caria, 2014). A influência destes minerais ainda na degradação de proteínas no processo subsequente ao *rigor mortis*, que é dependente de cálcio para reduzir a tensão muscular e promover a maciez da carne (Vieira, 1999).

### **Composição centesimal**

As dietas com diferentes níveis de energia fornecidas aos animais não modificaram a composição centesimal dos músculos do peito, sobrecoxa e coxa de frangos de corte tipo caipira (Tabela 7).

Tabela 7. Composição centesimal da carne do peito, sobrecoxa e coxa de frangos alimentados com dietas de diferentes níveis de energia

	Níveis de energia das dietas (Kcal EM/Kg)						CV (%)
	2700	2800	3000	3100	3200	P	
<b>Peito</b>							
Umidade	27,24	26,65	27,31	27,05	27,08	0,416	1,53
Proteína bruta	25,25	24,61	26,67	24,73	25,00	0,513	5,68
Extrato etéreo	1,09	0,82	1,05	1,32	0,85	0,302	27,69
Matéria mineral	0,010	0,011	0,011	0,010	0,010	0,818	10,18
<b>Sobrecoxa</b>							
Umidade	24,75	29,25	26,48	27,52	26,99	0,352	8,44
Proteína bruta	17,71	21,04	18,33	19,02	18,15	0,481	12,19
Extrato etéreo	4,50	5,08	5,64	6,09	6,63	0,363	33,06
Matéria mineral	0,008	0,013	0,010	0,010	0,009	0,278	25,36
<b>Coxa</b>							
Umidade	24,77	28,04	26,48	24,38	25,91	0,228	7,44
Proteína bruta	20,14	21,37	20,53	19,19	20,75	0,174	5,97
Extrato etéreo	3,155	4,83	4,47	3,75	3,38	0,598	35,52
Matéria mineral	0,009	0,010	0,010	0,009	0,009	0,883	9,46

Médias seguidas por letras diferentes na linha diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste Tukey.

A composição centesimal da carne pode ser alterada devido a nutrição fornecida ao animal, pois o consumo de elevados níveis de proteína reduzem a



quantidade de gordura presente no músculo (Bogosavljević-Bošković et al., 2010). Resultados encontrados por Marcu et al. (2012) demonstram que dietas com redução da relação energia:proteína (aumento de proteína e redução de energia) aumentam o conteúdo de proteína sem diferença significativa para o conteúdo de lipídios no músculo do peito. Para o músculo da perna, a dieta com redução na relação energia:proteína não promove diferença alguma.

A constituição do músculo pode ser alterada devido a dieta, e a dieta possui correlação com os parâmetros de qualidade. A quantidade de lipídios no músculo possui correlação negativa com a quantidade proteína, firmeza e força de cisalhamento, e correlação positiva com luminosidade, tendência para vermelho e amarelo. O conteúdo de proteína no músculo possui correlação positiva com a firmeza e força de cisalhamento, e correlação negativa luminosidade, tendência para vermelho e amarelo. A quantidade de cinzas possui correlação negativa com o conteúdo de lipídeos, luminosidade, tendência para vermelho e amarelo, e correlação positiva com o conteúdo de proteína (Lorenzo et al., 2011). Dessa forma, uma dieta com maior quantidade de lipídios, formaria um músculo com maior conteúdo deste, que por fim, necessitaria de menor força de cisalhamento. Entretanto, as dietas do presente trabalho não foram ajustadas para a relação energia:proteína, sendo assim, o consumo de proteína não foi suficiente para alterar a composição do músculo, e o excedente de energia foi armazenado na forma de gordura subcutânea ou abdominal, já que não alterou a quantidade de lipídios no músculo.

### **Parâmetros qualidade de carne**

Os níveis de energia metabolizável influenciaram ( $P < 0,05$ ) a perda por cocção e a porcentagem de colágeno solúvel e insolúvel da carne de peito. O nível de 2700 e 3200 Kcal/Kg EM promoveram maiores valores de perda por cocção. Para quantificação do colágeno solúvel e insolúvel, os maiores valores foram observados no nível de 2800 e 2700 Kcal/Kg EM, respectivamente. As demais variáveis não foram influenciadas pelos níveis de energia (Tabela 8).

Tabela 8. Valores médios dos atributos de qualidade de carne de peito de frango de corte tipo caipira alimentados com diferentes níveis de energia

Parâmetros	Níveis de energia das dietas					Valor P	CV(%)
	2700	2800	3000	3100	3200		
Ph	5,91	5,84	5,94	5,92	5,88	0,8382	2,62
PG (%)	10,73	7,80	9,06	10,58	11,07	0,3849	32,94
PC (%)	16,00 <sup>a</sup>	14,19 <sup>ab</sup>	15,07 <sup>ab</sup>	10,98 <sup>b</sup>	17,82 <sup>a</sup>	0,0058	19,29
L*	59,78	57,78	59,26	58,36	59,72	0,7976	5,67
a*	7,95	8,34	8,31	9,75	7,88	0,0874	14,52
b*	18,89	19,75	21,03	21,06	20,90	0,0983	7,88
FC (Kg)	2,39	1,98	2,04	2,03	2,04	0,4244	19,50
Colesterol (mg/100 g)	48,26	48,41	46,49	47,70	43,29	0,9900	41,35
Colágeno (g/100 g)	0,030	0,020	0,023	0,029	0,024	0,0530	37,26
Col. ins. (%)	68,95 <sup>a</sup>	53,04 <sup>b</sup>	67,84 <sup>ab</sup>	61,14 <sup>ab</sup>	59,48 <sup>ab</sup>	0,0311	14,45

Médias seguidas por letras diferentes na linha diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste Tukey. PG- Perda por gotejamento (%), PC- Perda por cocção (%), L\*- Luminosidade, a\*- Vermelho, b\*- Amarelo, FC- Força de cisalhamento (Kg/cm<sup>2</sup>), Colesterol (mg/100 gramas de carne), Colágeno total (g/100 gramas de carne), Col. ins.- Colágeno insolúvel (%)

Os valores de pH não foram influenciados pelos níveis de energia estudados, entretanto podem causar diferenças em outras variáveis de qualidade de carne. O valor do pH da carne altera a capacidade de retenção de água, medida pelas variáveis perda por gotejamento e perda por cocção. Isto ocorre devido a desnaturação da proteína muscular durante a queda de pH no

*post mortem*, que reduz a repulsão eletrostática dos grupos carregados que mantêm a separação das fibras, e com isso reduz o espaço disponível para a água permanecer no músculo (Wismer-Perdersen, 1986). Os valores encontrados no presente estudos ficaram entre 5,7 e 5,9, sendo considerado valores normais de pH da carne segundo Venturini et al. (2007). Além de estar relacionado à perda por cocção, o pH da carne possui correlação negativa com luminosidade (- 0,65), e correlação positiva para vermelho e amarelo (0,72) (Le Bihan Durval et al., 1999).

As perdas por gotejamento não apresentaram diferença significativa para os diferentes níveis de energia. Esta característica é classificada como um parâmetro de capacidade de retenção de água, e está intimamente ligada a queda do pH *post-mortem*. A diminuição brusca do pH de 7,2 (fisiológico) para 5,2-5,5 diminui a distância entre os filamentos de miosina, fazendo com que a água seja expulsa para o sarcoplasma, e daí para fora da fibra mais facilmente (Ramos & Gomide, 2012). Quedas bruscas no pH e altos valores de perda por gotejamento são características de carnes PSE (Pale, Soft e Exsudative) (Woelfel et al., 2002). Valores de pH na faixa de 5,6 a 5,8 tendem a menor perda de exsudato (Roque-Specht et al., 2009).

A perda por cocção sofreu influência dos níveis de energia das dietas, promovendo diferença significativa entre os tratamentos. Animais alimentados com dietas de baixa quantidade de energia tendem a consumir maiores quantidades de proteína bruta, lisina digestível e metionina+cistina digestível quando esta dieta não está balanceada para a relação energia:nutriente. A partir do elevado consumo desses nutrientes há uma tendência para maior desenvolvimento muscular, com a hiperplasia e hipertrofia celular, resultando

em maiores valores de proteína bruta no músculo. Devido à maior quantidade de células musculares e de seu maior diâmetro, influenciados pela nutrição, maior é a quantidade de água presente neste músculo, aumentando assim a perda de água na cocção.

Da mesma maneira, animais que consomem dietas com alta energia tendem a consumir menor quantidade de proteína e aminoácidos, quando não há balanceamento na relação energia:nutriente, e influenciar negativamente o crescimento muscular. O baixo consumo de proteína devido à elevada quantidade de energia na dieta pode resultar em menor quantidade de proteína bruta no músculo. A reduzida quantidade de proteína no espaço intracelular faz com que a água presente na fibra não encontre proteína em quantidade suficiente para se ligar (Ramos & Gomide, 2012). As ligações protéicas ficam mais susceptíveis ao rompimento pela ação do calor, e deste modo a água presente na fibra muscular sai mais facilmente, resultando em maior perda por cocção.

Todavia, os níveis de energia das dietas não influenciaram os valores de proteína bruta e extrato etéreo no músculo peito, sendo que da mesma maneira não deveriam influenciar a perda por cocção. Outro ponto relevante na perda por cocção é o pH, e assim como os valores de composição centesimal, não foi influenciado pela dieta.

Diferente dos resultados obtidos neste experimento, Duarte et al. (2007) não encontraram diferenças para perda por cocção do peito em frangos de corte comercial, utilizando 3200 e 3600 Kcal EM Kg<sup>-1</sup> em quatro programas de alimentação com balanceamento da relação energia:nutriente.

Os valores encontrados para  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos estudados ( $P > 0,05$ ). A não utilização do óleo de soja como fonte de energia para as dietas poderia resultar maiores valores para tendência amarela, uma vez que a fonte de energia da dieta passaria a ser o glúten presente no grão do milho, permitindo sua maior incorporação nos músculos, e assim maior coloração devido a altas concentrações de xantofila deste grão (Delbem, 2014). Entretanto, em todos os tratamentos estudados no presente trabalho foram incluídos óleo de soja e grão de milho, alterando apenas as concentrações, dessa forma, a fonte de energia utilizada pelas aves foi o óleo de soja, que possui pequenas concentrações desse pigmento, e assim não influenciou na coloração do músculo. De acordo com Woelfel et al. (2002) e Barbut (1993), os valores de luminosidade são considerados normais quando estão entre 45 a 50, podendo concluir que os valores do presente trabalho estão fora da faixa considerada normal.

Os diferentes níveis de energia da dieta não influenciaram a força de cisalhamento dos músculos. Resultados diferentes foram encontrados por Tang et al. (2007), que observaram um decréscimo na força de cisalhamento dos músculos de frangos comerciais alimentados com dietas de alta energia e baixa quantidade de lisina. Esta alteração é devido a modificações no metabolismo da glicose causada pela ingestão de dietas com alto nível de energia, que suprimem a expressão do transportador glicose-4 e inibe a expressão glicolítica hepática e lipogênica, permitindo um aumento na quantidade de gordura intramuscular (Clarke, 2000), e assim reduz a força necessária para rompimento da fibra. Entretanto, Potença et al. (2010) não

observaram influência das diferentes fontes de energia na força de cisalhamento do músculo peito.

Os valores encontrados para o colesterol não foram influenciados ( $P > 0,05$ ) pelos tratamentos estudados, entretanto não se assemelham ao encontrados por Souza et al. (1997), que ao analisarem níveis de colesterol em frangos assados obtiveram valores médios de 115 mg/100 g de carne. A quantificação de colesterol na carne sofre influência direta da forma de cozimento da carne. Peitos de frango cozidos em água apresentam teor de colesterol mais baixo, quando comparado aos assados em forno ou ainda assados em microondas (Oliveira e Vieira et al., 2007). Entretanto a quantificação de colesterol do presente trabalho foi realizada a partir do músculo moído e cru, a fim de identificar o real valor de colesterol da carne, sem influência da forma de cozimento. Os valores encontrados estão abaixo do relatado por Hautrive et al. (2012), que encontrou valores médios de 75 mg/100 gramas de carne para carne de frangos. Baixos valores de colesterol são desejáveis, pois a quantidade de colesterol consumida está diretamente relacionada à obesidade, sendo a recomendação dietética de valores inferiores a 300 mg por dia para pessoas com enfermidades cardiovasculares (Cristofolletti et al., 2013).

Para os valores de colágeno total, não houve diferença significativa entre os tratamentos estudados. Entretanto a porcentagem de colágeno insolúvel foi influenciada ( $P < 0,05$ ) pelas dietas estudadas, com maiores valores de colágeno insolúvel para o nível de energia metabolizável 2700 Kcal/ Kg, e menores valores em 2800 EM Kcal/Kg. Não existe uma relação direta do nível de energia fornecido na dieta com a quantidade de colágeno insolúvel,

entretanto os valores de pH podem influenciar esta relação. Carne de bovinos submetidas ao processo de maturação possuem uma maior solubilidade pelo aumento de pH, que permite uma maior ou menor eficiência das enzimas na degradação desta proteína (Oliveira et al., 1998).

Contudo, deve-se relevar o fato de que a composição muscular de bovinos é diferente quando há comparação com aves, sendo formado principalmente por fibras oxidativas e no músculo peito das aves há predominância de fibras glicolíticas (Dransfield & Sosnicki, 1999), que são classificadas como fibras de contração rápida por usarem o glicogênio como fonte de energia (Gonzales e Sartori, 2002). Esta rápida utilização permite obter uma queda mais rápida de pH, gerando uma maior atividade das enzimas colagenolíticas que maturam a carne em menor tempo, modificando a organização estrutural, e assim originam uma maior quantidade de colágeno solúvel. Em se tratando de parâmetro desejável, a carne de frango caipira é a primeira escolha, pois está associada ao bem estar animal, e ao desejo de uma carne mais firme e rosada (Bonamigo et al., 2012), sendo assim, a preferência dos consumidores é que o percentual de colágeno insolúvel seja maior que o solúvel, originando a carne mais firme.

