

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

**QUALIDADE DA CARNE DE FRANGOS DE CORTE DE
CRESCIMENTO LENTO SUBMETIDOS A DIFERENTES DIETAS
E IDADES DE ABATE**

Luanna Lopes Paiva Copat

**CAMPO GRANDE, MS
2020**

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

**QUALIDADE DA CARNE DE FRANGOS DE CORTE DE
CRESCIMENTO LENTO SUBMETIDOS A DIFERENTES DIETAS
E IDADES DE ABATE**

Meat quality of slow-growing broilers submitted to different diets
and slaughter ages

Luanna Lopes Paiva Copat

Orientadora: Dr^a. Karina Márcia Ribeiro de Souza Nascimento

Coorientador: Dr. Charles Kiefer

Coorientadora: Dr^a. Marina de Nadai Bonin Gomes

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

Área de concentração: Produção Animal.

CAMPO GRANDE, MS

2020

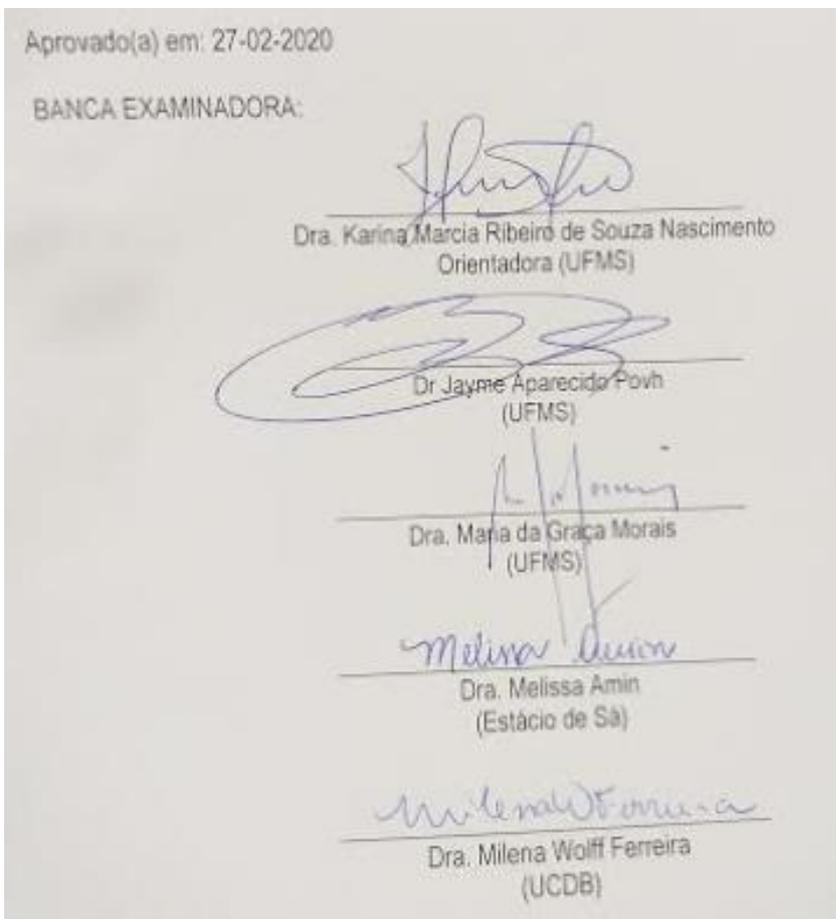
Certificado de aprovação

LUANNA LOPES PAIVA COPAT

QUALIDADE DA CARNE DE FRANGOS DE CORTE DE CRESCIMENTO LENTO
SUBMETIDOS A DIFERENTES DIETAS E IDADES DE ABATE

Meat quality of slow-growing broilers submitted to different diets
and slaughter ages

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



DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais, por minha educação, incentivo nos estudos, compreensão e por tudo que fizeram por mim.

Ao meu esposo por me apoiar, acreditar no meu potencial e estar sempre ao meu lado para a realização de mais um sonho em minha vida profissional.

Com todo amor e carinho,

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela minha vida e por todas as oportunidades concedidas.

À Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FAMEZ) pela oportunidade e pela qualidade dos cursos oferecidos.

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

Ao programa de Pós-graduação em Ciência Animal pela oportunidade da realização do meu sonho para obtenção do título de Doutor em Ciência Animal.

À minha orientadora Prof. Dra. Karina Márcia Ribeiro de Souza Nascimento pela grande contribuição para a minha vida profissional e pessoal, pela orientação desde a graduação até aqui, pela amizade, conversas e conselhos, pela paciência e por compartilhar do amor pela avicultura.

Ao Prof. Dr. Charles Kiefer e a Prof. Dra. Marina de Nadai Bonin Gomes pela coorientação e contribuição para a realização deste trabalho, por todo conhecimento compartilhado e conversas produtivas.

Aos Professores Dr. Luís Carlos Vinha Ítavo, Dr. Fernando de Almeida Borges, Dr. Jayme Aparecido Povh, Dr. Gumercindo Loriano Franco, Dra. Maria da Graça Morais, Dra. Marjorie Toledo Duarte e Dra. Marina de Nadai Bonin Gomes por disponibilizarem os laboratórios e equipamentos para realização das análises.

Aos Professores do programa de Pós-Graduação, grandes mestres, por compartilharem seus conhecimentos e disposição sempre que precisei.

Aos colegas do LECA, Thiago Rodrigues, Henrique Barbosa, Natália Chaves, Maurício Rosa, Larissa Silva, Violeta Macie, Bruna de Sá, Luana Cristine, Gabriela Aquino, Andressa, Lidiane e todos os estagiários que foram fundamentais para execução do experimento e obtenção dos resultados, pelos bons momentos juntos, por estarem sempre disponíveis e pela amizade criada.

Ao Secretário da Pós-Graduação em Ciência Animal, Ricardo Oliveira e aos técnicos dos laboratórios Adriana, Aline Inada, Lucimara Modesto, Samara Miyaki e Diego, pela paciência, auxílio nas execuções das análises laboratoriais e pelas boas conversas.

Agradeço as minhas irmãs Mayara e Leandra por acreditarem em mim e estarem ao meu lado em todos os momentos.

Aos meus amigos e familiares por todo apoio e incentivo ao longo da vida e compreenderem os momentos da minha ausência.

Enfim, a todos que direta ou indiretamente me acompanharam, ajudaram, incentivaram e contribuíram para a concretização desta etapa tão importante em minha vida. O meu mais profundo e sincero agradecimento.

“O período de maior ganho em conhecimento e experiência é o período mais difícil da vida de alguém”. DALAI LAMA

RESUMO

COPAT, L. L. P. **Qualidade da carne de frangos de corte de crescimento lento submetidos a diferentes dietas e idades de abate**. 2020. 88f. Tese (Doutorado)-Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2020.

Frangos de corte de crescimento lento quando abatidos mais tardiamente podem apresentar menor maciez e maiores teores de gordura na carne. Adequação da dieta pode ser uma alternativa para contornar a piora da qualidade da carne de frangos abatidos tardiamente. Este estudo foi realizado com o objetivo de avaliar a qualidade da carne de frangos de corte de crescimento lento, submetidos a dietas com diferentes formulações e idades de abate. Foram utilizados 600 pintainhos machos e fêmeas, com um dia de idade, da linhagem pescoço pelado branco. Os frangos foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x3, duas dietas (dieta formulada com aminoácido industrial e dieta utilizando núcleo comercial) e três idades de abate (56, 70 e 84 dias), com cinco repetições de 20 aves cada. O período experimental foi de 84 dias. Os abates ocorreram aos 56, 70 e 84 dias. Foram abatidas 20 aves por período e selecionadas pelo peso médio da repetição para coletas de amostras de peito, coxa e sobrecoxa. Do total de aves abatidas 10 foram utilizadas para as análises de composição centesimal, índice de fragmentação miofibrilar, colesterol, colágeno total e solúvel, e 10 aves para as análises de pH 24 horas *post mortem*, cor (L^* , a^* e b^*) perda por cocção e força de cisalhamento. Houve interação entre a dieta e idade de abate para o índice de fragmentação miofibrilar da carne de peito e força de cisalhamento da carne de sobrecoxa. Sendo maior o índice fragmentação miofibrilar em carne de peito de frangos alimentados com dieta contendo núcleo comercial e abatidos aos 70 e 84 dias de idade. Aos 56 dias a dieta contendo núcleo comercial proporcionou a menor força de cisalhamento na carne de sobrecoxa. Frangos abatidos aos 56 dias de idade apresentam carne dos cortes com maior teor de umidade e proteína e menor de gordura. O teor de cinzas foi maior na carne da coxa de frangos abatidos aos 56 dias e alimentados com dieta contendo núcleo comercial. No entanto, o teor de cinzas na carne da sobrecoxa foi influenciado apenas pela idade de abate, sendo maior aos 84 dias. Os maiores valores de pH observados, foram no peito de frangos abatidos aos 84 dias de idade e em peito de frangos alimentados com dieta contendo núcleo comercial. Frangos abatidos aos 84 dias tiveram menor valor de L^* e maior de a^* na carne de sobrecoxa, indicando carne mais escura e vermelha. Aves abatidas aos 56 dias de idade apresentam cortes com coloração mais clara e com maior textura. Desta forma, seguindo a preferência dos consumidores por carnes mais escuras em linhagens de crescimento lento, independente da dieta, recomenda-se o abate aos 84 dias de idade para frangos de corte de crescimento lento, a fim de se obter um melhor aspecto visual da carne e textura mais firme para esse nicho de consumidores.

Palavras-chave: composição centesimal, cortes comerciais, colágeno, colesterol, IFM.

COPAT, L. L. P. Meat quality of slow-growing broilers submitted to different diets and slaughter ages. 2020. 88f. Thesis (Doctorate) - Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science, Federal University of Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2020.

Abstract: Slow-growing broilers when slaughtered later may have less tenderness and higher fat content in the meat. Adequacy of the diet can be an alternative to overcome the deterioration in the quality of meat from chickens slaughtered late. This study was carried out with the objective of evaluating the quality of the meat of slow growing broilers, submitted to diets with different formulations and slaughter ages. 600 male and female chicks, one day old, of the white peeled neck strain were used. The chickens were distributed in a completely randomized design, in a 2x3 factorial scheme, two diets (diet formulated with industrial amino acid and diet using commercial nucleus) and three slaughter ages (56, 70 and 84 days), with five replications of 20 birds each. The experimental period was 84 days. Slaughtering took place at 56, 70 and 84 days. Twenty birds were slaughtered per period and selected by the average repetition weight for collections of breast, thigh and drumstick samples. Out of the total number of slaughtered birds, 10 were used for analyzes of proximate composition, myofibrillar fragmentation index, cholesterol, total and soluble collagen, and 10 birds for analyzes of pH 24 hours post mortem, color (L *, a * and *) cooking loss and shear force. There was an interaction between diet and slaughter age for the myofibrillar fragmentation index of the breast meat and shear strength of the drumstick meat. The rate of myofibrillar fragmentation in breast meat of chickens fed with a diet containing commercial nucleus and slaughtered at 70 and 84 days of age was higher. At 56 days, the diet containing commercial core provided the lowest shear force in the drumstick meat. Chickens slaughtered at 56 days of age present meat from the cuts with a higher moisture and protein content and less fat. The ash content was higher in the thigh meat of chickens slaughtered at 56 days and fed with a diet containing commercial nucleus. However, the ash content in the meat of the drumstick was influenced only by the age of slaughter, being higher at 84 days. The highest pH values observed were in broiler chicks slaughtered at 84 days of age and in broiler chicks fed a diet containing commercial nucleus. Chickens slaughtered at 84 days of age had a lower L * value and a higher A * in drumstick meat, indicating darker and red meat. Birds slaughtered at 56 days of age present cuts with a lighter color and greater texture. Thus, following the preference of consumers for darker meat in slow-growing lines, regardless of diet, slaughter at 84 days of age is recommended for slow-growing broilers in order to obtain a better visual aspect of the meat and firmer texture for this consumer niche.

Keywords: cholesterol, collagen, commercial cuts, MFI, proximate composition

Lista de ilustrações

Figura 1	Componentes do músculo estriado esquelético.....	17
Figura 2	Estrutura do colágeno.....	24

Lista de tabelas

Tabela 1	Composição e valores calculados das dietas experimentais.....	39
Tabela 2	Composição centesimal e colesterol da carne de peito.....	41
Tabela 3	Composição centesimal e colesterol da carne de coxa.....	42
Tabela 4	Composição centesimal e colesterol da carne de sobrecoxa.....	43
Tabela 5	Resultados de pH , cor e perda por cocção da carne de peito.....	44
Tabela 6	Resultados de pH , cor e perda por cocção da carne de coxa.....	45
Tabela 7	Resultados de pH , cor e perda por cocção da carne de sobrecoxa.....	46
Tabela 8	Composição e valores calculados das dietas experimentais.....	64
Tabela 9	Resultados de força de cisalhamento, índice de fragmentação miofibrilar, colágeno total e frações da carne do peito	66
Tabela 10	Resultados de força de cisalhamento, índice de fragmentação miofibrilar, colágeno total e frações da carne da coxa.....	67
Tabela 11	Resultados de força de cisalhamento, índice de fragmentação miofibrilar, colágeno total e frações da carne da sobrecoxa.....	68

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 Cadeia produtiva de frango de corte.....	14
1.2 Frango de crescimento lento	16
1.3 Formação das fibras e desenvolvimento dos tecidos.....	17
1.4 Transformação do músculo em carne.....	20
1.5 Atributos de qualidade da carne	20
1.5.1 pH.....	20
1.5.2 Cor.....	22
1.5.3 Maciez	23
1.5.4 Colágeno	24
1.5.5 Índice de Fragmentação Miofibrilar – IFM.....	27
1.6 Colesterol	28
REFERÊNCIAS	30
Composição centesimal e características de qualidade da carne de frangos de corte de crescimento lento submetidos a diferentes dietas e idades de abate	36
RESUMO:	36
INTRODUÇÃO	38
MATERIAL E MÉTODOS	39
RESULTADOS.....	42
DISCUSSÃO.....	47
CONCLUSÃO	54
REFERÊNCIAS	55
Maciez da carne de frangos de corte de crescimento lento submetidos a diferentes dietas e idades de abate	59
RESUMO:	59
INTRODUÇÃO	61
MATERIAL E MÉTODOS	63
RESULTADOS.....	65
DISCUSSÃO.....	68
CONCLUSÃO	73
REFERÊNCIAS	73
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	76
APÊNDICE 1	77

1 INTRODUÇÃO

Para acompanhar as constantes mudanças ocorridas no mercado, a indústria avícola passou a selecionar os animais não somente para taxa de crescimento, mas também para características de qualidade relacionadas à carne (Park et al., 2002). Este cenário têm impulsionado pesquisas visando atender as exigências altamente competitivas dos mercados produtivo, industrial e consumidor (Gaya & Ferraz, 2006; Cruz et al., 2018).

Vários são os fatores influenciadores da qualidade da carne e podem ser controlados nas diversas etapas de sua produção. Os fatores podem ser a idade, sexo, genética, estado fisiológico, alimentação ou extrínsecos ao animal (condições sanitárias e ambientais, manejo, transporte, práticas de pré-abate, abate, post-mortem e o processamento da carne) (Melo et al., 2015).

A utilização de níveis nutricionais adequados melhora a qualidade da carcaça e da carne, ao passo que frangos alimentados com dietas com deficiências nutricionais não conseguem expressar seu real potencial de crescimento, além de provocar prejuízos nos parâmetros físico-químicos da carne (Almeida et al., 2002). Assim, é possível controlar a taxa de crescimento e desenvolvimento de diferentes tecidos e partes do corpo, alterando o nível nutricional da dieta em momentos específicos (Gomide et al., 2013).

Dietas formuladas à base de milho, farelo de soja e aminoácidos industriais possuem vantagens em relação à utilização de uma mistura comercial, os núcleos, quando leva se em consideração um atendimento correto das exigências nutricionais dos animais, pois dietas formuladas com núcleo comercial podem sub ou superestimar as exigências dos frangos.

Para linhagens de crescimento lento poucos estudos foram realizados e existe deficiência de informações com relação às exigências desses animais, fato é que as dietas são formuladas utilizando recomendações para linhagens comerciais (Dilelis et al., 2019).

Aves de crescimento lento possuem diferença na taxa de crescimento e no percentual dos tecidos quando comparada à linhagens de crescimento rápido (Gordon & Charles, 2002). Sendo assim é de suma importância o conhecimento do desenvolvimento muscular desses animais a fim de definir a idade ideal de abate, uma vez que a fase de maior deposição muscular seja identificada, pois a partir desse ponto,

toda a ingestão de energia pelo animal levará a maior deposição de gordura do que de músculo (Gomide et al., 2013), podendo desvalorizar o produto.

Por serem linhagens que não sofreram melhoramento genético intenso para desenvolvimento muscular, e por estarem em idade mais próxima a maturidade sexual (Madeira et al., 2006), apresentam sabor mais pronunciado, carne mais avermelhada e firme, devido ao aumento no número de ligações cruzadas nas moléculas de tropocolágeno do colágeno conferindo maior estabilidade a esta molécula tornando a carne menos macia com o avançar da idade do animal (Melo et al., 2015). Características organolépticas estas que os consumidores de carne de linhagens de crescimento lento buscam encontrar.

O estudo foi realizado com objetivo de avaliar a qualidade da carne de frangos de corte de crescimento lento, submetidos a dietas com diferentes formulações e idades de abate.

1.1 Cadeia produtiva de frango de corte

A avicultura tem colocado o Brasil em destaque mundial na produção de carnes, que segundo Schmidt & Silva (2018) isso é devido principalmente a organização do setor, uso de tecnologia e capacidade gerencial do setor. Os autores destacam que os avanços da pesquisa no desenvolvimento de novas tecnologias no setor da avicultura converteram o Brasil em um dos maiores produtores e exportadores de carne de frango mundiais (Schmidt & Silva, 2018).

Em 2017, a produção brasileira de carne de frango foi de 13,5 milhões de toneladas, mantendo o país na posição de maior exportador mundial e de segundo maior produtor de carne de frango, atrás apenas dos estados Unidos (ABPA, 2018). Do total produzido no país em 2017, 66,9% foram destinados ao consumo interno e 33,1%, para exportação. O consumo per capita em 2017 foi de 42,07 kg/ano e o volume total de exportação foi de 4,3 milhões de toneladas exportadas para mais de 150 países (ABPA, 2018).

O setor avícola industrial emprega mais de 5 milhões de pessoas, direta e indiretamente, e segundo dados da ABPA (2018) o setor responde por quase 1,5% do Produto Interno Bruto (PIB) nacional. Estes resultados ressaltam a importância da avicultura para a produção do país, sendo o setor representado por milhares de

produtores integrados, centenas de empresas beneficiadoras e dezenas de empresas exportadoras (ABPA, 2018).

Na produção animal as aves de linhagens de crescimento rápido são criadas em sistemas intensivos de produção com idade de abate de aproximadamente 42 dias (Martinelli & Souza, 2005). Esse sistema facilitou a adoção de inovações na criação, com mudanças genéticas, maior controle sanitário, desenvolvimento da nutrição, manejo e ambiência (Mendes & Komiyama, 2011).

A integração destaca-se por ser o principal responsável pelo crescimento e dinamismo do segmento avícola, permite melhor fluxo de produção na indústria englobando as etapas de processamento da carne e promovendo melhores ganhos na economia do setor avícola (Franco et al., 2009).