As análises realizadas dos cortes coxa e sobrecoxa não apresentaram diferença significativa entre os níveis de energia das dietas nos parâmetros estudados, exceto para valores de colágeno da coxa (Tabela 9 e 10).

Tabela 9. Valores médios dos atributos de qualidade de carne de sobrecoxa de frango de corte tipo caipira alimentados com diferentes níveis de energia

Parâmetros	Níveis de energia da dieta					Prob.	CV(%)
	2700	2800	3000	3100	3200		
pH	6,28	6,22	6,27	6,37	6,15	0,3563	3,03
PG (%)	8,43	7,37	7,67	6,12	8,32	0,4553	30,95
PC (%)	23,19	23,13	20,51	24,08	22,66	0,8468	21,73
L*	46,9	47,35	47,18	47,27	47,98	0,9666	5,16
a*	14,00	13,54	13,82	13,86	13,40	0,8822	8,02
b*	17,88	17,49	17,04	17,72	17,87	0,9176	8,90
FC (Kg)	1,96	1,81	1,85	1,81	1,88	0,9549	20,09
Colesterol (mg/100 g)	69,84	109,48	82,15	94,16	85,92	0,6841	53,90
Colágeno (g/100 g)	0,066	0,062	0,068	0,064	0,062	0,8957	27,01
Col. ins. (%)	49,37	50,68	53,38	48,96	52,96	0,7347	13,72

Médias seguidas por letras diferentes na linha diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste Tukey. PG- Perda por gotejamento (%), PC- Perda por cocção (%), L\*- Luminosidade, a\*- Vermelho, b\*- Amarelo, FC- Força de cisalhamento (Kg/cm<sup>2</sup>), Colesterol (mg/100 gramas de carne), Colágeno total (g/100 gramas de carne), Col. ins.- Colágeno insolúvel (%)

Tabela 10. Valores médios dos atributos de qualidade de carne de coxa de frango de corte tipo caipira alimentados com diferentes níveis de energia

Parâmetros	Níveis de energia da dieta					Prob.	CV(%)
	2700	2800	3000	3100	3200		
pH	6,21	6,16	6,30	6,35	6,16	0,1725	2,56
PG (%)	8,11	7,41	7,50	6,05	6,66	0,5395	30,75
PC (%)	19,05	17,12	15,55	17,97	21,06	0,2881	24,28
L*	54,05	55,38	51,41	52,23	52,71	0,1436	5,25
a*	12,10	12,10	13,20	14,10	13,20	0,0783	9,24
b*	18,24	18,39	18,48	19,55	19,39	0,1817	6,11
FC (Kg)	1,81	1,78	2,10	1,82	1,88	0,8128	26,64
Colesterol (mg/100 g)	70,93	53,05	41,88	37,21	48,65	0,1389	45,75
Colágeno (g/100 g)	0,076 <sup>b</sup>	0,078 <sup>b</sup>	0,117 <sup>a</sup>	0,101 <sup>ab</sup>	0,089 <sup>ab</sup>	0,0212	35,97
Col. ins. (%)	53,13	58,52	46,18	52,59	53,60	0,4995	21,94

Médias seguidas por letras diferentes na linha diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste Tukey. PG- Perda por gotejamento (%), PC- Perda por cocção (%), L\*- Luminosidade, a\*- Vermelho, b\*- Amarelo, FC- Força de cisalhamento (Kg/cm<sup>2</sup>), Colesterol (mg/100 gramas de carne), Colágeno total (g/100 gramas de carne), Col. ins.- Colágeno insolúvel (%)



Os valores de pH não obtiveram diferença significativa para os níveis de energia estudados, e estão ligeiramente acima do encontrado por Sirri et al. (2010), que constataram valor médio de 5,86 no músculo da perna para a linhagem Pescoço Pelado, a mesma linhagem utilizada no presente experimento. A parada na queda do pH pode ter sido causada pela queda brusca de temperatura, uma vez que logo após o abate, as carcaças foram acondicionadas em freezer. Todavia, corroboram com valores avistados por Tang et al. (2007), que estudaram o efeito de diferentes níveis de energia para frangos de corte.

Valores para perda por gotejamento e perda por cocção não apresentaram diferença entre os tratamentos. As características das fibras musculares de frangos de corte, são afetadas pela região de criação, estrutura e função desse músculo. Músculo da perna (coxa e sobrecoxa) possui uma composição química diferente do peito (Bogosavljević-Bošković et al., 2010). O conteúdo de proteína da perna é em torno de 15,8 a 17,9%, sendo que do peito gira em torno de 21,9 a 23,5%, e dessa mesma maneira a gordura é inversamente proporcional, pois os músculos da perna possuem de 10,6 a 15,6% de gordura, e o peito de 3,9 a 8,4% (Žlender et al., 1995).

Sabe-se que dietas de alta energia produzem efeito negativo sobre o conteúdo de proteína, e nenhum efeito sobre a quantidade de gordura no músculo da perna (Zalenka et al., 2006), desde modo como a coxa e a sobrecoxa possuem menor quantidade de proteína, constituinte do músculo com maior teor de água, não foram influenciadas pelo nível de energia da dieta.

Assim como os parâmetros anteriores, os dados encontrados para luminosidade, tendência para vermelho e tendência para amarelo dos cortes

coxa e sobrecoxa não sofreram influência dos níveis de energia das dietas. Da mesma forma ocorrida no corte peito, a explicação para a não diferença entre os tratamentos seria pelo fato de todas as dietas apresentarem os mesmos ingredientes, apenas com diferença nas concentrações. No entanto, diferentemente do peito, os valores de luminosidade encontrados para coxa e sobrecoxa podem ser considerados normais de acordo com Woelfel et al. (2002) e Barbut (1993), que consideram normal valores entre 45 a 50. Diferentes dos resultados encontrados, Shin et al. (2014) e Ayed et al. (2015) observaram diferenças para  $b^*$ , sendo os maiores valores para frangos alimentados com maiores níveis de energia.

A variável força de cisalhamento para o músculo da coxa e sobrecoxa não foi influenciada pelos níveis de energia estudados ( $P>0,05$ ). Os resultados obtidos estão de acordo com o encontrado por Wang et al. (2014), que não encontraram diferenças para força de cisalhamento do músculo da perna de galinhas amarelas Jinghai alimentadas com diferentes níveis de energia e proteína. Oposto aos resultados citados, Ayed et al. (2015) observaram diferenças para força de cisalhamento de animais alimentados com diferentes fontes de energia, e explica esta influência na força de cisalhamento devido ao alto teor de ácidos graxos poliinsaturados.

Os valores de colesterol não obtiveram diferença significativa ( $P> 0,05$ ) entre os tratamentos estudados, reforçando que o conteúdo de colesterol não está claramente relacionado à quantidade de gordura na carcaça (Novello et al., 2006). A quantificação de colesterol do músculo coxa apresentou valores próximos ao citados por Rosa et al. (2006), que observou valores de 91 mg de colesterol /100 gramas de carne. O teor de colesterol sofre modificação de

acordo com a fonte de energia utilizada, sendo que óleo de canola e palma reduzem a formação de colesterol da coxa (Ferreira et al., 1999). Da mesma maneira, Murakami et al. (2010) observaram redução do colesterol da carne com a utilização de óleo de linhaça para frangos de corte.

Do mesmo modo que as demais variáveis, a quantidade de colágeno total e insolúvel no músculo sobrecoxa não foi influenciado ( $P > 0,05$ ) pelos níveis de energia das dietas. No entanto os valores de colágeno total da coxa sofreu influência dos tratamentos. Em estudos de quantificação de fibras colágenas é possível verificar que não há diferença na quantidade de fibras do músculo do peito e do músculo da perna de frangos de corte (Carvalho et al., 2013), entretanto essas fibras podem influenciar a textura da carne devido a função muscular, localização anatômica e alguma distribuição desuniforme de fibras colágenas (Lee & Lin, 1993), alterando assim a quantificação do colágeno.

### **Análise sensorial**

Os resultados dos atributos sensoriais indicam diferença significativa ( $P < 0,05$ ) entre os níveis de energia estudados para o músculo do peito (Tabela 11).

Tabela 11. Valores médios dos atributos de análise sensorial da carne do peito de frango de corte tipo caipira alimentados com diferentes níveis de energia

	2700	2800	3000	3100	3200	Prob.	CV (%)
Maciez	4,80 <sup>a</sup>	3,7 <sup>ab</sup>	4,3 <sup>a</sup>	2,9 <sup>ab</sup>	1,6 <sup>b</sup>	0,002	68,69
Suculência	4,5 <sup>a</sup>	3,9 <sup>ab</sup>	3,3 <sup>ab</sup>	3,6 <sup>ab</sup>	1,7 <sup>b</sup>	0,019	46,48
Textura	5,1 <sup>a</sup>	3,9 <sup>ab</sup>	3,6 <sup>ab</sup>	3,45 <sup>ab</sup>	1,65 <sup>b</sup>	0,003	41,63
Sabor	4,6 <sup>a</sup>	3,55 <sup>ab</sup>	4,05 <sup>a</sup>	4,05 <sup>a</sup>	1,55 <sup>b</sup>	0,006	61,65
Cor	3,5 <sup>ab</sup>	3,65 <sup>ab</sup>	4,00 <sup>ab</sup>	4,7 <sup>a</sup>	2,1 <sup>b</sup>	0,050	88,28

Médias seguidas por letras diferentes na linha diferem entre si ao nível de 5% de significância por teste não paramétrico tipo Tukey.

Escala hedônica de 0 a 10, sendo 0: desgostei muitíssimo; e 10: gostei muitíssimo.

Os valores encontrados demonstram que elevados níveis de energia na dieta de frangos de corte promovem uma menor maciez, menor suculência, textura não agradável, pior sabor e cor não agradável. Estes resultados diferem do encontrado por Duarte et al., (2007), que observaram melhor aceitação para sabor, textura, preferência e aparência geral do músculo do peito de animais alimentados com dietas no nível de energia de 3200 Kcal EM/Kg. No entanto, o estudo utilizou dois níveis de energia, 3200 e 3600 Kcal EM/Kg, e ainda na avaliação sensorial promoveu a comparação dois a dois, oferecendo uma amostra do nível de 3200 comparada a uma de 3600 Kcal EM/Kg. É possível observar que os avaliadores mostram preferência por carnes de animais alimentados com reduzidos níveis de energia. O presente estudo tem o nível de 3200 Kcal EM/Kg como o maior nível estudado, então os avaliadores também mostraram preferência para carne de animais alimentados com menores níveis de energia, que no presente estudo é de 2700 Kcal EM/Kg.

Assim como há influência da genética e do ambiente nas análises de qualidade de carne, esta mesma influência é sofrida para os parâmetros de análise sensorial. É possível verificar que há interação linhagem X idade, para mastigabilidade; interação linhagem X dieta, para suculência; e interação idade X dieta, para maciez (Woyengo et al., 2011).

Em um estudo de avaliação sensorial entre linhagens de patos alimentados com diferentes níveis de energia, foi possível observar interação entre as linhagens e os diferentes níveis de energia sobre maciez, suculência, sabor geral e sabor característico de carne de pato. Entretanto, o efeito da

dieta foi sobre a suculência, sabor geral e sabor característico, mostrando os maiores escores quando o nível de inclusão é de aproximadamente 3% de energia (Chartrin et al., 2006).

O nível de proteína fornecido aos animais pela dieta apresenta diferença significativa sobre a maciez do músculo do peito, com maiores valores para animais alimentados com dietas de baixa proteína (Woyengo et al., 2011).

Da mesma maneira que a proteína causa influencia sobre os parâmetros sensoriais, o nível de aminoácidos fornecidos na dieta também podem alterar a aceitação da carne, com melhores resultados para sabor no músculo do peito oriundo de dietas com baixa quantidade de aminoácidos. Entretanto esses níveis não influenciam aparência, aroma e a textura (Lilly et al., 2011).

Os níveis de energia avaliados não causaram nenhum efeito sobre os parâmetros da análise sensorial da carne do músculo da coxa (Tabela 12).

Tabela 12. Valores médios dos atributos de análise sensorial da carne da coxa de frango de corte tipo caipira alimentados com diferentes níveis de energia

	2700	2800	3000	3100	3200	Prob.	CV(%)
Maciez	3,60	4,05	4,40	3,40	3,15	0,217	75,52
Suculência	3,80	4,25	3,00	3,45	3,90	0,373	65,75
Textura	3,70	4,05	3,65	2,75	3,75	0,656	51,47
Sabor	3,45	4,10	2,90	3,30	4,55	0,209	65,59
Cor	2,95	3,25	3,15	3,85	4,40	0,537	56,73

Médias seguidas por letras diferentes na linha diferem entre si ao nível de 5% de significância por teste não paramétrico tipo Tukey.

Escala hedônica de 0 a 10, sendo 0: desgostei muitíssimo; e 10: gostei muitíssimo.

Os resultados encontrados diferem do obtido por Woyengo et al., (2011) que observaram influência das dietas de alta e baixa proteína sobre a suculência, maciez e mastigabilidade do músculo da coxa. A diferença observada entre os trabalhos pode ser devido ao esquema de fibras musculares presentes no músculo da coxa, que é formado principalmente por

fibras oxidativas (Felicio, 2008). Estas fibras armazenam gotículas de gordura dentro da célula, e assim como o presente estudo avaliou níveis de energia, estas fibras não sofreram influência.

As dietas com diferentes níveis de energia provocaram efeito significativo para o sabor da carne do músculo da sobrecoxa (Tabela 13).

Tabela 13. Valores médios dos atributos de análise sensorial da carne da sobrecoxa de frango de corte tipo caipira alimentados com diferentes níveis de energia

	2700	2800	3000	3100	3200	Prob.	CV(%)
Maciez	4,4	2,25	3,1	3,4	3,3	0,061	70,48
Suculência	3,75	3,4	3,4	3,1	4,0	0,916	55,46
Textura	3,85	3,25	2,95	3,65	3,7	0,901	56,97
Sabor	4,35 <sup>ab</sup>	2,15 <sup>b</sup>	2,85 <sup>ab</sup>	4,75 <sup>a</sup>	3,9 <sup>ab</sup>	0,014	61,65
Cor	4,05	2,8	3,9	3,8	3,65	0,487	52,03

Médias seguidas por letras diferentes na linha diferem entre si ao nível de 5% de significância por teste não paramétrico tipo Tukey.

Escala hedônica de 0 a 10, sendo 0: desgostei muitíssimo; e 10: gostei muitíssimo.

A diferença observada para o sabor da carne do músculo da sobrecoxa pode ser devido ao perfil de fibras existentes neste músculo, da mesma forma explicada acima. Acredita-se que o músculo da sobrecoxa possui perfil de fibras semelhante ao da coxa, entretanto isto não é claro. Assim, de acordo com a dieta fornecida, o padrão de fibras pode ter alterado, aumentando a quantidade de fibras oxidativas no músculo da sobrecoxa, o que leva ao aumento na mesma intensidade de gordura armazenada no interior da célula, e assim alterando o padrão do sabor da carne.

Pesquisas que possuem a análise sensorial associada ao desempenho ou qualidade de carne são escassas, e quando se trata de avaliações do músculo da coxa e sobrecoxa, isto se torna mais difícil de encontrar, pois o músculo do peito é o que representa a parte nobre da carcaça e o que gera maiores rendimentos.

## Conclusão

Considerando que a primeira impressão para consumidores é a cor do músculo, recomenda-se o nível de 3.100 Kcal/kg de energia metabolizável na dieta de frangos de corte tipo caipira. Este nível ainda proporciona menores valores para perda por cocção e melhor sabor da carne de peito e sobrecoxa.

## REFERÊNCIAS

AYED, H.B.; ATTIA, H.; ENNOURI, M. Effect of oil supplemented diet on growth performance and meat quality of broilers chickens. **Advanced Techniques in Biology & Medicine**, v.4, n. 1, 2015.

BARBUT, S. Color measurements for evaluating the pale soft exudative (PSE) occurrence in turkey meat. **Food Research**, v. 26, p. 39-42, 1993.

BOGOSAVLJEVIĆ-BOŠKOVIĆ, S.; PAVLOVSKI, Z.; PETROVIĆ, M.D.; DOSKOVIĆ, V.; RAKONJAC, S. Broiler meat quality: Proteins and lipids of muscle tissue. **African Journal of Biotechnology**, v.9, n.54, p.9177-9182, 2010.

BONAMIGO, A.; BONAMIGO, C.B.S.S.; MOLENTO, C.F.M. Atribuições da carne de frango relevantes ao consumidor: foco no bem-estar animal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n. 4, p. 1044-1050, 2012.

CARIA, P.H.F. Sistema esquelético. In: **Anatomia Geral e Odontológica**. São Paulo, SP: Editora ArtesMédicas Ltda., 2014. p.20.

CARVALHO, Y.K.; MEDEIROS, L.S.; ZAVARIZE, K.C.; FREITAS, H.J.; BOMBONATO, P.P. Avaliação quantitativa de fibras colágenas no músculo de frango caipira (Label Rouge e Pedrês). **Revista Biotemas**, v. 26, n. 1, p.123-127, 2013.

CHARTRIN, P.; ME´TEAU, K.; JUIN, H.; BERNADET, M.D.; GUY, G.; LARZUL, C.; RE´MIGNON, H.; MOUROT, J.; DUCLOS, M.J. & BAE´ZA, E. Effects of intramuscular fat levels on sensory characteristics of duck breast meat. **Poultry Science**, v. 85, p. 914-922, 2006.

CLARKE, S.D. Polyunsaturated fatty acid regulation of gene transcription: a mechanism to improve energy balance and insulin resistance. **British Journal of Nutrition**, v.83, n.1, p.59-66, 2000.

CRISTOFOLETTI, M.F.; GIMENO, S.G.A.; FERREIRA, S.R.G.; CARDOSO, M.A. Associação entre o consumo de alimentos embutidos e obesidade em um estudo de base populacional de nipo-brasileiros. **Arquivo Brasileiro Endocrinologia Metabólica**, v. 57, n. 6, p. 464-472, 2013.

DELBEM, N.L.C. **Desempenho, rendimento de carcaça e qualidade da carne de frangos suplementados com óleo de soja e antioxidantes**. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual Paulista. 2014.

DRANSFIELD, E.; SOSNICKI, A. A. Relationship between muscle growth and poultry meat quality. **Poultry Science**, v. 78, n. 5, p. 743-746, 1999.

DUARTE, K.F.; JUNQUEIRA, O.M.; FILARDI, R.S.; LAURENTIZ, A.C.; SOUZA, H.B.A. DE; OLIVEIRA, T.M.F. DE S. Efeito dos níveis de energia e programas de alimentação sobre a qualidade de carcaça e desempenho de frangos de corte abatidos tardiamente. **Animal Science**, v.29, n.1, p.39-47, 2007.

FAN, H.P.; XIE, M.; WANG, W.W.; HOU, S.S.; HUANG, W. Effects of dietary energy on growth performance and carcass quality of white growing pekin ducks from two to six weeks of age. **Poultry Science**, v.87, p.1162-1164, 2008.

FELÍCIO, A.M. **Estudo genético-quantitativo de número e diâmetro de fibras musculares em linhagem macho de frangos**. 2008. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

FERKET, P.R.; GERNAT, A.G. Factors that affect feed intake of meat birds: A review. **International Journal of Poultry Science**, v.5, n.10, p.905-911, 2006.

FERREIRA, C.B.; PINHEIRO, S.R.F.; VIEIRA, D.J.; ALMEIDA, J.C.S.; PIRES, A.V.; CASTRO, M.R. Níveis reduzidos de proteína na ração sobre desempenho, características de carcaça e qualidade de carne de frangos de corte Label Rouge. **Revista Brasileira de Saúde Produção Animal**, v.16, n.1, p.82-92, 2015.

FERREIRA, J.M.; SOUSA, R.V.; BRAGA, M.S.; VIEIRA, E.C.; CAMPOS, E.J. Efeito do tipo de óleo adicionada à dieta, sobre o teor de colesterol em partes da carcaça de frangos de acordo com sexo e linhagem. **Food Science and Technology**, v. 19, n. 2, p. 189-193, 1999.

FRANCISCO, D.C.; NASCIMENTO, V.P.; LOGUERCIO, A.P.; CAMARGO, L. Caracterização do consumidor de carne de frango da cidade de Porto Alegre. **Ciência Rural**, v. 37, n. 1, p.253-258, 2007.

GONZALES, E.; SARTORI, J.S. Crescimento e metabolismo muscular. In: CONFERENCIA INTERNACIONAL VIRTUAL SOBRE QUALIDADE DE CARNE SUINA, 2001. Disponível em: <[http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc\\_publicacoes/anais01cv2\\_bragagnolo\\_pt.pdf](http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/anais01cv2_bragagnolo_pt.pdf)>. Acesso em: 01/03/2016.



HAUTRIVE, T.P.; MARQUES, A.C.; KUBOTA, E.H. Avaliação da composição centesimal, colesterol e perfil de ácidos graxos de cortes cárneos comerciais de avestruz, suíno, bovino e frango. **Alimentação e Nutrição**, v. 23, n. 2, p.327-334, 2012.

HILL, F. The solubility of intramuscular collagen in meat from animals of various ages. **Journal of Food Science**, v. 31, p. 166, 1966.

HONIKEL, K.O. Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. **Meat Science**, v.49, p.447-457, 1998.

HUNTERLAB. **Applications note: CIE L\* a\* b\* color scale**. Virginia, 1996.v.8, n.7.

KOMIYAMA, C.M.; MENDES, A.A.; SANFELICE, C.; CANIZARES, M.C.; ROÇA, R.O.; TAKAHASHI, S.E.; RODRIGUES, L.; CANIZARES, G.I.L.; PAZ, I.C.L.A.; CARDOSO, K.F.G. Qualidade físico-química e sensorial da carne de peito de matrizes pesadas de descarte. **Ciência Rural**, 2010.

LANA, S.R.V.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; VAZ, R.G.M.V.; REZENDE, W.O. Níveis de lisina digestível em rações para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade, mantidos em ambiente de termoneutralidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.5, p.1624-1632, 2005.

LE BIHAN-DUVAL, E.; MILLET, N.; REMIGNON, H.; Broiler meat quality: effect of selection for increased carcass quality and estimates of genetics parameters. **Poultry Science**, v.78, p.822-826, 1999.

LEE, H. F.; LIN, L. C. Studies on the general composition and characteristics of meat quality of the Taiwan country chicken and broiler. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 20, p. 103-111, 1993.

LILLY, R.A.; SCHILLING, M.W.; SILVA, J.L.; MARTIN, J.M. & CORZO, A. The effects of dietary amino acids density in broilers feed on carcass characteristics and meat quality. **Poultry Science**, v. 20, p. 56-67, 2011.

LIMA, L.M.B.; LARA, L.J.C.; BAIÃO, N.C.; CANÇADO, S.V.; MICHELLI, B.C.; FERREIRA, F.C. Efeitos dos níveis de energia, lisina e metionina+ cistina sobre o desempenho e o rendimento de carcaça de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 8, p. 1424-1432, 2008.

LORENZO, J.M.; TEMPERÁN, S.; BERMÚDEZ, R.; PURRIÑOS, L. & FRANCO, D. Effect of fat level and physicochemical and sensory properties of dry-cured duck sausages. **Poultry Science**, v. 90, p. 1334-1339, 2011.

MARCU, A.; VACARU-OPRIS, I.; MARCU, A.; DRONCA, D.; KELCIOV, B. The influence of feed protein and energy level on meat chemical composition at Hybro PN broilers chickens. **Lucrăristiin Nifice Zootehnie si Biotehnologii**, v.57, n.1, p.260-265, 2012.

MENDES, A.A. & KOMIYAMA, C.M. Estratégias de manejo de frangos de corte visando qualidade de carcaça e carne. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p.352-357, 2011.

MURAKAMI, K.T.T.; PINTO, M.F.; PONSANO, E.H.G.; GARCIA NETO, M. Desempenho produtivo e qualidade de carne de frangos alimentados com ração contendo óleo de linhaça. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, n. 4, p.401-407, 2010.

NASCIMENTO, A.H.; SILVA, J.H.V.; ALBINO, L.F.T.; RUNHO, R.C.; POZZA, P.C. Energia metabolizável e relação energia: proteína bruta nas fases pré-inicial e inicial de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 4, p. 911-918, 2004.

NOVELLO, D.; FREITAS, R.J.S.; QUINTILIANO, D.A. Teor de gordura e colesterol na carne suína, bovina e de frango. **Revista Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição**, v. 31, n. 2, p.103-121, 2006.

OLIVEIRA, R.P.; SANTOS, E.T.; SGAVIOLI, S.; GARCIA, R.G.; BARALDI-ARTONI, S.M. & FARIA, D.E. Níveis de vitamina D sobre o desempenho e desenvolvimento ósseo de linhagens de frangos de corte. **ArsVeterinaria**, v. 31, n. 1, p. 01-06, 2015.

OLIVEIRA E VIEIRA, J.; BRESSAN, M.C.; FARIA, P.B.; FERREIRA, M.W.; FERRÃO, S.P.B.; SOUZA, X.R. Efeito do método de cocção na composição centesimal e colesterol do peito de frangos de diferentes linhagens. **Ciências Agrotecnológicas**, v.31, n. 1, p.164-170, 2007.

OLIVEIRA, L.B.; SOARES, G.J.D.; ANTUNES, P.L. Influência da maturação de carne bovina na solubilidade do colágeno e perdas de peso por cozimento. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 4, n. 3, p.166-171, 1998.

POTENÇA, A.; MURAKAMI, A.E.; MATSUSHITA, M.; VISENTAINER, J.V.; MARTINS, E.N.; FURLAN, A.C. Perfil lipídico e maciez da carne de coxa e sobrecoxa de frangos de corte alimentados com rações contendo diferentes fontes lipídicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.8, p.1774-1783, 2010.

RAMOS, E. M., & DE MIRANDA GOMIDE, L. A. **Avaliação da qualidade de carnes: fundamento e metodologias**. UFV, 2012.

RODRIGUEIRO, R.J.B.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S.; GOMES, P.C.; POZZA, P.C.; NEME, R. Exigência metionina+cistina para frangos de corte na fase de crescimento e acabamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 2, p. 507-517, 2000.

ROQUE-SPECHT, V.F.; SIMONI, V.; PARISE, N.; CARDOSO, P.G. Avaliação da capacidade de retenção de água em peitos de frango em função do pH final. **Revista Brasileira Agrociência**, v.15, n.1-4, p.77-81, 2009.