O maior investimento necessário na produção de frangos da linhagem comercial, fez com que a criação ficasse restrita a produtores com alta capacidade de investimento (Figueiredo et al., 2001) o que para os pequenos produtores ficou a opção de apostas em nichos de mercado, como o que demanda produtos oriundos de sistemas alternativos (Figueiredo et al., 2001; Zanusso & Dionello, 2003; Sales, 2005).

Esse nicho é constituído de consumidores preocupados com a composição nutricional dos alimentos (carnes com baixo teor de lipídeos e colesterol), com seus possíveis efeitos na saúde humana e com o impacto da produção agropecuária sobre o meio ambiente e o bem-estar social. A busca por alimentos saudáveis tem promovido o retomo de antigos hábitos alimentares, como preferência por carne e ovos de aves criadas em sistemas alternativos (Albino et al., 2002; Crabone et al., 2005).

O crescimento da avicultura alternativa tem sido evidente ao longo dos anos, no entanto, o manejo utilizado ainda é bastante empírico, principalmente devido à ausência de informações técnicas sobre o desempenho, o rendimento e a qualidade da carcaça das diferentes linhagens existentes no mercado (Albino et al., 2002). Outro fator limitante para avicultura familiar é que esta é praticada em pequena escala produtiva, geralmente composta por produtores independentes.

A aquisição de insumos, têm sido considerada um dos maiores problemas de viabilização da atividade, pois a capacidade de negociação isolada de cada produtor termina por anular as vantagens de escala de mercado existentes numa condição de negociação coletiva (Crabone et al., 2005; Botelho Filho, 2006).

1.2 Frango de crescimento lento

Aves de crescimento lento apresentam curvas e taxas de crescimento diferentes das linhagens comerciais de corte (Santos et al., 2005; Morais et al., 2015). Para otimizar a produção de carne o conhecimento da curva de crescimento das diferentes linhagens de frango pode auxiliar na adoção de práticas de manejo que resultará em maior produção de carne, priorizando as necessidades nutricionais em cada fase de crescimento, estabelecendo programas alimentares específicos e idade ótima de abate (Braccini neto, 1993).

A idade no ponto de inflexão é por volta dos 35 dias de idade para frangos com alta taxa de crescimento (linhagens comerciais) segundo Marcato et al., 2009. Entretanto para Gordon & Charles (2002), linhagens de crescimento lento a idade no ponto de inflexão ocorre por volta da oitava semana (70 dias) ocorrendo após esse momento redução na deposição de proteína (Gordon & Charles, 2002).

Por apresentarem menor taxa de desenvolvimento, as exigências energéticas diferem das exigências dos frangos convencionais (Mendonça et al., 2007). Portanto, é possível que essas linhagens aproveitem os nutrientes dos alimentos de maneira diferente das aves de crescimento rápido (Santos et al., 2014). Neste contexto, é imprescindível conhecer o crescimento de cada linhagem para estabelecer programas nutricionais adequados que atendam as exigências nutricionais (Pinheiro et al., 2014).

Devido ao pequeno número de estudos disponíveis, as dietas para frangos de crescimento lento são geralmente calculadas usando valores energéticos dos ingredientes obtidos para frangos de crescimento rápido, o que pode resultar em conversão alimentar pobre e maior acúmulo de gordura abdominal (Dilelis et al., 2019), fato este que desvaloriza o produto pelo consumidor.

Estudos demonstram interferência do sistema de criação ao qual as aves são criadas como fatores influenciadores nas características organolépticas da carne, além da linhagem utilizada, sexo, idade de abate e alimentação (Souza et al., 2012). Esses aspectos contribuem para as diferenças de textura, sabor, quantidade de gordura abdominal, pH, capacidade de retenção de água e cor (Souza et al., 2012; Morais et al., 2015).

Linhagens de crescimento lento quando criadas no sistema semi-intensivo, ou seja, com acesso à área de pastagem, apresentam atributos sensoriais diferenciados na qualidade da carne, com maior textura e coloração da pele mais acentuada, justificando sua preferência pelos consumidores (Santos et al., 2005; Pinheiro et al., 2014; Morais et

al., 2015). Além disso, alguns consumidores justificam sua preferência pela carne de frango que foram criadas neste sistema, por acreditarem ser mais natural e sem antibióticos (Aguiar, 2006).

Em análise sensorial da carne realizada com consumidores, relataram ser capazes de identificar a carne das aves que tiveram acesso à pastagem quando comparadas às que não tiveram (Ponte et al., 2008).

Frangos de linhagem de crescimento lento quando criados de forma intensiva, podem apresentar diferenças quanto à textura, sabor e pH, quando comparadas a linhagens comerciais, devido a maior idade de abate, em média 85 dias (Carvalho et al., 2013). Essas diferenças estão relacionadas à maturidade sexual, ao potencial de crescimento e ao desenvolvimento muscular (Faria et al., 2009).

As principais linhagens recomendadas para sistemas alternativos utilizadas no Brasil são oriundas de material genético importado da França. Essas linhagens possuem maior adaptabilidade ao clima tropical, e fazem referência ao tipo de produção avícola francês o qual é o mais desenvolvido nesse aspecto (Zanusso & Dionello, 2003). A linhagem Redbro Cou Nu: Vermelho de Pescoço Pelado é conhecida no Brasil como Label Rouge. As aves dessa linhagem são rústicas, de crescimento lento e aptidão para produção de carne, apresentando pele fina de cor amarela e bico e patas de cor amarela forte (Souza et al., 2012).

Aves de pescoço pelado apresentam melhores mecanismos de dissipação do calor, favorecendo a manutenção do conforto térmico no verão (Fonseca et al., 2010). Para o clima brasileiro o frango caipira pescoço pelado é o que melhor se adapta ao clima brasileiro e apresenta um bom desempenho (Silva et al. 2003).

1.3 Formação das fibras e desenvolvimento dos tecidos

É no período embrionário que inicia o desenvolvimento do tecido muscular esquelético, ocorrendo à diferenciação e migração das células precursoras de fibras musculares determinando o local de desenvolvimento dos músculos e também o número total de miofibrilas do animal (Vieira et al., 2017). Após o nascimento ocorre apenas aumento no tamanho/ comprimento e volume das fibras musculares já existentes (Madeira et al., 2006).

O músculo esquelético é formado por feixes de células muito longas, cilíndricas e multinucleadas, possuindo diâmetro que variam de 10 a 100µm, chamadas fibras

musculares esqueléticas (Madeira et al., 2006). As miofibrilas organizam-se em feixes musculares, compostos por 50 a 300 fibras justapostas, envoltos por uma camada de tecido conjuntivo denominada de perímísio (Vieira et al., 2017). Dentro de cada feixe muscular, as fibras são separadas por um envoltório de tecido conjuntivo, o endomísio e envolvendo todos os feixes que compõem o músculo, uma fina membrana, o epimísio (Figura 1).

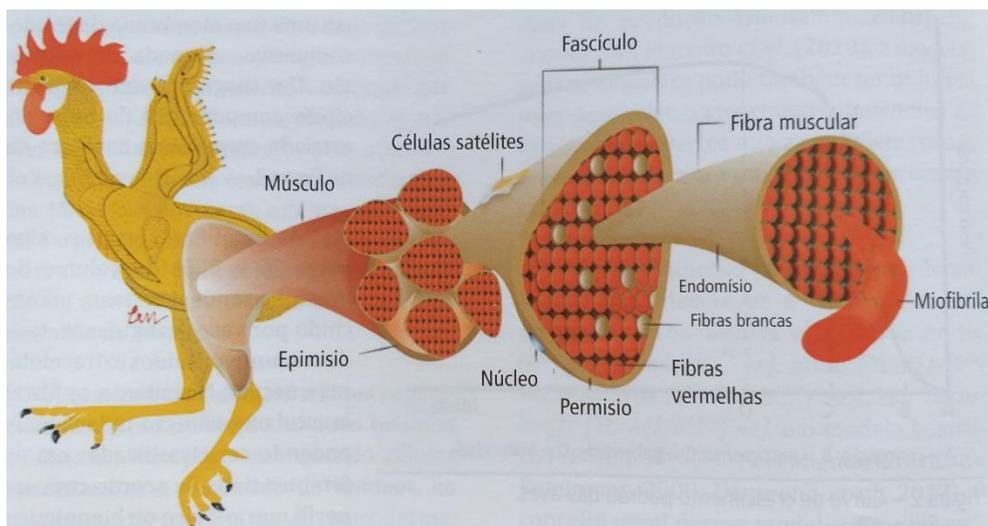


Figura 1- Componentes do músculo estriado esquelético (Fonte: Vieira et al. 2017)

Considera-se que o animal está em crescimento quando há aumento na taxa de proteína corporal, não considerando 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).

O crescimento dos diferentes tecidos ocorre inicialmente no tecido nervoso seguido do ósseo, muscular e adiposo (Gomide et al., 2013). Portanto, o destino dos nutrientes direcionados para o corpo do animal irá respeitar essa sequência, sendo necessário conhecer o peso ou idade em que a taxa de crescimento muscular diminui para definir a idade ideal de abate (Braccini neto, 1993; Sakomura & Rostagno, 2007). Pois quando a maioria dos nutrientes é direcionada para o tecido adiposo este tem um custo energético mais elevado e seu excesso pode acarretar na desvalorização do produto comercializado (Marcato et al., 2009).

A complexidade do tecido muscular esquelético fica evidente ao se observar a diversidade dos tipos de fibras musculares existentes, estando em contínua transformação desde a fase de desenvolvimento embrionário. A variação na distribuição

espacial e na participação de cada tipo de fibra na composição do músculo é o que explica de forma geral as diferenças morfológicas e metabólicas observadas entre os diversos músculos do organismo (Vieira et al., 2017).

As fibras musculares esqueléticas 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 e tem contração rápida (Gonzales & Sartori, 2002; Vieira et al., 2017;).

As fibras vermelhas são ricas em enzimas oxidativas, usam a gordura como substrato energético possuem pequena área, numerosas mitocôndrias, pigmento mioglobina e tem contração lenta. 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 (Gonzales & Sartori, 2002; Vieira et al., 2017).