ROSA, F.C.; BRESSAN, M.C.; BERTECHINI, A.G.; FASSANI, E.J.; OLIVEIRA E VIEIRA, J.; FARIA, P.B.; SAVIAN, T.V. Efeito do método de cocção sobre a composição química e colesterol em peito e coxa de frangos de corte. **Ciência Agrotécnica**, v.30, n. 4, p. 707-714, 2006.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R.F.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S.L.T. **Tabelas brasileiras para suínos e aves: Composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3 ed. Viçosa: UFV, 2011. 186p.

SAKOMURA, N.K.; LONGO, F.A.; RABELLO, C.B.V.; WATANABE, K.; PELÍCIA, K.; FREITAS, E.R. Efeito do nível de energia metabolizável da dieta no desempenho e metabolismo energético de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 6, p.1758-1767, 2004.

SALDANHA, T.; MAZALLI, M.R.; BRAGAGNOLO, N. Avaliação comparativa entre dois métodos para determinação do colesterol em carnes e leite. **Ciência Tecnologia de Alimentos**, v. 24, n. 1, p. 109-113, 2004.

SCHOULTEN, N.A.; TEIXEIRA, A.S.; FREITAS, R.T.F.; BERTECHINI, A.G.; CONTE, A.J.; SILVA, H.O. Níveis de cálcio em rações de frangos de corte na fase inicial suplementadas com fitase. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 5, p. 1190-1197, 2003.

SHIN, H.; HOSSEINDOUST, A.; KIM, I.H. Effects of nutrient supplementation with different levels of metabolic energy on growth performance, nutrient digestibility, meat quality, blood profile, excreta microflora, and excreta gas emission of broilers chickens. In: Kansas City Convention Center, **Anais...**, 2014.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análises de alimentos** (métodos químicos e biológicos). 3.ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2002. 235p.

SIRRI, F.; CASTELLINI, C.; BIANCHI, M.; PETRACCI, M.; MELUZZI, A.; FRANCHINI, A. Effect of fast-, medium- and slow-growing strains on meat quality of chickens reared under the organic farming method. **Animal**, v.5, n.2, p.312-319, 2010.

SOUZA, S.A.B.; MATSUSHITA, M.; SOUZA, N.E. Proteína, lipídios e colesterol em carne de frango assado. **Revista Unimar**, v. 19, n. 4, p.1069-1073, 1997.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEMS. **SAS User's Guide: Statistics**. Version 9.1. Cary, NC: SAS Institute. 2009.

TANG, M.Y.; MA, Q.G.; CHEN, X.D.; JI, C. Effects of dietary metabolizable energy and lysine on carcass characteristics and meat quality in arbor acres broilers. **Asian-Australasian Journal Animal Science**, v. 20, n. 12, p. 1875-1873, 2007.

VENTURINI, K.S; SARCINELLI, M.F; SILVA, L.C. da. **Características da carne de frango.** Boletim técnico (UFES). Universidade Federal do Espírito Santo, 2007.

VIEIRA, S.L. **Considerações sobre características de qualidade de carne de frango e fatores que podem afetá-la.** Porto Alegre, 1999. Acesso em: 15 de junho de 2016. Online. Disponível em: [www.sbz.org.br/eventos/PortoAlegre/homepagesbz/Sergio.htm](http://www.sbz.org.br/eventos/PortoAlegre/homepagesbz/Sergio.htm).

WANG, J.; CUI, L.; XIE, K.; SUN, Y.; SUN, L.; LIU, J.; ZHANG, G.; DAI, G.; WANG, J. Effects of different dietary energy and protein levels on meat performance and meat quality of Jinghai Yellow chickens. **Agricultural Biotechnology**, v. 3, n. 4, p. 31-35, 2014.

WISMER PEDERSEN, J. Technological improvements in the industrial employment of mechanically deboned meats. **Selezione Veterinaria**, 1986.

WOELFEL, R.L.; OWENS, C.M.; HIRSCHLER, E.M.; MARTINEZ-DAWSON, R.; SAMS, A.R. The characterization and incidence of pale, soft, and exudative broiler meat in a processing plant. **Poultry Science**, v. 81, n. 4, p. 579-584, 2002.

WOYENGO, T.A.; GOLIAN, A.; BENNETT, C.; MUC, H.; CROW, G. & GUENTER, W. Quality of meat from two 1970s and Ross 308 broiler strains fed drug-free low and recommended- proteins diets. **Poultry Science**, v. 20, p. 429-446, 2011.

ZAR, J. H. **Biostatistical analysis**. 5 ed. New Jersey: Pearson Prentice Hall, 2010. 944p.

ZELENKA, J.; SCHNEIDEROVA, D.; MRKVICOVA, E. Linseed oils with different fatty acid patterns in the diet of broiler chickens. **Czech Journal Animal Science**, v.51, n.3, p.117-121, 2006.

ŽLENDER, B.; HOLCMAN, A.; RAJAR, A. **The effect of provenance of chickens on dressing percentage and meat composition.** Research Reports Biotechnical Faculty University of Ljubljana, Agricultural Issue (Zootechnica), Supplement 22, 3rd International Symposium Animal Science Days. Perspectives in the production of various kinds of meat, 26-29 September, Bled, Slovenia: pp. 233-239, 1995.

## QUALIDADE DA CARNE DE FRANGOS DE CORTE TIPO CAIPIRA E COMERCIAL

### RESUMO

Realizou-se este experimento com objetivo de avaliar diferenças da qualidade de carne em frangos de corte tipo caipira e comercial. Foram utilizadas seis carcaças de frangos caipira da linhagem Pescoço Pelado e seis carcaças frangos comerciais adquiridas em uma rede de supermercados na cidade de Campo Grande-MS, sendo retirados os músculos do peito, coxa e sobrecoxa para realização das amostras. O delineamento utilizado foi o blocos casualizados. Os parâmetros avaliados foram matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo, matéria mineral, pH, perda por gotejamento, perda por cocção, coloração (luminosidade,  $L^*$ ; tendência para vermelho,  $a^*$ ; tendência para amarelo,  $b^*$ ), força de cisalhamento, colesterol, colágeno total, colágeno insolúvel, maciez, suculência, textura, sabor e cor. Os resultados demonstram que a linhagem e o sistema de criação possuem influencia sobre os parâmetros avaliados ( $P < 0,05$ ). No músculo do peito foi encontrada influencia sobre a composição centesimal, força de cisalhamento, colesterol e análise sensorial. Para a sobrecoxa houve influencia sobre o pH, força de cisalhamento, colágeno total e colesterol, e ainda sobre a análise sensorial. No músculo da coxa houve influencia sobre o pH, força de cisalhamento, colesterol e colágeno total, e apenas sobre a suculência nos atributos sensoriais. É indicado o consumo de carne de frangos de corte tipo caipira devido a seu menor conteúdo de colesterol e melhor aceitação sensorial.

**PALAVRAS-CHAVE:** coxa, colesterol, força de cisalhamento, pH, sobrecoxa

## MEAT QUALITY BROILER TYPE FREE-RANGE AND COMMERCIAL

### ABSTRACT

The objective of this experiment was to evaluate differences in meat quality in broiler and commercial type broilers. Six carcasses of the pedigree of the Neck strain and six carcasses commercial chickens purchased in a supermarket chain in the city of Campo Grande-MS were used, and the breast, thigh and drumstick overcoat muscles were removed to perform the samples. The experimental design was a randomized complete block design. The parameters evaluated were dry matter, crude protein, etheral extract, mineral matter, pH, drip loss, cooking loss, coloration (luminosity,  $L^*$ , tendency for red,  $a^*$ , tendency for yellow,  $b^*$ ), shear force, cholesterol, total collagen, insoluble collagen, softness, juiciness, texture, taste and color. The results show that the lineage and the breeding system influence the evaluated parameters ( $P < 0.05$ ). In the breast muscle was found influence on the centesimal composition, shear force, cholesterol and sensory analysis. For the thigh there was influence on the pH, shear force, total collagen and cholesterol, and also on the sensorial analysis. In the drumstick muscle there was influence on the pH, shear force, total cholesterol and collagen, and only on the juiciness in the sensorial attributes. It is indicated the consumption of meat of type broiler chickens due to its lower cholesterol content and better sensorial acceptance.

**KEYWORDS:** cholesterol, drumstick, pH, shear force, thigh

## INTRODUÇÃO

Atualmente é crescente a busca por alimentos saudáveis e com sabor acentuado pelos consumidores, critérios estes que promovem o fortalecimento do sistema de criação e consumo de frangos de corte tipo caipira (Cruz, 2015). A escolha da carne de frango caipira no momento da compra está relacionada com a associação da coloração acentuada e uma carne com maior coloração, menores níveis de colesterol, sabor mais acentuado e uma textura mais firme (Takahashi et al., 2006). No entanto essas características podem não estar realmente nesta carne, causando confusão aos consumidores, que acreditam que qualquer carne de frango caipira terá necessariamente estas características de qualidade.

Quando comparada a outros tipos de carne, a carne de frango, tanto caipira quanto comercial, surge como um alimento com menor teor de gordura, sendo mais indicada para reduzir os riscos de doenças cardiovasculares (Moretti e Silva et al., 2008).

Em contra partida, o custo de produção da criação dessas aves em sistema alternativo se tem o custo de produção dessa carne, que pode alcançar até 75% a mais, quando se comparado ao custo de produção de frangos comerciais. A diferença de preço observada no momento da compra pelo consumidor é devido a baixa escala de produção e ao aumento dos custos com embalagens e certificações (Moori et al., 2006).

Dessa forma torna-se necessário avaliar as diferenças de composição centesimal, as características qualitativas (pH, perda por gotejamento, perda por cocção, luminosidade, tendência para vermelho, tendência para amarelo,

força de cisalhamento, colesterol, colágeno total e insolúvel) e atributos sensoriais de carne de frangos de corte tipo caipira e comercial.



## MATERIAIS E MÉTODOS

A criação dos frangos de corte do tipo caipira foi realizada na Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, UFMS, no Laboratório Experimental em Ciência Aviária, LECA. As análises de qualidade de carne foram feitas no Laboratório de Carne e no Laboratório de Nutrição Animal da Embrapa Gado de Corte.

Para a criação de frangos de corte do tipo caipira foram utilizados 6 frangos da linhagem Pescoço Pelado durante o período de 84 dias. As aves foram alojadas com um dia de idade em galpão experimental de alvenaria coberto por telha de fibrocimento dividido em boxes, a partir do 28º dia as aves apresentaram acesso livre à piquetes com gramíneas.

O programa de luz adotado foi o de iluminação por 24 horas (natural+artificial) nos primeiros 14 dias e de luz natural até o final do período experimental. Diariamente foram verificadas e anotadas as temperaturas (máxima e mínima), a ocorrência de mortalidade, foi realizada limpeza dos bebedouros e regulagem da altura dos bebedouros e comedouros.

Durante todo o período experimental as aves receberam água e ração *ad libitum*. As dietas foram formuladas para serem isoprotéicas, isoaminoacídicas e balanceadas a fim de atender as exigências nutricionais conforme recomendações de Rostagno et al. (2011) para aves de reposição semipesadas em cada fase de criação (Tabela 14).

Tabela 14. Composição centesimal e nutricional da dieta experimental de frangos de corte tipo caipira

Ingredientes	Fases de criação		
	Inicial (1-28 dias)	Crescimento (29-56 dias)	Final (57-84 dias)
Milho	59,28	65,14	66,68
Farelo de soja (45%)	29,35	23,99	21,55
Óleo de soja	2,281	1,430	1,479
Inerte (caulim)	5,580	6,407	7,521
Fosfato bicálcico	1,783	1,557	1,176
Calcário calcítico	1,066	0,915	1,084
Suplemento Min <sup>1</sup> .	0,100	0,100	0,100
Suplemento Vit <sup>2</sup> .	0,100	0,100	0,100
Sal comum	0,373	0,325	0,302
DL-Metionina	0,096	0,025	0,096
Total	100%	100%	100%
	Valores Nutricionais Calculados		
Energia metabolizável (Kcal/kg)	2.900	2.900	2.900
Proteína Bruta (%)	18,00	16,00	15,00
Metionina digestível (%)	0,362	0,269	0,232
Lisina digestível (%)	0,862	0,739	0,680
Met+Cist digestível (%)	0,619	0,507	0,460
Treonina digestível (%)	0,623	0,555	0,521
Triptofano digestível (%)	0,204	0,175	0,161
Valina digestível (%)	0,763	0,682	0,641
Arginina digestível (%)	1,138	0,991	0,920
Histidina digestível (%)	0,460	0,416	0,394
Leucina digestível (%)	1,516	1,400	1,338
Isoleucina digestível (%)	0,717	0,630	0,587
Fenilalanina digestível (%)	0,831	0,741	0,696
Fenil+Tir digestível (%)	1,390	1,241	1,166
Cálcio (%)	0,940	0,815	0,780
Fósforo disponível (%)	0,430	0,380	0,305
Sódio (%)	0,180	0,160	0,150
Cloro (%)	0,255	0,228	0,215
Potássio (%)	0,717	0,637	0,596
Número de Mogin (mEq/kg)	189,96	167,97	157,03

<sup>1</sup>Níveis por kg de ração. Suplemento mineral: 11,00 mg zinco; 3,04 mg ácido pantotênico; 0,22 mg iodo; 0,06 mg selênio; 90 mg colina; 8,48 mg ferro; 2,64 mg cobre; 15,15 mg manganês. <sup>2</sup>Níveis por kg de ração. Suplemento vitamínico: 2.400 UI vitamina A; 480 UI vitamina D3; 0,32 mg vitamina K3; 0,51 mg vitamina B1; 1,38 mg vitamina B2; 0,64 mg vitamina B6; 2,88 mg vitamina B12; 3,00 mg vitamina E; 7,12 mg niacina.