A seleção dos animais para altas taxas de crescimento podem alterar as características das fibras musculares. De acordo com Remignon et al. (1995) aves selecionadas para alta taxa de crescimento tendem a possuir fibras musculares maiores e em maior número do que aves não selecionadas, cerca de 25% a mais de fibras brancas, do que em linhagens de crescimento lento.

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 proteica, influenciando o crescimento do tecido muscular, sendo a dieta um importante fator a se considerar (Gonzales & Sartori, 2002).

A idade de abate mais tardia, proporciona maior deposição de gordura intramuscular a linhagens de crescimento lento (Zanusso et al., 2003), por serem mais velhos estando mais próximos da maturidade sexual (Santos et al., 2014). Sendo admitido que os lipídios, mais particularmente os fosfolipídios sejam os principais responsáveis pela percepção do sabor e também por aumentarem a suculência da carne, por esta razão, animais mais velhos tem melhor aceitação em testes organolépticos (Mottram & Edwards, 1983).

Animais de crescimento lento apresentam atividade física mais prolongada por serem abatidas mais tardiamente em relação às de crescimento rápido. Isto promove maior hipertrofia muscular e conseqüentemente maior desenvolvimento muscular nas aves de crescimento lento (Madeira et al., 2006).

1.4 Transformação do músculo em carne

A conversão do músculo em carne envolve uma série de alterações *post mortem*, provenientes de transformações bioquímicas e físicas, como resultado dos processos de abate do animal que se iniciam com a sangria (Gomide et al., 2013).

Em poucos minutos após a sangria ocorre à morte do animal, entretanto suas células continuam a metabolizar e a responder por horas após o fim da respiração. Durante este período, as células musculares continuam a utilizar a respiração aeróbica para produzir e consumir ATP (adenosina trifosfato) (Sams, 1999). Quando ocorre o esgotamento do oxigênio presente na célula, esta passa a depender apenas do metabolismo anaeróbico (glicólise) para o atendimento de suas necessidades de ATP (Lawrie, 1991), utilizando como fonte de energia as reservas de glicogênio muscular (Vieira, 1999). E o músculo mantém a capacidade de contrair e relaxar (Vieira, 1999). O glicogênio então é convertido em ácido láctico, produto final do metabolismo anaeróbico, que se acumula devido à falta de fluxo sanguíneo para removê-lo, inibindo a glicólise e a produção de ATP cessa (Sams, 1999).

O músculo passa, então, a perder a capacidade de relaxamento, ficando em permanente contração entre actina e miosina (complexo actomiosina), no que se chama de *rigor mortis* propriamente dito, até que outros processos enzimáticos sejam iniciados.

Em frangos, a instalação do *rigor mortis* leva em média 1 hora, entretanto a velocidade de queda de pH pode variar entre linhagens e indivíduos (Dransfield & Sosnicki, 1999). Geralmente, valores de pH aferidos em 15 minutos após o abate variam de 6,2 a 6,6 em aves (Dransfield & Sosnicki, 1999).

Após a instalação do rigor mortis, ocorre à degradação de proteínas responsáveis pela estrutura miofibrilar por um sistema enzimático proteolítico dependente de cálcio, composto pela enzima calpaína e seu inibidor calpastatina, liberando a tensão muscular e levando ao aumento da maciez da carne (Vieira, 1999).

1.5 Atributos de qualidade da carne

1.5.1 pH

O pH é o mais importante dentre os fatores determinantes da qualidade da carne, ele está relacionado com processos bioquímicos de transformação do músculo em carne. O pH final é determinado utilizando um eletrodo de penetração, 24 horas *post mortem* inserido no músculo do animal a ser avaliado (Mendes & Komiyama, 2011).

Para carne de peito de frangos o pH final varia de 5,70 a 5,96 (Mendes & Komiyama, 2011). Valores inferiores de pH podem estar correlacionados com a coloração pálida e menor capacidade de retenção de água da carne de peito (Mendes & Komiyama) isso ocorre devido a formação do ácido lático e consequente queda de pH *post mortem* enquanto a temperatura da carcaça ainda está alta, provocando desnaturação das proteínas musculares (Molette et al., 2003).

Animais submetidos a condições estressantes, liberam maior quantidade de cálcio de forma desordenada, devido ao metabolismo acelerado, provocando um aumento na temperatura corporal (Roque-Specht et al., 2009). Com o objetivo de manter a temperatura interna corporal, as aves ativam processos metabólicos responsáveis por compensações fisiológicas, estes ajustes consomem nutrientes, ao invés de utilizá-lo para síntese de novas moléculas. Desta forma, essas reações associadas a alta temperatura corporal após o abate, causam desnaturação e perda da solubilidade das proteínas musculares

O declínio de pH altera a composição celular e extracelular das fibras musculares, resultando em redução dos grupos reativos disponíveis para reter água nas proteínas, relacionando com a textura e maciez da carne (Melo et al., 2015).

A capacidade de retenção de água influencia no aspecto, palatabilidade e está diretamente relacionada às perdas de água antes e durante o cozimento (Mendes et al., 2003). Tanto para indústria quanto para os consumidores, a perda excessiva de água não é desejável, pois provocam mudanças nas características sensoriais da carne, como textura, maciez, coloração e a suculência tornando-a menos atrativa para o consumidor. Para a indústria as perdas de peso, palatabilidade e valor nutritivo constituem problemas graves no que diz respeito ao rendimento e a qualidade dos produtos pós- processados (Roque-Specht et al., 2009).

Em estudos realizados por Roque-Specht et al. (2009), observaram maior perda de água, consequentemente maior perda de peso em carne de peito em pH entre 5,2 e 5,54, e menores perdas em pH 6,0 ambas submetidas ao cozimento. Comportamento decorrente da hidrólise das proteínas miofibrilares que, em situações de aquecimento e pH ácido promove a desnaturação proteica e perda das propriedades funcionais da carne, diminuindo a capacidade de retenção de água.

O estresse devido as altas temperaturas e densidades de criação podem acarretar em maiores danos na qualidade da carne, interferindo na capacidade de retenção de água. Em trabalho realizado por Bressan (1998), observou maior perda de peso por

cozimento em peito de aves mantidas em ambientes com temperatura de 30°C, com média de 28,7% quando comparado aos de aves submetidas a ambientes de conforto térmico (17°C), com média de 27,2%.

O estresse causado pelo tempo de jejum alimentar no qual os frangos são submetidos antes do abate pode influenciar na disponibilidade de glicogênio *post mortem*, que será metabolizado no músculo. A extensão de acidificação muscular influencia no pH final, conseqüentemente influenciando na luminosidade e cor da carne, e na sua capacidade de retenção de água, na perda de peso por cozimento e na força de cisalhamento (Sterten et al., 2009).

Almejando-se a produção de carne com qualidade, Komiyama et al. (2008) recomendaram o tempo de jejum alimentar de pelo menos oito horas, sendo este, sugerido como necessário para que as aves se recuperem do estresse ocasionado pelo manejo pré-abate.

Com o objetivo de determinar a influencia do tempo de jejum pré-abate sobre o pH final da carne de peito de aves de crescimento lento, Oliveira et al. (2015) não observaram efeito significativo e os valores de pH 24 horas *post mortem* variaram de 5,61 e 5,70.

1.5.2 Cor

A cor é um dos fatores mais importantes na percepção do consumidor quanto à qualidade da carne, pois é uma característica que influencia tanto a escolha inicial do produto pelo consumidor como a aceitação no momento do consumo (Fletcher, 1999).

A cor da carne observada na superfície das carnes é o resultado da absorção seletiva da luz pela mioglobina e por outros importantes componentes segundo Olivo et al. (2001). Segundo os mesmos autores a quantidade de líquido livre presente na carne, também é fator influenciador (Olivo et al., 2001).

Quanto maior o tamanho e maior atividade muscular do animal, maior o teor de mioglobina, componente que confere a cor na carne, e mais escura será a carne (Venturini et al., 2007). Linhagens comerciais de frangos apresentam carne de coloração mais pálida enquanto linhagens de crescimento lento apresentam coloração mais avermelhada (Melo et al., 2015).

Carne de peito de frango que apresentam menor capacidade de retenção de água, ou seja maior quantidade de água livre, possuem coloração mais pálida. Quando em associação com altos valores de cor L* (acima de 52,00) e baixos valores de pH (abaixo

de 5,8), essa carne possui características PSE, que significa carne pálida, flácida e exsudativa. Resultando em comprometimento das propriedades funcionais da carne, prejudicando a padronização pela indústria, devido ao acúmulo excessivo de líquidos nos produtos embalados (Lara et al., 2002).

A coloração mais pálida está relacionada com menor pH e menor capacidade de retenção de água quando comparado a carne de peito de coloração normal. Comparando-se com a carne de peito normal, a carne pálida tem de 8 a 10% menor rendimento no cozimento (Mendes & Komiyama, 2011).

Nas indústrias processadoras de carne a medida da cor é um parâmetro chave na rotina de avaliação sensorial. A avaliação visual da palidez da carne por um painel de julgadores treinados tem demonstrado uma correlação linear com valores objetivos de luminosidade (L^*) (Ramos & Gomide, 2012).

Os parâmetros utilizados na avaliação da cor da carne utilizados baseiam-se no sistema colorimétrico denominado CIELab, sigla composta pelas iniciais da comissão que estabeleceu o sistema (The Commission Internationale de L'Eclairage, em 1976) e suas escalas de cor (luminosidade, representada por L^* , teor de vermelho, representado por a^* e teor de amarelo, representado por b^*).

1.5.3 Maciez

Propriedades físicas da carne *in natura* como a textura pode ser considerada a manifestação das propriedades reológicas da carne, ou seja, a manifestação sensorial de sua estrutura e a maneira com que esta reage à força aplicada durante a mastigação e a outras sensações específicas envolvidas no ato de degustação (Gomide et al., 2013).

A maciez é um atributo da textura e, juntamente com a cor, constitui um fator extremamente importante para o consumidor julgar a qualidade da carne (Gomide et al., 2013). Dos fatores envolvidos nas alterações da maciez, destacam-se três: proteólise post-mortem, tecido conjuntivo (colágeno e elastina) e estado de contração do músculo (Belew et al., 2003). Em hipótese proposta por Goll et al. (1995), o endurecimento da carne nas primeiras 24 horas após o abate é devido à forte interação entre as proteínas actina e miosina, que promovem o encurtamento do sarcômero, unidade básica funcional do músculo responsável pela contração.

Quanto maior for a textura da carne, menor será sua maciez: músculos que apresentam textura grosseira (enrugada) são as que possuem um feixe de fibras grande, envolto por quantidades extensivas de tecido conectivo, e ambos os fatores afetam

adversamente a maciez da carne (Gomide et al., 2013). Assim, qualquer fator que contribua para a textura final da carne terá um impacto sobre sua maciez, dentre eles estão a genética, linhagem, idade ao abate, o sexo, a alimentação (Alves et al., 2005).

Animais mais velhos, por exemplo, apresentam músculos mais estruturados e com textura mais grosseira, o que reflete negativamente na maciez (Gomide et al., 2013). Desta forma, com o avanço da idade de abate a quantidade de tecido conectivo não aumenta, o que ocorre é maior proeminência das fibras e aumento da força nas ligações intermoleculares (Gomide et al., 2013).

Com o envelhecimento do animal, fica menos eficiente a reposição de proteínas degradadas nas fibras musculares, mas permanecem essencialmente intactas as proteínas estáveis do tecido conectivo. Conforme ocorre degradação das fibras musculares, as fibras remanescentes sofrem hipertrofia, ou seja, aumento em diâmetro, compensando a perda em resposta ao aumento de trabalho exigido, tornando consequentemente os tecidos conectivos mais proeminentes, e a textura, mais grosseira em animais mais velhos (Gomide et al., 2013).

1.5.4 Colágeno

O colágeno é uma proteína estrutural do tecido conectivo que compreende entre 20% e 25% do total de proteínas do corpo animal, sendo considerada a proteína mais abundante nos organismos animais (França & Waszczynskyj, 2002). No músculo é responsável por transmitir a força contrátil das unidades miofibrilares ao esqueleto para produzir movimento. O colágeno é o principal constituinte dos ligamentos e tendões e constitui a rede proteica responsável pela estruturação e pelo suporte muscular. Por estar diretamente relacionado com a estrutura e maciez, o colágeno torna-se importante constituinte da qualidade da carne (Mello et al., 2012).

O colágeno é classificado em estriado (fibroso), não fibroso (formador de rede), microfibrilar (filamentoso), e associado às fibrilas. A unidade básica do colágeno é o tropocolágeno que é formado por três cadeias de polipeptídeos que se entrelaçam em formato helicoidal (Lehninger et al., 2002; Prestes, 2003) (Figura 2).

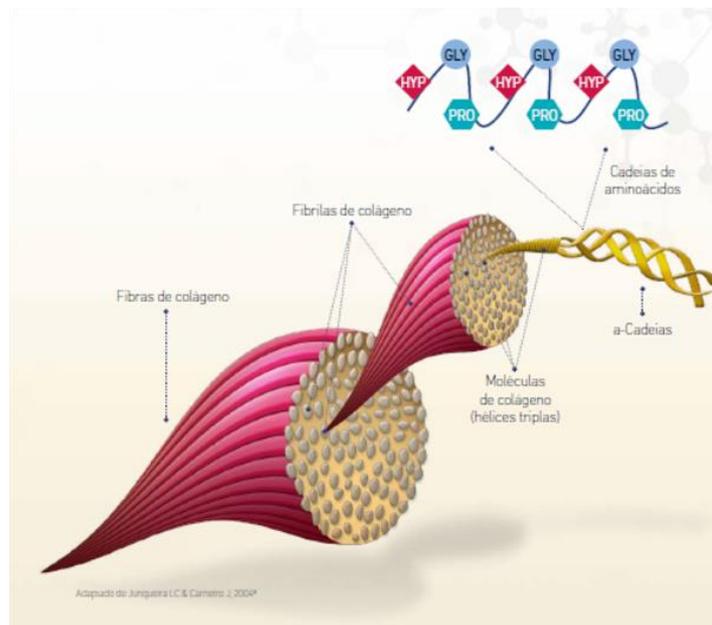


Figura 2- Estrutura do colágeno (fonte: google imagens)

O mais abundante é o colágeno tipo I, encontrado na pele, ligamentos, tendões e ossos. Este tipo de colágeno é uma proteína macromolecular, constituída de três cadeias polipeptídicas (duas α_1 e uma α_2) que estão sob a forma helicoidal em sua porção central e nas extremidades amínica e carboxílica permanecem na forma globular (Torley et al., 2000). As pontes cruzadas intermoleculares localizam-se nas porções globulares, que estabilizam a estrutura das fibrilas colagenosas, resultando conseqüentemente em alteração na textura (enrijecimento) da carne, à medida que o animal envelhece (Prestes, 2003).

Quantidades abundantes de tecido conectivo presentes no músculo são responsáveis por reduzir a maciez da carne. Acredita-se que o colágeno seja responsável por cerca de 10 a 15% da dureza da carne. Embora, sua maior contribuição à dureza na carne refere-se à quantidade e estabilidade das ligações químicas entre as fibras de colágeno. Sendo essas ligações responsáveis pela relativa insolubilidade e resistência do tecido conectivo (Gomide et al., 2013).

Mais ligações cruzadas implicam em maior resistência da fibra de colágeno e da malha formada e conseqüentemente do tecido conectivo. O aumento da atividade física exercida pelo animal estimula o aumento na formação das ligações cruzadas, tornando o colágeno mais estruturado. Em geral, frangos mais velhos possuem mais ligações cruzadas entre as fibras de colágeno que frangos mais jovens, o que os torna mais

resistentes. Além disso, tornam-se mais resistentes ao calor (menos solúveis), resultando em resíduos que persistem mesmo após a hidrólise (Gomide et al., 2013).

São ricos em colágeno os músculos que requerem maior força física ou sustentação. Assim, o conteúdo de colágeno não está intimamente associado às alterações na maciez que ocorrem com a idade do animal (Coró et al., 1999), mas torna-se um importante fator nas diferenças de maciez observadas entre músculos (peito e coxa-sobrecoxa, por exemplo) de um mesmo animal (Duarte, 2013). As alterações que acontecem com o avanço da idade do animal estão associadas a quantidade de colágeno solúvel, ou seja a quantidade de ligações cruzadas existentes (Gomide et al., 2013).

A estruturação do colágeno, e não o conteúdo total justifica as diferenças na maciez entre mesmos músculos de animais de mesma idade criados em sistemas diferentes, como, por exemplo, coxa-sobrecoxa de frangos criados no sistema semi-extensivo (maior atividade) comparados a coxa-sobrecoxa de frangos criados confinados (Carvalho et al., 2013).

Ao pesquisar a quantidade de fibras colágenas no músculo peitoral torácico e músculo iliotibial lateral nas linhagens Label Rouge e Pedrês, criados confinados em diferentes idades (42 e 72), não observaram diferenças estatísticas nas concentrações de fibras colágenas entre as linhagens ou idades estudadas (Carvalho et al., 2013).

Estudo realizado por Souza et al. (2012), observaram redução na maciez da carne de peito e coxa de frangos caipira, à medida que aumentou à idade de abate (70, 85 e 110 dias). Resultado este devido o aumento da quantidade de colágeno e diminuição da solubilidade do colágeno de acordo com aumento da idade de abate. Ao passo que a velocidade de redução da solubilidade do colágeno está relacionada à taxa de desenvolvimento e maturidade fisiológica do animal (Zanusso & Dionello, 2003).

Em pesquisas realizadas por Melo et al. (2012), trabalhando com duas linhagens, uma de crescimento lento e outra de crescimento rápido, observaram carne de peito menos macias nas linhagens de crescimento lento, apresentando 6,80 mg/g de colágeno sendo superior aos 5,91 mg/g de colágeno para a linhagem de crescimento rápido.

Os aminoácidos glicina, prolina e hidroxiprolina fazem parte da constituição do colágeno, em quantidades que representam 2/3 do seu conteúdo total. Destes aminoácidos, a hidroxiprolina, apresenta-se em quantidades constantes no colágeno, representando 13 a 14% (Gomide et al., 2013). Além disso, não ocorre de modo significativo em outros tecidos animais, razão pela qual a quantificação da hidroxiprolina permite estimar o teor do colágeno nos tecidos, utilizando-se

rotineiramente como marcador na determinação da quantidade de colágeno nos tecidos pela técnica de leitura por colorimetria (França & Waszczynskyj, 2002).

A disponibilidade de minerais na dieta pode ser outro aspecto importante que afeta as características e a síntese do colágeno no músculo e interferem no amaciamento da carne através de outros processos (Duarte, 2013).

Pesquisas apontam que a carne apresenta em torno de 1% de minerais na sua composição química. Estudos revelam que não é possível determinar a quantidade de mineral que será absorvida a partir da alimentação animal, entretanto a partir da identificação destes elementos em relação a sua concentração presente em amostras coletadas pode-se prever sua absorção (Vulkan et al., 2002).

1.5.5 Índice de Fragmentação Miofibrilar – IFM

O índice de fragmentação miofibrilar é o fenômeno da quebra das miofibrilas em segmentos menores na linha Z ou próximos a ela durante o processo de *post-mortem* do animal. Desta forma, o IFM permite a correlação com a maciez da carne, sendo que maiores valores encontrados para essa variável podem ser relacionados com carnes mais macias (Olson et al., 1976).