Ao final da criação, os animais foram insensibilizados por concussão cerebral e posteriormente abatidos por sangria total. Após o abate as carcaças

foram depenadas e evisceradas, identificadas, embaladas e armazenadas em freezer (-18,0°C). Destas, seis carcaças foram selecionadas aleatoriamente para a análise de qualidade de carne.

Para análise de qualidade de carne de frango de corte do tipo comercial foram utilizadas seis carcaças adquiridas de uma rede de supermercados na cidade de Campo Grande/MS. As carcaças foram distribuídas em delineamento de blocos ao acaso, constituído de dois tratamentos e seis repetições cada. As carcaças congeladas foram transportadas da UFMS para a Embrapa em caixas de isopor. Para ambas as linhagens foram retirados e desossados os músculos do peito, coxa e sobrecoxa das carcaças e para extração das amostras. Em cada músculo foram analisados pH, perda por gotejamento, perda por cocção, coloração, força de cisalhamento, colesterol, colágeno total e insolúvel, composição centesimal e análise sensorial.

Após a desossa foi medido o pH de cada corte, utilizando um potenciômetro com eletrodo de vidro. O eletrodo foi inserido completamente em cada corte, e o valor do pH anotado após a estabilização. Entre as medições de pH dos diferentes cortes, o eletrodo foi inserido em água destilada para a limpeza.

Na sequência cada corte foi pesado, devendo ter de 80 a 100 gramas, para realizar a perda por gotejamento pelo método gravimétrico, descrito por Honikel (1998). As amostras foram envolvidas em gaze, e colocadas em sacos plásticos, de maneira que a carne não entrasse em contato com o fundo do saco plástico. Os sacos plásticos foram colocados em câmaras de refrigeração, deixados por 24 horas, e após esse período as amostras foram retiradas da câmara, retirada a gaze e pesadas somente a carne. Nas amostras destinadas

as análises de cor, perdas por cocção e força de cisalhamento, foi realizada inicialmente a medição de cor em três pontos de cada corte, com aparelho MiniScan XE Plus, pelo método Hunter  $L^*a^*b^*$ , originando valores de luminosidade ( $L^*$ ), variando do preto ao branco, de  $a^*$  variando do verde ao vermelho e de  $b^*$ , variando do azul ao amarelo.

Em seguida, as amostras foram pesadas e identificadas para realizar a perda por cocção, pelo método de cozimento em forno com circulação de ar forçado a  $193^{\circ}\text{C}$  até atingir a temperatura de  $70^{\circ}\text{C}$  no interior da amostra. Após o cozimento, a amostra foi resfriada, em temperatura ambiente, até  $28^{\circ}\text{C}$ , e foi pesada. Em seguida essa amostra foi embalada com papel filme, e colocada em geladeira, com temperatura de  $2^{\circ}$  a  $5^{\circ}\text{C}$ , *over night*, para posterior realização da força de cisalhamento.

A força de cisalhamento foi realizada em texturômetro, com lâmina tipo WBSF a uma velocidade de 20 cm/minuto. De cada corte foram retirados quatro subamostras com 30 mm de comprimento, obtidas de secções triangulares de 10 X 10 mm, paralelas às fibras musculares. O valor final de força de cisalhamento foi obtido pela média dos valores das quatro subamostras.

A quantificação do colesterol foi realizada pelo teste enzimático-colorimétrico com fator clareante de lipídios proposto por Saldanha et al. (2004). Foi utilizado 2 gramas de amostra, colocadas em erlenmeyer, adicionado 4 ml de solução de hidróxido de potássio a 50% e 6 ml de álcool etílico. Foram colocadas no homogeneizador de amostra por 10 segundos a 4000 rpm para solubilização, em seguida no banho maria a  $60^{\circ}\text{C}$  por 10 minutos. Após, foi adicionado 5 ml de água destilada, aguardando a amostra

esfriar. Em seguida foi colocado 10 ml de hexano, e agitado em vórtex por 10 segundos. A solução foi colocada em funil de separação para a separação das fases, após, a fase inferior foi colocada novamente no erlenmeyer que já continha a solução amostra, e a fase superior colocada em um novo tubo identificado. Para total extração do colesterol da amostra, a adição de 10 ml de hexano foi realizada mais 2 vezes. Em sequência, foi retirado 3 ml do extrato hexânico, colocado em um tubo de ensaio e seco sob N<sub>2</sub>. Depois de totalmente seco, foi adicionado 0,5 ml de álcool isopropílico e 3 ml de reagente de trabalho do kit laboratorial Cholesterol Liquicolor In Vitro. O tubo de ensaio foi agitado em vórtex por 10 segundos e colocado em banho maria a 37°C por 10 minutos. Após esse período, foi retirado e deixado esfriar em temperatura ambiente, aguardando 90 minutos para a leitura da absorbância. Esta leitura foi feita no comprimento de onda de 499 nm em espectrofotômetro Bel Photonics modelo SP 2000 UV.

Juntamente com as amostras foram feitas as soluções para calibração do aparelho e as soluções para a formação da curva padrão. A solução de calibração foi apenas 0,5 ml de isopropanol e 3 ml de reagente de trabalho, sendo considerada o “branco”. As soluções de calibração (Tabela 15) foram feitas a partir de um padrão de colesterol com concentração conhecida, presente no kit laboratorial.

Tabela 15. Soluções para calibração da curva padrão de colesterol

Concentração de colesterol, mg/ml	Solução padrão de colesterol, µl	Álcool isopropílico, ml	Reagente de trabalho, ml
0,01	17,5	0,4825	3,0
0,02	35,0	0,4650	3,0
0,03	52,5	0,4475	3,0
0,04	70,0	0,4300	3,0
0,05	87,5	0,4125	3,0

As soluções padrões era feitas todas as vezes que se realizava a leitura em espectrofotômetro. A partir dos valores obtidos em cada leitura foi possível quantificar o colesterol no músculo de cada corte. A curva padrão média foi construída pela media dos valores obtidos em cada calibração (Figura 4).

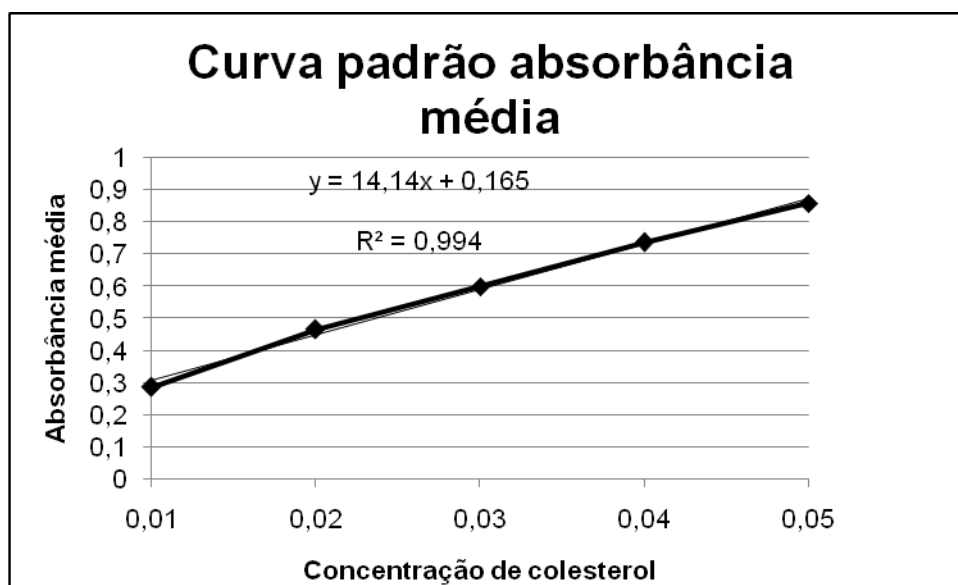


Figura 11. Curva padrão com valores médios de colesterol

Para a análise de colágeno solúvel foi utilizada a metodologia descrita por Hill (1966) e adaptações de Ramos e Gomide (2002). Primeiramente foram preparadas as soluções necessárias para a análise.

- Solução de ácido clorídrico 6M: 990 ml de ácido clorídrico em 1000 ml de água destilada. Após resfriamento, completado o volume até 2 litros.
- Solução estoque de Ringer: 8,60 gramas de cloreto de sódio; 0,33 gramas de cloreto de cálcio e 0,30 gramas de cloreto de potássio em 1 litro de água destilada.

- Solução de extração: 125 ml da solução estoque de Ringer em 500 ml de água destilada; Preparada no dia análise.
- Solução tampão citrato: 30 gramas de ácido cítrico, 15 gramas de hidróxido de sódio e 90 gramas de acetato de sódio em 500 ml de água destilada. Adicionando 290 ml de isopropanol vagarosamente, e ajustando o pH para 6,0 com ajuda de um potenciômetro. Após ajustado, completar o volume até 1 litro.
- Solução estoque de cloramina-T: 1,75 gramas de cloramina-T em 25 ml de água destilada.
- Solução de ácido perclórico 60%: 85,7 ml de ácido perclórico 70% em 14,3 ml de água destilada.
- Solução oxidante: 10 ml de solução estoque de cloramina-T e 40 ml da solução tampão citrato; Preparado imediatamente antes do uso.
- Solução de Ehrlich: 10 gramas de p-DABA em 35 ml da solução de ácido perclórico 60%. Sob agitação, adicione vagarosamente 65 ml de isopropanol; Preparado no dia da análise.
- Solução estoque de hidroxiprolina (600 µg/ml): 60 mg de L-hidroxiprolina em 100 ml de água destilada; Preparado no dia da análise.
- Solução de hidroxiprolina (6µg/ml): 1 ml da solução estoque de hidroxiprolina em 100 ml de água destilada; Preparado imediatamente antes do uso.
- Solução de NaOH 2M: 20 gramas de NaOH em 250 ml de água destilada.

- Solução indicadora de vermelho de metila (0,1%): 0,1 grama de indicador vermelho de metila em 100 ml de isopropanol.

Foram pesados 4 gramas de amostra em tubo Falcon de 50 ml, e adicionado 12 ml de solução de extração (solução de Ringer com  $\frac{1}{4}$  de força iônica). Os tubos foram colocados em banho-maria com agitação a 77°C por 70 minutos, e após esse período foram resfriados com água corrente. Em seguida, os tubos foram colocados em centrífuga refrigerada por 10 minutos a 4°C com 3000 giros. O sobrenadante foi retirado e colocado em tubo de vidro, e ao resíduo no tubo Falcon foi adicionado 8 ml de solução de extração, colocado novamente na centrífuga por mais 10 minutos a 4°C com 3000 giros. O sobrenadante foi adicionado junto ao primeiro que havia sido retirado, e o resíduo foi transferido quantitativamente para outro tubo de vidro, lavando o tubo Falcon com 15 ml de solução de extração. Foram adicionados 10 ml de solução de ácido clorídrico nos tubos contendo o resíduo, e 20 ml nos tubos do sobrenadante. Estes tubos foram colocados em estufa a 105°C por 24 horas, para a hidrólise da amostra.

Após esse período, os tubos foram retirados e deixados esfriar a temperatura ambiente. Depois de totalmente frios, foi adicionado 1 grama de carvão ativado, e misturado a amostra rigorosamente. A mistura foi filtrada com papel filtro em erlenmeyer de 250 ml. O papel filtro foi lavado com 50 ml de água destilada, e no filtrado foi adicionado uma gota de vermelho de metila. O hidrolisado foi titulado com uma solução de NaOH 2 M, mudando da cor rósea para amarela. Em seguida foi filtrado novamente, e colocado em balão volumétrico de 250 ml, e completado com água destilada até o volume total do balão.



Para a quantificação da hidroxiprolina foram pipetados 2 ml da solução final, colocados em tubos de ensaio, e adicionado 1 ml da solução oxidante. Os tubos foram agitados em vórtex e deixados em repouso por exatos 20 minutos. Após esse período foi adicionado em cada tubo 1 ml da solução de Erlich, novamente agitado em vórtex, e cobertos com papel alumínio. Esses tubos foram colocados em banho-maria a 60°C por 15 minutos. Na sequência, foram resfriados com água corrente por 3 minutos, e feita a leitura da absorbância a 558 nm.

Para a calibração do espectrofotômetro foi feita a solução “branco” e as soluções para a formação da curva padrão. A solução “branco” continha água destilada em substituição ao líquido da amostra, e as soluções de calibração foram feitas a partir da solução de hidroxiprolina com concentração de 6µg/ml.

Tabela 16. Soluções para calibração da curva padrão de colágeno

Concentração	0,6	1,2	1,8	2,4	3,0
Solução de hidroxiprolina (6µg/ml), ml	1	2	3	4	5
Água destilada, ml	9	8	7	6	5
Hidroxiprolina, µg	1,2	2,4	3,6	4,8	6,0

As soluções padrões foram feitas todas as vezes que se realizava a leitura em espectrofotômetro. A partir dos valores obtidos em cada leitura foi possível quantificar a hidroxiprolina no músculo de cada corte. A curva padrão média foi construída pela media dos valores obtidos em cada calibração (Figura 5).