Uma vez que a principal mudança durante a estocagem *post-mortem* é a degradação física ou enzimática das proteínas citoesqueléticas, vários métodos têm sido adotados para se estimar tal degradação da estrutura muscular, incluindo entre eles, o grau de fragmentação miofibrilar (Ramos & Gomide, 2017).

A fragmentação miofibrilar fornece resultados mais diretos sobre o estado de maturação da carne do que medidas de força de cisalhamento de amostras cozidas segundo Watanabe et al. (1996) estes autores enfatizaram estes resultados já que o índice de fragmentação é verificado em amostras cruas, evitando observações confusas oriundas dos efeitos do processo de cocção, como por exemplo, a desnaturação das proteínas miofibrilares e desnaturação do colágeno, que além de possuírem alguma interação com o pH, ainda interferem diretamente na maciez.

A análise do índice de fragmentação miofibrilar deriva de procedimentos que medem a força de ruptura do tecido muscular e que podem ser aplicados no músculo fresco ou cozido. Alguns métodos podem ser usados para avaliar essa degradação; dentre eles está uma técnica que envolve homogeneização muscular seguida da determinação do seu conteúdo protéico e medida da turbidez da solução, previamente

ajustada a uma concentração protéica padrão, demonstrando assim que com a degradação enzimática durante a maturação, as miofibrilas tornam-se “fracas”, sendo facilmente quebradas em fragmentos menores pelo processo de homogeneização. Essa maior facilidade de quebra está relacionada a uma maior maciez da carne (Ramos & Gomide, 2007).

O índice de fragmentação miofibrilar explica mais que 50% da variação da maciez da carne, além de possuir efeito mais importante na maciez que a solubilidade do colágeno ou o comprimento de sarcômero (Culler et al., 1978).

1.6 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 desbalanço entre o nível exógeno e endógeno, há o desencadeamento da aterosclerose (Bragagnolo, 2001).

Quantidades elevadas de gordura saturada presentes nas carnes podem elevar o colesterol sanguíneo e provocar problemas cardiovasculares e de obesidade (Hautrive et al., 2012).

As quantidades ingeridas de gordura total e colesterol bem como o grau de saturação dos ácidos graxos estão associadas à elevação do LDL-colesterol, e consequentemente, do colesterol total sanguíneo, aumentando o risco para o desenvolvimento de doenças cardiovasculares (Hautrive et al., 2012).

À medida que o animal envelhece, ocorre um aumento no percentual de ácidos graxos saturados e monoinsaturados e uma diminuição dos poli-insaturados e não na quantidade de gordura total do animal (Girolami, 2013).

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

Com os resultados obtidos no presente estudo, foram elaborados dois artigos intitulados: Artigo 1- Composição centesimal e características de qualidade da carne de frangos de corte de crescimento lento submetidos a diferentes dietas e idades de abate. Artigo 2- Maciez da carne de frangos de corte de crescimento lento submetidos a diferentes dietas e idades de abate. Os trabalhos foram redigidos conforme as normas dos Anais da Academia Brasileira de Ciências e adaptações às normas de elaboração de

dissertações e teses do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal/FAMEZ/UFMS.

REFERÊNCIAS

- ABPA – Associação Brasileira de Proteína Animal. Relatório anual 2018. Disponível em: <<http://abpa-br.com.br/storage/files/relatorio-anual-2018.pdf>>. Acesso em: 17 out. 2019.
- 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”.
- ALBINO, L. F. T; TAVERNARI, F. C.; VIEIRA, R. A.; SILVA, E. P. Criação de frango 2 e galinha caipira: avicultura alternativa. **Aprenda Fácil**, 2002.
- ALMEIDA, I. C. L.; MENDES, A. A.; GARCIA, R. G.; TAKITA, T. S.; MOREIRA, J.; GARCIA, E.A. Efeito do Nível de Lisina da Dieta e do Sexo Sobre o Desempenho e Rendimento de Carcaça de Frangos de Corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.4, n.1, p. 11-18, 2002.
- ALVES, D. D.; TONISSI, R. H., GOES, B.; MANCIO, A. B. Maciez da carne bovina. **Ciência Animal Brasileira**, v. 6, n. 3, p. 135-149, 2005.
- BELEW, J.B. et al. Warner-Bratzler shear evaluations of 40 bovine muscles. **Meat Science**, v. 64, p. 507-512, 2003.
- BOTELHO FILHO, F. Estudos econômicos e agropecuários. **Núcleo de Estudos Agrários**, Universidade de Brasília, v.6, n.25, 2006.
- BRACCINI NETO, J. Estudo genético de curvas de crescimento de aves de postura. 1993. 102f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Curso de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Pelotas, RS.
- 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.
- BRESSAN, M. C. Efeito dos fatores pré e pós-abate sobre a qualidade da carne de peito de frango. 1998. 201 p. **Tese** (Doutorado em tecnologia de alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, UNICAMP.
- 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.
- CORÓ, F.A.G.; YOUSSEF, E.Y.; SHIMOKOMAKI, M. Carne do zebu: o que está atrás da sua textura?. **Revista Nacional da Carne**, n. 271, p. 28-34, 1999.
- 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.

CULLER, R.D.; PARRISH JR, F.C.; SMITH, G.C.; CROSS, H.R. Relationship of myofibril fragmentation index to certain chemical, physical and sensory characteristics of bovine Longissimus muscle. **Journal of Food Science**, v.43, p.1177-1180, 1978.

DILELIS, F.; GOMES, A. V. C.; LIMA, C. A. R.; CORRÊA, D. C. B.; REIS, T. L. Energia metabolizável dos farelos de arroz, algodão e trigo para frangos de crescimento lento em duas idades. **Ciência Animal Brasileira**, v.20, p.1-10, 2019.

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

FARIA, P. B.; BRESSAN, M. C.; SOUZA, X. R.; RODRIGUES, E. C.; CARDOSO, G. P.; GAMA, L. T. Composição proximal e qualidade da carne de frangos das linhagens Paraíso Pedrês e Pescoço Pelado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.12, p.2455-2464, 2009.

FIGUEIREDO, E.A.P.; AVILA, V.S.; BELLAVAR, C. et al. Linhagens e sistema de criação para produção de frangos coloniais. In: conferência APINCO de ciência e tecnologia avícolas, 2001, Campinas. **Anais...** Campinas: Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, Suplemento 5, p.110, 2003.

FLETCHER, D. L. Broiler breast meat color variation, pH and texture. **Poultry Science**, v. 78, p. 1323-1327, 1999.

FONSECA, R.A. et al. Avaliação de linhagens de aves de corte tipo Caipira submetidas ao bioclima do litoral do Paraná. **Scientia Rural**, p.49-63, 1ªed, 2010.

FRANÇA, J. M.; WASZCZYNSKYJ, N. Teor de hidroxiprolina em peles de frango submetidas à tratamento térmico. **B.CEPPA**, v. 20, n. 1, p. 19-28, 2002.

FRANCO, C.; MELZ, L.J.; ANUNCIATO, K.M. Inserção da avicultura de corte matogrossense no mercado internacional de carne de frango. In: Sociedade Brasileira de Economia Administração e Sociologia Rural, 2009, Campo Grande, **Anais...** Campo Grande, MS, p.48, 2009.

GAYA, L. G.; FERRAZ, J. B. S. Aspectos genético-quantitativos da qualidade da carne de frangos. **Ciência Rural**, v.36, n.1, p. 349-356, 2006.

GOLL, D. E. Does proteolysis cause all postmortem tenderization, or are changes in the action/myosin interaction involved. In: 41st international congress of meat science and technology, Texas, 1995. **Proceedings...** p. 537-544.

GOMIDE, L. A.; RAMOS, E. M.; FONTES, P. R. **Ciência e Qualidade da carne: Fundamentos**. Viçosa: Editora UFV, 2013. 197 p.

GONZALES, E.; SARTORI, J.S. Crescimento e metabolismo muscular. In: CONFERENCIA INTERNACIONAL VIRTUAL SOBRE QUALIDADE DE CARNE SUINA, 2002. Disponível em:<http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/anais01cv2_bragagnolo_pt.pd. Acesso em: 01 ago. 2019.

GORDON, S.H.; CHARLES, D.R. Niche and organic chicken products. Nottingham University Press , Nottingham, UK. 2002.

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. **Alim. Nutr.**, v. 23, n. 2, p. 327-334, 2012.

KOMIYAMA, C. M.; MENDES, A. A.; TAKAHASHI, S.E.; MOREIRA, J.; GARCIA, R.G.; SANFELICE, C.; BORBA, H.S.; LEONEL, F.R.; ALMEIDA PAZ, I.C.L.; BALOG, A. Chicken Meat Quality as a Function of Fasting Period and Water Spray. **Brazilian Journal of Poultry Science** , v.10, n.3, p.179-183, 2008.

LARA, J. A. F. et al. Estresse térmico e incidência da carne PSE em frangos. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, n. 4, p. 15, 2002.

LAWRIE, R.A. **Meat Science**. New York: Pergamon, 1991. 293 p.

MACARI, M.; MAIORKA, A. **Fisiologia das aves comerciais**. Jaboticabal: Funep, 2017. 806 p.

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.

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

MARTINELLI, O.; SOUZA, J.M. Relatório setorial preliminar - setor: carne de aves. Rio de Janeiro: FINEP, 2005. 26 p.

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.

MELLO, A. S.; FERNANDES, R. T.; OLIVEIRA, V. R. M.; QUEIROZ, J. P. A.; DIAS, F. D. K, D.; SOUZA, R, F.; MARINHO, J. B. M.; SOUZA, A. O. V.; FILHO, C. A. S. Características físico-químicas e sensoriais de aves e ovos. **PubVet**, v.9, n.12, p. 536-543, 2015.

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

MENDES, A. A.; MOREIRA, J.; GARCIA, R. G. Qualidade da carne de peito de frango de corte. **Revista Nacional da carne**, v. 27, n. 317, p. 138-144, 2003.

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.