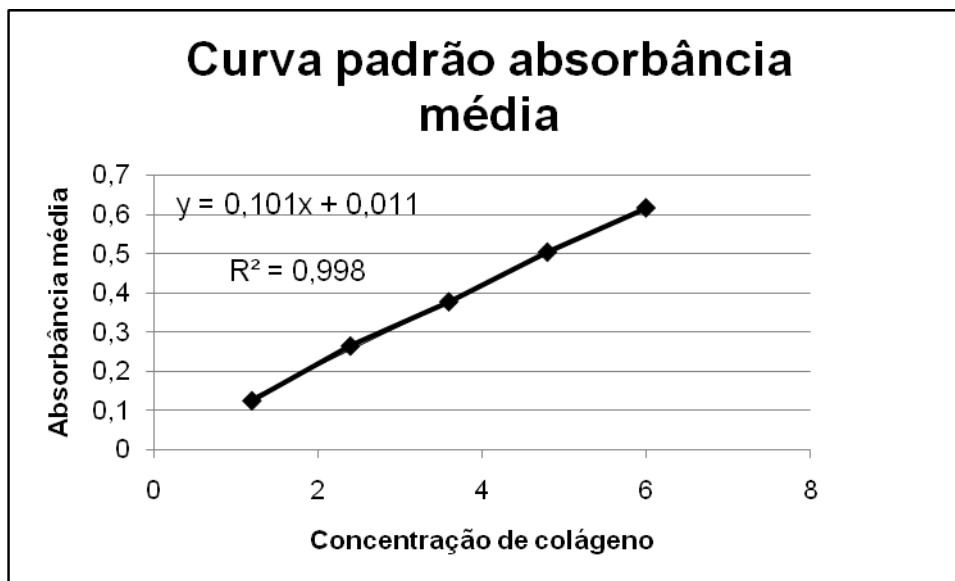


Figura 12. Curva padrão com valores médios de colágeno

As análises de composição centesimal foram realizadas a partir do músculo de cada corte, que foram em estufa e moídos em moinho de bola. Posteriormente, realizou-se as análises de nitrogênio, extrato etéreo e matéria mineral, segundo a metodologia descrita por Silva & Queiroz (2002), com o objetivo de determinar a deposição de proteína e gordura no músculo.

A análise sensorial foi realizada por métodos discriminativos, utilizando testes de comparação múltipla, com delineamento em blocos completos casualizados. Os testes foram feitos no Laboratório de Carnes da Embrapa Gado de Corte durante dois dias. No primeiro dia, a análise foi feita às 15 horas, já no segundo dia as análises foram feitas às 09h30min e às 15 horas, sendo que em cada período foi realizado o teste com um tipo de corte (peito, coxa e sobrecoxa).

Antes das análises foi realizada a seleção de provadores e o treinamento, para as características de maciez, suculência, textura, sabor e cor. Os provadores ainda foram avaliados quanto a uniformidade das respostas

sendo que, aqueles que indicavam respostas muito além do padrão esperado, não participaram do teste.

O preparo das amostras foi realizado no período que antecedeu a análise sensorial. Os cortes desossados foram descongelados sob refrigeração, e após o total descongelamento as amostras foram imergidas em uma solução de água e cloreto de sódio com concentração de 15% (Komiya et al., 2010). Depois desta imersão, as amostras foram retiradas e colocadas em assadeiras com identificações, colocadas em forno elétrico com ventilação forçada e com um termômetro inserido no centro geométrico da amostra. Assim que o interior dessas amostras atingiu 70°C, foram retiradas do forno e colocadas em balcão para o corte dos paralelepípedos a serem oferecidos para os provadores.

Os paralelepípedos foram cortados no tamanho de 1 X 1 X 1 centímetros. Após realizado os cortes, as amostras foram colocadas em recipientes de vidro, cobertas com papel filme e identificadas com um número centesimal único. Os recipientes foram colocados em outro forno elétrico cuja a temperatura foi de 40°C, para que as amostras fossem oferecidas aos provadores nesta temperatura. Cada recipiente continha dois paralelepípedos de amostra.

Antes do início das análises foi colocado em cada cabine um copo com água e biscoitos de água e sal, para que cada provador pudesse limpar seu paladar entre uma amostra e outra. Junto a isso, dentro de cada cabine, continha uma folha com local para identificação do provador, da amostra e do seu julgamento. Não foi estipulado tempo máximo para avaliação da amostra,

entretanto cada provador demorou até 2 minutos para realizar o julgamento das 5 características.

Os resultados para os parâmetros de qualidade da carne foram submetidos à análise de variância, posteriormente à análise de regressão linear e quadrática com o auxílio do programa SAS, versão 9.1, a 5% de significância pelo teste de comparação de médias Tukey. Para a análise sensorial foi utilizada a análise não paramétrica do teste de Friedman (Zar, 2010).

## **Resultados e Discussão**

### ***Composição centesimal***

O sistema de criação dos animais, caipira e comercial, modificaram ( $P < 0,05$ ) a composição centesimal do peito, sobrecoxa e coxa (Tabela 17).

O conteúdo de umidade e proteína bruta foi maior da linhagem caipira ( $P < 0,05$ ). Entretanto o valor da matéria mineral foi mais baixo ( $P < 0,0001$ ) comparado ao comercial.

No músculo da sobrecoxa, apenas o conteúdo de matéria mineral apresentou diferença ( $P < 0,05$ ). Igualmente ao ocorrido no músculo do peito, os maiores valores encontrados foram na linhagem comercial.

A coxa apresentou diferenças entre os tratamentos para a quantidade de extrato etéreo e matéria mineral ( $P < 0,05$ ). A linhagem caipira obteve os maiores valores de extrato etéreo, e a linhagem comercial os maiores valores de matéria mineral.

Tabela 17. Composição centesimal da carne do peito, sobrecoxa e coxa de frangos de corte tipo caipira e comercial

	Sistema de criação		P	CV (%)
	Caipira	Comercial		
Peito				
Umidade	27,02 <sup>a</sup>	25,85 <sup>b</sup>	0,022	2,16
Proteína bruta	24,19 <sup>a</sup>	23,44 <sup>b</sup>	0,020	1,49
Extrato etéreo	1,15	0,79	0,147	34,31
Matéria mineral	0,010 <sup>b</sup>	0,038 <sup>a</sup>	<0,0001	2,87
Sobrecoxa				
Umidade	29,33	24,00	0,052	11,65
Proteína bruta	20,69	19,22	0,438	12,21
Extrato etéreo	5,33	3,81	0,275	39,54
Matéria mineral	0,009 <sup>b</sup>	0,032 <sup>a</sup>	0,016	40,99
Coxa				
Umidade	24,87	22,90	0,071	5,22
Proteína bruta	19,37	19,23	0,823	4,17
Extrato etéreo	3,74 <sup>a</sup>	1,97 <sup>b</sup>	0,002	18,49
Matéria mineral	0,009 <sup>b</sup>	0,041 <sup>a</sup>	<0,0001	8,03

Médias seguidas por letras diferentes na linha diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste Tukey.

A composição centesimal do músculo pode ser alterada devido a inúmeros fatores, como genética, dieta fornecida e atividade física (Cangar et al., 2006; Rizzi et al., 2007; Zerehdaran et al., 2004).

Em estudo de comparação entre linhagens comercial Vodňanska drůbež e orgânica Biopark, Abdullah & Buchtová (2015), não observaram diferenças para umidade, proteína bruta e matéria mineral do músculo do peito. Diferente do presente trabalho, os autores notaram que o conteúdo gordura foi superior em linhagem comercial. A diferença observada entre as pesquisas pode ser devido a genética dos animais, pois as linhagens utilizadas não foram as mesmas.

Analisando vários genótipos para sistema caipira e seus cruzamentos (New Hampshire, Gigante Negra Jersey, Rodhe Island Red e Índio Gigante), Cruz (2015) encontrou influencia da genética para a quantidade de proteína bruta, extrato etéreo e cinzas. Da mesma forma, Mikulski et al. (2011)

observaram diferença na quantidade de proteína de linhagens de crescimento rápido e lento para o músculo do peito, e assim como o presente trabalho, o maior valor foi para linhagem caipira.

A diferença observada entre as linhagens para proteína bruta confirma a idéia de que a atividade motora prefere miogênese, aumento da quantidade de fibras musculares, a lipogênese, síntese de ácidos graxos e triglicérides armazenados (Abdullah & Buchtová, 2015). Com isso, frangos de corte tipo caipira, que possuem acesso a piquetes realizam maior atividade motora, e assim maior conteúdo de proteína bruta no músculo.

A diferença observada para matéria mineral nos três músculos (peito, sobrecoxa e coxa) pode ser devido à dieta. O frango comercial utilizado em grandes criações possui potencial genético para crescimento muscular, no entanto sem a mesma capacidade para o desenvolvimento ósseo (Oliveira et al., 2015). A dieta fornecida aos animais da linhagem comercial pode ter maiores valores de minerais disponíveis, e com isso aumentar o conteúdo de matéria mineral no músculo.

O músculo da coxa, além da diferença de matéria mineral, apresentou diferença para a quantidade de extrato etéreo. Resultados diferentes foram obtidos por Mikulski et al. (2011), avaliando o músculo da perna (sobrecoxa e coxa) não observaram nenhuma influência de linhagem ou sistema de criação sobre o conteúdo de gordura. O resultado da presente pesquisa confirma o conceito de que a atividade física prefere miogênese a lipogênese, obtendo assim um maior valor de gordura no músculo de frangos de corte tipo caipira.

### Parâmetros qualidade de carne

Para os cortes do peito, o pH, perda por gotejamento, perda por cocção, luminosidade, a\*, b\*, percentual de colágeno solúvel e colágeno insolúvel não foram influenciados ( $P>0,05$ ) pelas linhagens (Tabela 18).

Tabela 18. Atributos de qualidade de carne de peito de frango de corte tipo caipira e comercial

Parâmetros	Sistema de criação		Valor P	CV (%)
	Caipira	Comercial		
Ph	5,87	5,78	0,1885	1,96
PG (%)	8,64	8,76	0,9474	8,70
PC (%)	14,86	15,64	0,4422	11,09
L*	60,17	59,01	0,3911	3,76
a*	8,00	8,14	0,7861	10,77
b*	21,72	29,69	0,4042	9,58
FC (Kg)	2,26 <sup>a</sup>	1,71 <sup>b</sup>	0,0244	17,94
Colesterol (mg/100 g)	41,28 <sup>b</sup>	84,63 <sup>a</sup>	0,0230	44,44
Colágeno (g/100 g)	0,021	0,026	0,2952	51,46
Col. ins. (%)	63,59	49,58	0,1449	27,20

Médias seguidas por letras diferentes na linha diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste Tukey. PG- Perda por gotejamento (%), PC- Perda por cocção (%), L\*- Luminosidade, a\*- Vermelho, b\*- Amarelo, FC- Força de cisalhamento (Kg/cm<sup>2</sup>), Colesterol (mg/100 gramas de carne), Colágeno total (g/100 gramas de carne), Col. ins.- Colágeno insolúvel (%)

Por outro lado, Santos et al. (2005) relataram que o sistema de criação das aves pode influenciar os atributos de qualidade da carne do músculo peito, de modo que aves de linhagem comercial (Cobb) apresentam maiores valores de pH e perda por gotejamento em comparação à linhagens caipiras (Paraíso Pedrês e Isa Label). Diferentemente o presente estudo não observou diferença para pH e perda por gotejamento entre a linhagem comercial e caipira, uma vez que as linhagens do presente estudo não foram as mesmas do trabalho citado. Resultados semelhantes foram obtidos por Funaro et al. (2014) para perdas por cocção em que, os menores valores foram obtidos o sistema extensivo, com a

linhagem ISA Brow (13,2%) em relação ao sistema intensivo, com a linhagem Ross 708 (18,3%).

Para os valores de coloração de peito, esperava-se que devido ao sistema de criação a linhagem caipira apresentasse maior tendência para o amarelo ( $b^*$ ) e vermelho ( $a^*$ ), quando comparada a linhagem comercial, uma vez que frangos nesse sistema possuem acesso à piquetes e consumo de gramíneas que são compostas por xantofilas, caracterizada por pigmento amarelado com capacidade de alteração de coloração da carcaça (Funaro et al., 2014). Por outro lado, mesmo que linhagens caipiras possuam acesso a piquetes, o que caracteriza como exercício que pode modificar a quantidade de fibras oxidativas, responsáveis pela maior presença de mioglobina, composto responsável pela coloração vermelha, frangos de corte caipira possuem baixos valores desta coloração (Fanatico et al., 2007).

Outro ponto a favor de maiores valores  $b^*$  para a linhagem caipira é a idade ao abate. Frangos de corte de linhagens comerciais abatidos aos 41 dias de idade possuem maiores valores de  $b^*$ , quando comparado aos abatidos aos 28 dias (Janisch et al., 2011). Assim como as linhagens caipiras devem ser abatidas com no mínimo 85 dias de idade (Brasil, 1999) esperava-se maiores valores de  $b^*$ , já que frangos de linhagens comerciais são comumente abatidos aos 42 dias de idade.

Assim como os demais parâmetros de coloração, a luminosidade não apresentou efeito significativo entre o sistema de criação. Resultados semelhantes foram encontrados por Funaro et al. (2014), que observaram as linhagens Ross e Isa Brow, nos sistemas intensivo e semi-intensivo,



respectivamente, e da mesma maneira não encontraram diferença significativa para luminosidade.

A força de cisalhamento do músculo do peito apresentou diferença entre os tratamentos estudados ( $P < 0,05$ ). A diferença observada entre frangos comerciais e caipiras era esperada, uma vez que caipiras são conhecidos por possuírem uma carne mais firme, aspecto desejável para alguns consumidores (Crabone et al., 2005).

Este resultado possivelmente está relacionado com a conformação do colágeno, que com o passar do tempo se modifica, tornando-se helicoidal no centro e globular nas extremidades, estabilizando a estrutura das fibrilas colagenosas e assim enrijecendo o músculo, o que torna a carne menos macia. (Prestes, 2013).

Assim, como frangos de corte tipo caipira devem ser abatidos com no mínimo 85 dias, e frangos comerciais podem ser abatidos na metade desse tempo (42 dias), a carne de frango tipo caipira é mais rígida devido a idade ao abate, que permite a estabilização das fibrilas colagenosas.