MOLETTE, C. et al. Effect of rate of pH fall on turkey breast meat quality. **British Poultry Science**, Roslin, v. 44, n. 5, p. 787-788, 2003.

MORAIS, J.; FERREIRA, P. B.; JACOME, I. M. T. D.; MELLO, R.; BRENDA, C. F.; RORATO, P. R. N. Curva de crescimento de diferentes linhagens de frango de corte caipira. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.45, n.10, p.1872-1878, 2015.

MOTTRAM, D.S.; EDWARDS, R.A. The role of triglycerides and phospholipids in the aroma of cooked beef. **Journal of Science on Food and Agriculture**, v. 34, p. 517-522. 1983.

OLIVEIRA, F. R.; BOARI, C. A.; PIRES, A. V.; MOGNATO, J. C.; CARVALHO, R. M. S.; SANTOS JÚNIOR, M. A.; MATTIOLI, C. C. Jejum alimentar e qualidade da carne de frango de corte tipo caipira. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.16, n.3, p.667-677, 2015.

OLIVO, R. et al. Fatores que influenciam na cor de filés de peito de frango. **Revista Nacional da carne**, v.25, n. 289, p. 44-49, 2001.

PARK, G. B.; MOON, S.S.; KO, Y. D.; HA, J. K.; LEE, J. G.; CHANG, H. H.; JOO, S. T. Influence of slaughter yield and quality grades of Hanwoo (Korean native cattle) carcasses. **Journal of Animal Science**, v. 80, n.1, p. 129–136, 2002.

PRESTES, R. C.; Colágeno e Seus Derivados: Características e Aplicações em Produtos Carneos. **Ciências Biológicas e Saúde**, v.15, n.1, p. 65-74, 2013.

RAMOS, E. M.; GOMIDE, L. A. M. **Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologias**. Viçosa: Editora UFV, 1ª Edição, 2007, 599p.

RAMOS, E. M.; GOMIDE, L. A. M. **Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologias**. Viçosa: Editora UFV, 2ª Edição, 2017, 473p.

REMIGNON, H.; GARDAHAUT, M.; MARCHE, G.; RICARD, F. Selection for rapid growth increases the number and the size of muscle fibres without changing their typing in chickens. **Journal of Muscle Research & Cell Motility**, v.16, p. 95-102, 1995.

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 de Agrociência**, v. 15, n. 1-4, p. 77-81, 2009.

SAKOMURA, N.K.; ROSTAGNO, H.S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. Jaboticabal: Funep, 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.; HOFFMANN, R.B.; OLIVEIRA, R.D.; SAFES, E.F. Revalorizando as pequenas criações na agricultura familiar Capixaba Agriculturas. *Agriculturas*, v.2, n.4,p.28-31, 1995.

SAMS, A. R. Meat quality during processing. **Poultry Science**, v. 78, p. 798-803. 1999.

SANTOS, A.L.; SAKOMURA, N.K.; FREITAS, E.R. et al. Comparation of free range broiler chicken strains raised in confined or semi-confined systems. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v. 7, n. 2, p. 85-92, 2005.

SANTOS, F. R.; STRINGHINI, J. H.; MINAFRA, C. S.; ALMEIDA, R. R.; OLIVEIRA, P. R.; DUARTE, E. F.; SILVA, R.B.; CAFÉ, M. B. Formulação de ração para frangos de corte de crescimento lento utilizando valores de energia metabolizável dos ingredientes determinada com linhagens de crescimento lento e rápido. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.66, n.6, p.1839-1846, 2014.

SCHMIDT, N, S.; SILVA, C. L. Pesquisa e desenvolvimento na cadeia produtiva de frangos de corte no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 56, n. 3, p. 467-482, 2018.

SILVA, M.J. et al. Avicultura alternativa como fonte de renda e melhoria na qualidade de vida nas propriedades de produção familiar. Juiz de Fora: **Anais... SOBER**, 2003. p.146.

SOUZA, X. R.; FARIA, P. B.; BRESSAN, M. C. Qualidade da carne de frangos caipiras abatidos em diferentes idades. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.64, n.2, p.479-487, 2012.

STERTEN, H.; FROYSTEIN, T.; OKSBJERG, N.; REHNBERG, A.C.; EKKER, A.S.; KJOS, N.P. Effects of fasting prior to slaughter on technological and sensory properties of the loin muscle (*M. longissimus dorsi*) of pigs. **Meat Science** , v.83, p.351–357, 2009.

TAKAHASHI, S.E.; MENDES, A.A.; SALDANHA, E.S.P.B. et al. 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.

VENTURINI, K. S.; SARCIELLI, M. F.; SILVA, L. C. Características da carne de frango. **Boletim Técnico- Universidade Federal do Espírito Santo. Programa Institucional de Extensão:Boletim Técnico - PIE-UFES:01307**, 2007.

VIEIRA, B. S.; FERREIRA LIMA, A. L.; WEBER, A.; SILVA SOARES, A. E.; OLIVEIRA, C. F. S.; DAHLKE, F. Desenvolvimento do tecido muscular. In: MACARI, M.; MAIORKA, A. **Fisiologia das aves comerciais**. Jaboticabal: Funep, 2017. 532-553 p.

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

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

Composição centesimal e características de qualidade da carne de frangos de corte de crescimento lento submetidos a diferentes dietas e idades de abate

RESUMO: O estudo foi realizado com o objetivo de avaliar a influência de diferentes dietas e idades de abates sobre a composição centesimal e características de qualidade da carne dos cortes comerciais de frangos de corte de crescimento lento. Foram utilizados 600 pintainhos machos e fêmeas com um dia de idade da linhagem pescoço pelado branco, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x3, sendo duas dietas (dieta formulada com aminoácidos industriais e dieta utilizando núcleo comercial) e três idades de abate (56, 70 e 84 dias), com cinco repetições de 20 aves cada. Foram selecionadas e abatidas 20 aves por período experimental para coleta de amostras de peito, coxa e sobrecoxa. Aves abatidas aos 56 dias de idade apresentam carne dos cortes com maior teor de umidade e proteína e menor de gordura. A menor idade ao abate e a dieta contendo núcleo comercial, proporcionaram maior teor de cinzas na carne da coxa. No entanto, o teor de cinzas na carne da sobrecoxa foi influenciado apenas pela idade ao abate, sendo maior aos 84 dias. Carne de peito de frangos abatidos aos 84 dias e alimentados com dieta contendo núcleo comercial apresentam maiores valores de pH. Animais abatidos aos 84 dias tiveram menor valor de L* e maior de a* na carne de sobrecoxa, indicando carne mais escura e vermelha. Aves abatidas aos 56 dias de idade apresentaram carne com coloração mais clara. Desta maneira, seguindo a preferência dos consumidores por carnes mais escuras em linhagens de crescimento lento, recomenda-se o abate aos 84 dias de idade para frangos de corte de crescimento lento, a fim de se obter um melhor aspecto visual da carne destas aves para esse nicho de consumidores.

PALAVRAS-CHAVE: cortes comerciais, cor, pescoço pelado, perda por cocção, pH

Proximate composition and quality characteristics of meat of slow-growing broilers subjected to different diets and slaughter ages

ABSTRACT: The study was carried out with the objective of evaluating the influence of different diets and slaughter ages on the proximate composition and meat quality characteristics of commercial cuts of slow growing broilers. 600 male and female chicks with one day of age of the white peeled neck strain were used, distributed in a completely randomized design, in a 2x3 factorial scheme, being two diets (diet formulated with industrial amino acids and diet using commercial nucleus) and three slaughter ages (56, 70 and 84 days), with five replications of 20 birds each. Twenty birds were selected and slaughtered per experimental period to collect samples of breast, thigh and drumstick. Birds slaughtered at 56 days of age have cut meat with higher moisture and protein content and less fat. The lower age at slaughter and the diet containing commercial nucleus, provided higher ash content in the meat of the thigh. However, the ash content in the meat of the drumstick was influenced only by age at slaughter, being higher at 84 days. Chicken breast meat slaughtered at 84 days of age and fed with a diet containing commercial kernels have higher pH values. Animals slaughtered at 84 days of age had lower L * and higher a * values in drumstick meat, indicating darker and red meat. Birds slaughtered at 56 days of age showed lighter colored meat. Thus, following the preference of consumers for darker meat in slow-growing lines, slaughter at 84 days of age is recommended for broilers of slow growth, in order to obtain a better visual aspect of the meat of these birds for that consumer niche.

KEYWORDS: color, commercial cuts, cooking loss, naked neck, pH

INTRODUÇÃO

A maior preocupação dos consumidores com a qualidade dos alimentos consumidos tem aumentado a busca por carnes com baixo teor de gordura e colesterol, promovendo o retorno de antigos hábitos alimentares (Zidane et al., 2018) segundo esses autores essa maior preocupação aumenta o consumo de frangos de linhagens de crescimento lento (Zidane et al., 2018), tornando promissor a criação de frangos de corte de crescimento lento, pois além de agregar valor ao produto, pode ser desenvolvida tanto por pequenos e médios produtores como para a produção em escala industrial (Morais et al., 2015).

O consumo de carne de frangos de crescimento lento é feita, geralmente, através da carne de frangos de corte tipo caipira. Entretanto, para esse produto ser caracterizado como tal, a ave deve ser de crescimento lento, criadas no sistema semi-intensivo com acesso à área de piquete com gramíneas, abatidas com idade mínima de 85 dias (Zanusso & Dionello, 2003).

Estudos demonstram que a carne desses animais é preferida por consumidores que buscam carnes de textura mais firme, sabor mais acentuado e coloração mais escura (Morais et al., 2015). Essas preferências das características organolépticas da carne de frangos de crescimento lento, por um nicho de consumidores, é devido às diferenças na linhagem, sexo, idade ao abate, alimentação e sistema de criação no qual as aves foram submetidas em comparação as linhagens comerciais (Souza et al. 2012).