Os valores obtidos para força de cisalhamento são próximos a 2,35 Kg/g, valor encontrado por Funaro et al. (2014) para a linhagem ISA Brown, em estudo de comparação de linhagens caipira e comercial. Diferente dos resultados, Abdullah & Buchtová (2015) encontraram menores valores de força de cisalhamento para animais criados em sistema semi extensivo, demonstrando menor força para rompimento da fibra, quando comparado ao sistema convencional.

A porcentagem de colesterol no músculo peitoral foi afetada ( $P < 0,05$ ) em função do sistema de criação, de modo que amostras da linhagem comercial

apresentaram maiores valores desta variável em comparação aquelas provindas de frangos de corte do tipo caipira.

Este resultado pode estar relacionado ao acesso à piquetes que os frangos do tipo caipira foram submetidos, configurando como exercício físico e possivelmente reduzindo o colesterol sérico (Correia e Leal, 2010). No entanto, as carcaças da linhagem comercial foram adquiridas de uma rede de supermercados e, dessa forma não se pode afirmar com clareza a dieta fornecida a estes animais e a implicação direta sobre a concentração de colesterol.

Acredita-se que exercícios diminuem os níveis de colesterol, pois apenas 15% do total do colesterol no organismo é obtido pela alimentação, sendo assim pouco influente no montante de colesterol (Moura & Sonati, 1998). O modo de preparo da carne de frango não influencia os níveis de colesterol de frango caipiras e comerciais quando preparados da mesma forma (Vieira et al., 2007), indicando que não há diferença entre linhagens caipiras e comerciais para níveis de colesterol.

Os valores encontrados para porcentagem de colágeno solúvel e insolúvel no músculo do peito não apresentaram diferença significativa. Como houve diferença entre os tratamentos para força de cisalhamento, esperava-se encontrar diferença também para a quantificação do colágeno, uma vez que este apresenta ligação com a força a ser aplicada para rompimento da fibra (Mello et al., 2012). De forma similar ocorrida no presente experimento, Mello et al. (2012) não encontraram diferença nos valores obtidos para concentração de colágeno no músculo do peito, entretanto observaram efeito da linhagem

(caipira e comercial) sobre a força de cisalhamento, obtendo maiores valores para músculos da linhagem caipira.

Um aumento na quantidade de colágeno insolúvel promove, na mesma proporção, um aumento na força de cisalhamento, o que reduz a maciez. Esta redução da maciez na carne de frangos de corte tipo caipira é conhecida, pois com o passar da idade do animal ocorre aumento na quantidade de colágeno insolúvel (Zanusso e Dionello, 2003).

Para o músculo da sobrecoxa, o pH, a força de cisalhamento, o colágeno total e a porcentagem de colágeno insolúvel foram influenciados ( $P < 0,05$ ) (Tabela 19); e para a coxa, o pH, força de cisalhamento, colesterol e colágeno total foram influenciados ( $P > 0,05$ ) pelas linhagens (Tabela 20).

Tabela 19. Atributos de qualidade de carne de sobrecoxa de frango de corte tipo caipira e comercial

Parâmetros	Tipos de criação		Valor P	CV (%)
	Caipira	Comercial		
pH	6,26 <sup>b</sup>	6,44 <sup>a</sup>	0,0446	2,13
PG (%)	5,08	5,86	0,5276	35,99
PC (%)	21,05	21,80	0,7782	18,61
L*	48,47	49,58	0,6042	6,52
a*	12,75	12,86	0,9041	10,93
b*	17,848	18,79	0,4682	10,44
FC (Kg)	2,06 <sup>a</sup>	1,01 <sup>b</sup>	0,0004	22,85
Colesterol (mg/100 g)	70,38	83,81	0,5492	48,67
Colágeno (g/100 g)	0,070 <sup>a</sup>	0,022 <sup>b</sup>	<0,0001	39,86
Col. ins. (%)	55,85 <sup>b</sup>	71,05 <sup>a</sup>	0,0025	10,36

Médias seguidas por letras diferentes na linha diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste Tukey. PG- Perda por gotejamento (%), PC- Perda por cocção (%), L\*- Luminosidade, a\*- Vermelho, b\*- Amarelo, FC- Força de cisalhamento (Kg/cm<sup>2</sup>), Colesterol (mg/100 gramas de carne), Colágeno total (g/100 gramas de carne), Col. ins.- Colágeno insolúvel (%)

Tabela 20. Valores médios dos atributos de qualidade de carne de coxa de frango de corte tipo caipira e comercial

Parâmetros	Tipos de criação		Valor P	CV (%)
	Caipira	Comercial		
pH	6,24 <sup>b</sup>	6,50 <sup>a</sup>	0,0197	2,50
PG (%)	6,46	5,74	0,5097	30,09
PC (%)	20,60	19,26	0,5296	0,04
L*	53,80	52,95	0,5955	0,02
a*	12,42	12,92	0,4022	0,07
b*	19,07	17,65	0,1309	0,21
FC (Kg)	2,29 <sup>a</sup>	0,98 <sup>b</sup>	<0,0001	0,93
Colesterol (mg/100 g)	65,07 <sup>b</sup>	124,56 <sup>a</sup>	0,0219	40,09
Colágeno (g/100 g)	0,109 <sup>a</sup>	0,017 <sup>b</sup>	<0,0001	45,77
Col. ins. (%)	56,69	46,55	0,3621	35,64

Médias seguidas por letras diferentes na linha diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste Tukey. PG- Perda por gotejamento (%), PC- Perda por cocção (%), L\*- Luminosidade, a\*- Vermelho, b\*- Amarelo, FC- Força de cisalhamento (Kg/cm<sup>2</sup>), Colesterol (mg/100 gramas de carne), Colágeno total (g/100 gramas de carne), Col. ins.- Colágeno insolúvel (%)

Os valores de pH apresentaram diferença significativa ( $P < 0,05$ ) entre os tratamentos avaliados para os músculos da sobrecoxa e coxa. Resultados semelhantes foram obtidos por Funaro et al.(2014) ao compararem linhagem comercial e caipira, e observaram que linhagens comerciais possuem maiores valores de pH. Da mesma forma Mikulski et al. (2011), mesmo não observando diferença significativa entre linhagens de crescimento lento e crescimento rápido, verificaram menores valores de pH para animais de linhagem caipira criados em sistema semi extensivo.

A diferença de pH entre linhagens se dá pois linhagens caipiras possuem maior intensidade e duração de exercícios durante a pendura e o abate, quando comparado a linhagens comerciais, com isso acabam por gastar mais o glicogênio disponível, e assim reduzir o pH final (Debut et al., 2005).

O sistema de criação não influenciou ( $P > 0,05$ ) a perda por gotejamento do músculo da sobrecoxa e coxa, apesar disto obteve-se valores acima dos comumente encontrados. Animais submetidos a sistemas semi extensivo possuem perda por gotejamento com valores médios de 1,05%, e animais

criados sob sistema intensivo valores médios de 1,35% (Funaro et al., 2014). Os valores encontrados no presente experimento para as linhagens caipira e comercial criados em sistema semi extensivo e intensivo, ficam em torno de 5,5%, sendo um valor elevado quando comparado a outros trabalhos de avaliação de influência dos sistemas de criação sobre qualidade de carne de frangos.

A diferença vista entre o valor apresentado e o citado pela literatura, provavelmente, é devido à diferença na metodologia realizada para avaliação da perda por gotejamento, sendo possível fazê-la pelo método gravimétrico, por pressão em papel filtro, ou ainda por absorção em papel filtro (Ramos e Gomide, 2012).

O sistema de criação em que o animal está submetido possui influencia sobre os valores de perda por cocção. Animais criados no sistema intensivo são abatidos com menor idade, o que promove uma menor espessura e reticulação do colágeno. Estes elementos influenciam a capacidade de retenção de água no músculo, com maiores valores de perda por cocção para animais abatidos mais jovens (McCormick, 1999; An et al., 2010).

Do mesmo modo, a linhagem do animal promove diferenças quanto a perda por cocção, devido a capacidade de desenvolvimento do colágeno, sendo que a linhagem comercial Ross 308 possui menor perda por cocção comparada as linhagens também comerciais Ross 708 e Cobb 700 (Janisch et al., 2011). Todavia, os valores encontrados no presente experimento não mostram diferença significativa para as diferentes linhagens em diferentes sistemas de criação.

Os valores de luminosidade ( $L^*$ ), tendência para vermelho ( $a^*$ ) e tendência para amarelo ( $b^*$ ) não demonstram diferença significativa entre os tratamentos estudados ( $P>0,05$ ) para sobrecoxa e coxa. Contrário aos resultados, Faria (2007) observou influência da idade ao abate sobre a luminosidade, tendência para vermelho e tendência para amarelo com diminuição da luminosidade e aumento dos valores de tendência para vermelho e amarelo em função do aumento da idade da linhagem de crescimento lento, Pescoço Pelado, e da linhagem de crescimento rápido, Paraíso Pedrês.

O músculo da sobrecoxa e coxa apresentaram diferença ( $P<0,05$ ) entre os tratamentos estudados. Os valores apontam maior maciez para a carne de frango do tipo comercial, assim como o ocorrido no músculo do peito. Da mesma maneira, esta diferença ocorreu pela diferença na idade ao abate de frangos comerciais e frangos caipiras, modificando assim a estrutura do colágeno, e conseqüentemente na maciez da carne.

Os resultados encontrados corroboram com Aguiar (2006) e Lima (2005), que observaram maiores valores de força de cisalhamento para linhagem caipira Pescoço Pelado quando comparada a linhagem comercial Cobb para os músculos da coxa e sobrecoxa. No entanto, Madeira (2008) não encontrou diferenças para força de cisalhamento nos mesmos músculos entre linhagem comercial Ross e caipira Label Rouge, e não relatou influência do sistema de criação sobre esta variável.

O nível de colesterol foi influenciado ( $P<0,05$ ) pelos tratamentos apenas no músculo da coxa (Tabela 6). Assim como ocorreu no músculo do peito, o exercício realizado pelos animais pode reduzir os níveis de colesterol da carne. O músculo da coxa possui maior concentração de gordura quando comparado

ao peito e a sobrecoxa, e sendo assim utilizam-na como substrato e a armazenam na forma de gotículas no interior do músculo (Nanton et al., 2007).

Entretanto não foi observada diferença ( $P>0,05$ ) entre os tratamentos para o colesterol da sobrecoxa. Possivelmente estes resultado está relacionando com a constituição do músculo, que apesar de ser formado por fibras oxidativa não acumula tanta gordura em forma de gotículas no interior do músculo como a coxa.

Além disso, a quantidade de gordura no músculo da perna de cada tipo de linhagem possui relação direta com teor de colesterol. Linhagens de crescimento rápido apresentam 4,34% de gordura, linhagens de velocidade média de crescimento possuem 3,07%, e linhagens de lento crescimento apresentam 2,29% de gordura para o músculo da perna (Meluzzo et al., 2009).

Com relação às porcentagens de colágeno solúvel e insolúvel, com diferença significativa apenas para o músculo da sobrecoxa, os resultados encontrados foram diferentes do esperado, pois frangos de corte tipo comercial apresentaram maiores valores de colágeno insolúvel, que possui influência sobre a maciez.

A idade do animal possui interação com o nível de colesterol. Carvalho et al. (2013) observaram que animais mais velhos apresentam um aumento na quantidade de fibras colágenas, o que pode influenciar a textura da carne. Entretanto como os frangos de corte comercial foram adquiridos de uma rede de supermercados, não se tem total conhecimento da forma de criação, o que pode influir sobre as fibras, pois o aumento das fibras colágenas pode ser determinado pela função, localização anatômica e ainda uma distribuição desuniforme no músculo (Lee Lin, 1993).

### **Análise sensorial**

Os resultados obtidos para os atributos sensoriais indicam diferença significativa ( $P < 0,05$ ) para maciez, suculência, textura e sabor do músculo do peito, com os maiores valores para linhagem caipira (Tabela 21).

O músculo da sobrecoxa apresentou diferença entre os tratamentos ( $P < 0,05$ ) nos atributos de maciez, suculência e textura. Os maiores valores foram para a linhagem caipira.

Para o músculo da coxa, houve diferença entre os tratamentos apenas para suculência ( $P < 0,05$ ). Da mesma forma como nos demais músculos, o maior valor foi da linhagem caipira.

Tabela 21. Valores médios dos atributos de análise sensorial da carne do peito, sobrecoxa e coxa de frango de corte tipo caipira e comercial

	Sistema de criação		Valor P	CV (%)
	Caipira	Comercial		
Peito				
Maciez	2,00 <sup>a</sup>	1,00 <sup>b</sup>	0,0016	0,0
Suculência	2,00 <sup>a</sup>	1,00 <sup>b</sup>	0,0016	0,0
Textura	1,90 <sup>a</sup>	1,10 <sup>b</sup>	0,0114	29,81
Sabor	1,90 <sup>a</sup>	1,10 <sup>b</sup>	0,0114	29,81
Cor	1,70	1,30	0,2059	45,54
Sobrecoxa				
Maciez	1,90 <sup>a</sup>	1,10 <sup>b</sup>	0,0114	39,75
Suculência	1,90 <sup>a</sup>	1,10 <sup>b</sup>	0,0114	29,81
Textura	1,90 <sup>a</sup>	1,10 <sup>b</sup>	0,0114	45,54
Sabor	1,80	1,20	0,0578	45,54
Cor	1,80	1,20	0,0578	40,06
Coxa				
Maciez	1,80	1,20	0,0578	29,81
Suculência	1,90 <sup>a</sup>	1,10 <sup>b</sup>	0,0114	29,81
Textura	1,70	1,30	0,2059	29,81
Sabor	1,70	1,30	0,2059	39,75
Cor	1,75	1,25	0,0956	39,75

Médias seguidas por letras diferentes na linha diferem entre si ao nível de 5% de significância por teste não paramétrico tipo Tukey.

Escala hedônica de 0 a 10, sendo 0: desgostei muitíssimo; e 10: gostei muitíssimo.



Resultados obtidos no presente trabalho corroboram com os encontrados por Chumngoen & Tan (2015). Ao comparar atributos sensoriais do músculo do peito de linhagem caipira nativa Taiwan com linhagem comercial comumente utilizada em criações, observaram diferença para dureza, suculência, textura, sabor, cor e quantidade de mastigação para deglutição em uma escala de 1 a 7, sendo 1 baixa intensidade e 7 alta intensidade. Os maiores valores foram encontrados para a linhagem caipira nativa Taiwan.

Resultados semelhantes foram encontrados por Komiyama et al. (2010), que analisaram atributos sensoriais do músculo do peito de matrizes de descarte e frangos comerciais, e constataram maiores valores de maciez, suculência e sabor para linhagem comercial.

Em pesquisa avaliando a influência da linhagem e do sistema de criação sobre aroma, sabor, textura e suculência, Mikulski et al. (2011) não observaram influencia da linhagem, ou do sistema de criação sobre o músculo do peito.

Para o músculo da perna (sobrecoxa e coxa), os resultados do presente trabalho não concordam com Fanatico et al. (2006). O estudo avaliou a influência do sistema de criação e da linhagem utilizada sobre os atributos sensoriais, e relatou influencia sobre sabor e suculência, considerando que a carne de animais de linhagem caipira criados em sistema semi-intensivo possuem carne mais seca e com menor sabor. Os avaliadores consideraram que a carne mais saborosa é de animais de linhagem comercial criados em sistema intensivo.

Para o músculo da sobrecoxa e da coxa, o parâmetro que merece atenção é o sabor, pois o conteúdo de gordura neste músculo é alto e releva o sabor da carne mais do que o músculo do peito (USDA, 2012). Esperava-se

que os animais da linhagem caipira teriam maior sabor, pois esta característica esta associada à aves mais velhas (Fanatico et al., 2006).

## Conclusão

Em consideração aos parâmetros avaliados, é indicado o consumo de carne de frangos de corte tipo caipira. Este alimento proporcionou menores valores de colesterol e a melhor aceitação sensorial.

## REFERÊNCIAS

ABDULLAH, F.A.A. & BUCHTOVÁ, H. The quality of different types of chicken breast meat (organic, conventional, tenderized). **Folia Veterinaria**, v. 59, n. 3, p. 173-178, 2015.

AGUIAR, A.P.S. **Opinião do consumidor e qualidade da carne de frangos criados em diferentes sistemas de produção**. 2006. Tese de Doutorado. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”.

AN, J. Y.; ZHENG, J. X.; LI, J. Y.; ZENG, D.; QU, L. J.; XU, G. Y.; YANG, N. Effect of myofiber characteristics and thickness of perimysium and endomysium on meat tenderness of chickens. **Poultry Science**. v. 89, p. 1750–1754, 2010.

CANGAR, O., AERTS, J. M., VRANKEN, E., BERCKMANS, D. Online growth control as an advance in broiler farm management. **Poultry Science**, v. 86, p. 439-443, 2006.

CARVALHO, Y.K.; MEDEIROS, L.S.;ZAVARIZE, K.C.; FREITAS, H.J.; BOMBONATO, P.P. Avaliação quantitativa de fibras colágenas no músculo de frango caipira (Label Rouge e Pedrês). **Revista Biotemas**, v. 26, n. 1, p.123-127, 2013.

CHUMNGOEN, W. & TAN, F. Relationships between descriptive sensory attributes and physicochemical analysis of broiler and Taiwan native chicken breast meat. **Asian Australasian Journal Animal Science**, v. 28, n. 7, p. 1028-1037, 2015.

CORREIA, F.O. & LEAL, R.S. Efeito do exercício aeróbio e resistido nas alterações de colesterol total e lipoproteínas hdl-c, ldl-c e triglicérides. **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, v. 4, n. 22, p. 337-341, 2010.

CRABONE, G.T.; MOORI, R.G.; SATO, G.S. Fatores relevantes na decisão de compra de frango caipira e seu impacto na cadeia produtiva. **Organizações Rurais & Agroindustriais**. v.7, n.3, p.312-323, 2005.

CRUZ, F.L. **Avaliação de diferentes cruzamentos sobre características de carcaça e qualidade de carne de frangos em sistema alternativo**. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2015, 178p. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias)- Universidade Federal de Lavras, 2015.

DEBUT, M.; BERRI, C.; ARNOULD, C.; GUEMENÉ, D.; SANTÉ-LHOUTELLIER, V.; SELIER, N.; BAÉZA, E.; JEHL, N.; JÉGO, N.; BEAUMONT, C.; LE BIHAN-DUVAL, E. Behavioural and physiological responses of three chicken breeds to pre-slaughter shackling and acute heat stress. **British Poultry Science**, v. 46, 2005.

FANATICO, A.C.; PILLAI, P.B.; CAVITT, L.C.; EMMERT, J.L.; MEULLENET, J.F.; OWENS, C.M. Evaluation of slower-growing broiler genotypes grown with and without outdoor access: sensory attributes. **Poultry Science**, v. 85, p. 337-343, 2006.

FANATICO, A.C.; PILLAI, P.B.; EMMERT, J.L.; OWENS, C.M. Meat quality of slow- and fast-growing chicken genotypes fed low nutrient or standard diets and raised indoors or without outdoor access. **Poultry Science**, v.86, p.2245–2255, 2007.

FARIA, P.B. **Desempenho e qualidade de carcaça e carne de frangos criados em sistema alternativo**. Universidade Federal de Lavras, 2007, 253p. Tese (Doutorado em Qualidade de Carne)- Universidade Federal de Lavras, 2007.

FUNARO, A.; CARDENIA, V.; PETRACI, M.; RIMINI, S.; RODRIGUEZ-ESTRADA, M.T.; CAVANI, C. Comparison of meat quality characteristics and oxidative stability between conventional and free-range chickens. **Poultry Science**, v. 93, p.1511-1522, 2014.

HILL, F. The solubility of intramuscular collagen in meat from animals of various ages. **Journal of Food Science**, v. 31, p. 166, 1966.

HONIKEL, K.O. Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. **Meat Science**, v.49, p.447-457, 1998.

HUNTERLAB. **Applications note: CIE L\* a\* b\* color scale**. Virginia, 1996.v.8, n.7.

JANISCH, S.; KRISCHEK, C.; WICKE, M. Color values and other meat quality characteristics os breast muscles collected from 3 broiler genetic lines slaughtered at 2 ages. **Poultry Science**, v. 90, p. 1774-1781, 2011.

KOMIYAMA, C.M.; MENDES, A.A.; SANFELICE, C.; CANIZARES, M.C.; ROÇA, R.O.; TAKAHASHI, S.E.; RODRIGUES, L.; CANIZARES, G.I.L.; PAZ,

I.C.L.A.; CARDOSO, K.F.G. Qualidade físico-química e sensorial da carne de peito de matrizes pesadas de descarte. **Ciência Rural**, 2010.

LEE, H. F.; LIN, L. C. Studies on the general composition and characteristics of meat quality of the Taiwan country chicken and broiler. **Journal of Food Science**, v. 20, p. 103-111, 1993.

LIMA, A.M.C. **Avaliação de dois sistemas de produção de frango de corte: uma visão multidisciplinar**. Universidade Estadual de Campinas, 2005, 122p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola)- Universidade Estadual de Campinas, 2005.

MADEIRA, L.A. **Sistemas de criação e linhagens de frangos de corte: desempenho, rendimento, qualidade de carne e perfil de miosinas de cadeia pesada no músculo esquelético**. Botucatu: Universidade Estadual Paulista, 2008, 85p. Tese (Doutorado em Zootecnia)- Universidade Estadual Paulista, 2008.

McCORMICK, R. J. Extracellular modifications to muscle collagen: Implications for meat quality. **Poultry Science**. v. 78, p.785–791, 1999.

MELLO, J.L.M.; BORBA, H.; VIEIRA, L.D.C.; RODRIGUES, A.B.B.; ALVA, J.C.R.; GIAMPIETRO-GANECO, A. Relação entre maciez e concentração de colágeno do músculo *Pectoralis major* em frangos de corte convencionais e do tipo caipira. **Revista Científica de Produção Animal**, v. 14, n. 2, p. 181-183, 2012.

MIKULSKI, D.; CELEJ, J.; JANKOWSKI, J.; MAJEWSKA, T.; MIKULSKA, M. Growth performance, carcass traits and meat quality of slower-growing and fast-growing chickens raised with and without outdoor access. **Asian-Australasian Journal Animal Science**, v.24, n.10, p.1407-1416, 2011.

MOORI, R.G.; SATO, G.S., CARBONE, G.T. Um estudo sobre a propensão de compra do frango caipira. **Fapex Pesquisa**, v. 10, n.1, 2007.

MORETTI, L.; LIMA-FILHO, D.O.; TREDEZINI, C.A.O. Informação imperfeita no mercado de carne de frango. **Revista Eletrônica de Administração**, v. 14, n. 1, p. 111-133, 2008.

MOURA, E.C.; SONATI, J.G. Perfil lipídico de dietas e sua relação com os níveis de colesterolemia em escolares de uma escola pública de Campinas-SP. **Revista Nutrição**, v.11, n. 1, p.69-75, 1998.

NANTON, D.A.; VEGUSDAL, A.; BENCZE RØRA°, A.M.; RUYTER, B.; BAEVERFJORD, B.; TORSTENSEN, B.E. Muscle lipid storage pattern, composition, and adipocyte distribution in different parts of Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed fish oil and vegetable oil. **Aquaculture**, v.265, p.230–243, 2007.

OLIVEIRA, R.P.; SANTOS, E.T.; SGAVIOLI, S.; GARCIA, R.G.; BARALDI-ARTONI, S.M. & FARIA, D.E. Níveis de vitamina D sobre o desempenho e desenvolvimento ósseo de linhagens de frangos de corte. **Ars Veterinaria**, v. 31, n. 1, p. 01-06, 2015.

PRESTES, R.C. Colágeno e seus derivados: características e aplicações em produtos cárneos. **Journal of Health Science**, v. 15, n. 1, p. 65-74, 2013.

RAMOS, E. M., & DE MIRANDA GOMIDE, L. A. **Avaliação da qualidade de carnes: fundamento e metodologias**. UFV, 2012.

RIZZI, C., MARANGON, A., CHIERICATO, G. M., 2007: Effect of genotype on slaughtering performance and meat physical and sensory characteristics of organic laying hens. **Poultry Science**, v. 86, p. 128-135, 2007.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C. ; OLIVEIRA, R.F. ; LOPES, D.C. ; FERREIRA, A.S. ; BARRETO, S.L.T. **Tabelas brasileiras para suínos e aves: Composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3 ed. Viçosa: UFV, 2011. 186p.

SALDANHA, T.; MAZALLI, M.R.; BRAGAGNOLO, N. Avaliação comparativa entre dois métodos para determinação do colesterol em carnes e leite. **Ciência Tecnologia de Alimentos**, v. 24, n. 1, p. 109-113, 2004.

SANTOS, A.L.; SAKOMURA, N.K.; FREITAS, E.R.; FORTES, C.M.L.S.; CARRILHO, E.N.V.M.; FERNANDES, J.B.K. Estudo do crescimento, desempenho, rendimento de carcaça e qualidade de carne de três linhagens de frango de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.34, n.5, p.1589-1598, 2005.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análises de alimentos** (métodos químicos e biológicos). 3.ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2002. 235p.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEMS. **SAS User's Guide: Statistics**. Version 9.1. Cary, NC: SAS Institute. 2009.

TAKAHASHI, S.E.; MENDES, A.A.; SALDANHA, E.S.P.B., PIZZOLANTE, C.C., PELICIA, K.; GARCIA, R.G.; PAZ, I.C.L.A.; QUINTEIRO, R.R. Efeito do sistema de criação sobre o desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte tipo colonial. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.58, n.4, p.624-632, 2006.

USDA. 2012. United States Department of Agriculture. Livestock and Poultry: World Markets and Trade. [http://www.fas.usda.gov/psdonline/circulars/livestock\\_poultry.pdf](http://www.fas.usda.gov/psdonline/circulars/livestock_poultry.pdf). Acesso em novembro, 2016.

VIEIRA, S.L.; OLMOS, A.R.; BERRES, J.; FREITAS, D.M.; CONEGLIAN, J.L.B.; PEÑA, J.E.M. Respostas de frangos de corte fêmeas de duas linhagens

a dietas com diferentes perfis protéicos ideais. **Ciência Rural**, v. 37, n. 6, p.1753-1759, 2007.

ZANUSSO, J.T.; DIONELLO, N.J.L. Produção avícola alternativa – Análise dos fatores qualitativos da carne de frango de corte tipo caipira. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.9, n3, p.191-194, 2003.

ZAR, J. H. **Biostatistical analysis**. 5 ed. New Jersey: Pearson Prentice Hall, 2010. 944p.

ZEREHDARAN, S., VEREIJKEN, A. L., VAN ARENDONK, J. A., VAN DER WAAIJT, E. H. Estimation of genetic parameters for fat deposition and carcass traits in broilers. **Poultry Science**, v. 83, p. 521-525, 2004.