Poucas informações se têm até o momento com relação à eficiência de aproveitamento de nutrientes da dieta, como aminoácidos industriais, para frangos de corte de linhagens de crescimento lento e a qualidade de carne de frango. Dessa forma, a avaliação de dietas e idade ao abate que proporcionam a obtenção de carne de frango de melhor qualidade oriunda da criação de aves de crescimento lento, torna-se importante e justifica a necessidade de mais pesquisas na área.

Assim, o estudo foi realizado com o objetivo de avaliar a influência da dieta formulada com aminoácidos digestíveis e dieta utilizando núcleo comercial sobre a composição centesimal e as características de qualidade da carne de frangos de corte de crescimento lento abatidos em diferentes idades.

MATERIAL E MÉTODOS

Os procedimentos experimentais descritos nessa seção foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA/UFMS) com o número de protocolo 996/2018.

Foram alojados 600 pintainhos machos e fêmeas com um dia de idade da linhagem pescoço pelado branco, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x3, sendo duas dietas (dieta formulada com aminoácidos industriais e dieta formulada com núcleo comercial) e três idades de abate (56, 70 e 84 dias), com cinco repetições, totalizando 30 unidades experimentais com 20 aves cada.

Os tratamentos foram: dieta formulada à base de milho e farelo de soja com inclusão de aminoácidos industriais e dieta obtida a partir da mistura de núcleo comercial com milho e farelo de soja e idade de abate das aves de 56, 70 e 84 dias. As dietas com aminoácidos industriais foram formuladas para atender as exigências para aves de reposição semipesadas, de acordo com Rostagno et al. (2017) e a proporção utilizada na dieta com núcleo comercial foi conforme recomendação do fabricante (Tabela 1).

As aves foram alojadas em galpão convencional, coberto por telha de fibrocimento e divididas em 30 boxes de 2,5 m² com piso de terra batida com cama de maravalha de pinus reutilizada por dois lotes. Os boxes foram equipados com comedouro tubular e bebedouro pendular, e ração e água foram fornecidas à vontade durante todo o período experimental.

O programa de luz utilizado foi o de iluminação por 24 h (natural+artificial) até os 14 dias para o aquecimento das aves os boxes foram equipados com campânulas elétricas contendo duas lâmpadas incandescentes de 100 W, posteriormente somente luz natural até o final do período experimental.

Aos 56, 70 e 84 dias, foram abatidas 20 aves por período experimental, para coletas de amostras de peito, coxa e sobrecoxa, considerando o peso corporal entre o intervalo de $\pm 10\%$ do peso médio da unidade experimental. Do total de aves abatidas, 10 foram utilizadas para as análises de composição centesimal (umidade, proteína, gordura e cinzas) e colesterol, e 10 aves para as análises de pH 24 horas *post mortem*, cor L*, a* e b* e perda por cocção.

Tabela 1. Composição e valores calculados das dietas experimentais.

Ingredientes (%)	Inicial (1 a 28 dias)		Crescimento (29 a 56 dias)		Final (57 a 84 dias)	
	Formulada	Núcleo	Formulada	Núcleo	Formulada	Núcleo
	Milho	59,44	60,00	63,23	66,20	72,72
Farelo de Soja	34,41	35,00	30,71	28,80	24,08	25,00
Óleo de soja	0,05	–	0,05	–	0,01	–
Inerte	2,28	–	1,93	–	0,05	–
Fosfato Bicálcico	1,79	–	1,80	–	1,62	–
Calcário	1,00	–	0,98	–	0,91	–
Sal	0,42	–	0,38	–	0,35	–
DL- Metionina	0,27	–	0,24	–	0,05	–
L-Lisina HCl	0,13	–	0,07	–	0,02	–
L-Treonina	0,05	–	0,02	–	0,01	–
Sup. Mineral ¹	0,05	–	0,05	–	0,05	–
Sup. Vitamínico ²	0,10	–	0,10	–	0,10	–
Núcleo Comercial ³	–	5,00	–	5,00	–	5,00
Composições Nutricionais						
Energia Metabolizável (kcal)	2850	2857	2850	2887	3007	2930
Proteína Bruta (%)	20,98	20,99	19,50	18,62	17,00	17,15
Met+ Cist. dig.(%)	0,842	0,580	0,767	0,517	0,532	0,485
Lisina dig. (%)	1,138	1,024	0,959	0,860	0,771	0,770
Treonina dig. (%)	0,762	0,724	0,675	0,634	0,591	0,584
Cálcio (%)	0,950	1,315	0,930	1,283	0,840	1,212
Fósforo disp. (%)	0,440	0,340	0,430	0,515	0,390	0,450
Sódio (%)	0,180	0,173	0,170	0,179	0,160	0,179

Níveis por kg de ração, ¹Suplemento mineral: 11,00 mg Zinco; 3,04 mg Acido Pantotênico; 0,22 mg Iodo; 0,06mg Selênio; 8,48 mg Ferro; 2,64 mg Cobre; 15,15 mg Manganês, 2660. Níveis por kg de ração. ²Suplemento 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. Níveis de garantia do Núcleo inicial³: Cálcio (min-max):177g/kg; Fosforo (min): 46g/kg; Flúor (max): 460mg/kg; Sódio (min): 32g/kg; Colina (min):5,220g/kg; Vitamina A (min): 220.000UI/kg; Vitamina D3 (min): 40.000UI/kg; Vitamina E (min):320UI/kg; Vitamina K3 (min):30mg/kg; Vitamina B1 (min): 24mg/kg; Vitamina B2 (min): 90mg/kg; Vitamina B6 (min): 160mg/kg; Vitamina B12 (min): 320mcg/kg ; Niacina (min): 700mg/kg; Acido Pantatênico (min): 184mg; Cianina (min): Acido Fólico (min): 8mg/kg; Biotina (min): 1,2mg/kg; Ferro (min): 600mg/kg; Cobre (min): 180mg/kg; Manganês (min): 1.200mg/kg; Zinco (min): 1.200mg/kg; Iodo (min): 20mg/kg; Selênio (min): 5mg/kg. Núcleo crescimento: Cálcio (min-max): 117-176g/kg; Fosforo (min): 42g/kg; Flúor (max): 420mg/kg; Sódio (min): 32g/kg; Colina (min): 4,220g/kg; Vitamina A (min): 180.000UI/kg; Vitamina D3 (min): 32.000UI/kg; Vitamina E (min): 280UI/kg; Vitamina K3 (min): 30mg/kg; Vitamina B1 (min): 20mg/kg; Vitamina B2 (min): 80mg/kg; Vitamina B6 (min): 75mg/kg; Vitamina B12 (min): 240mcg/kg; Acido Pantatênico (min): 165,5mg; Cianina (min): 600mg/kg; Acido Fólico (min): 6mg/kg; Biotina (min): 1mg/kg; Ferro (min): 600mg/kg; Cobre (min):180mg/kg; Manganês (min): 1.200mg/kg; Zinco (min):1.200mg/kg; Iodo (min): 20mg/kg; Selênio (min):5mg/kg. Núcleo Final: Cálcio (min-max): 111-166g/kg; Fosforo (min): 36g/kg; Flúor (max): 370mg/kg; Sódio (min): 32g/kg; Colina (min): 2,610g/kg; Vitamina A (min): 54.000UI/kg; Vitamina D3 (min): 9.000UI/kg; Vitamina E (min): 90UI/kg; Vitamina K3 (min): 9mg/kg; Vitamina B1 (min): 5,4mg/kg; Vitamina B2 (min):18mg/kg; Vitamina B6 (min):7mg/kg; Vitamina B12 (min): 54mcg/kg; Niacina (min): 90mg/kg; Acido Pantatênico (min): 66,2mg; Biotina (min):0,27mg/kg; Ferro (min):600mg/kg; Cobre (min):180mg/kg; Manganês (min):1.200mg/kg; Zinco (min):1.200mg/kg; Iodo (min):20mg/kg; Selênio (min):3,6mg/kg.

Anteriormente ao abate as aves permaneceram em jejum de sólidos por seis horas para esvaziamento do trato gastrointestinal. Antes do abate as aves foram pesadas individualmente novamente, insensibilizadas por deslocamento cervical e abatidas por exsanguinação, escaldadas, depenadas e evisceradas. As carcaças foram armazenadas em câmara fria ($\pm 3^{\circ}\text{C}$) por 24 horas, após esse período foram realizados os cortes comerciais: peito, coxa e sobrecoxa, os quais foram desossados, pesados e determinados os valores de pH *post mortem*, e as amostras foram armazenadas em freezer para análises posteriores.

Para determinação da composição centesimal da carne dos cortes, as amostras foram descongeladas em câmara fria (3°C) por 24h, após esse tempo, retirados pele e gordura subcutânea, triturados em processador até a completa homogeneização da amostra, secas em estufa a 105°C , por 72 horas. Posteriormente, as amostras foram processadas em moinho de bola para obtenção de material finamente moído para realização das análises de matéria seca definitiva, proteína bruta, gordura e cinzas de acordo com a metodologia proposta por Silva e Queiroz (2006).

Para determinação do pH, utilizou-se um peagâmetro (Hanna Instruments), com eletrodo de penetração inserido diretamente no músculo dos cortes. A avaliação da cor foi realizada com auxílio de um colorímetro portátil (Minolta CR400) com fonte de luz D65 e ângulo de leitura de 10° , no sistema CIELAB, sendo avaliados os parâmetros L^* (luminosidade), a^* (teor de vermelho) e b^* (teor de amarelo). Os valores L^* , a^* e b^* foram medidos em três diferentes pontos na superfície ventral do músculo. Estas avaliações foram feitas conforme descrito por Ramos & Gomide 2017.

Para a análise de Perda por cocção (Pcoz) os cortes, peito, coxa e sobrecoxa foram pesados e colocados para assar em forno elétrico convencional pré-aquecido à 193°C e a temperatura interna de cada amostra foi monitorada individualmente com auxílio de termômetro posicionando no centro geométrico da amostra, de acordo com a metodologia descrita por Ramos & Gomide, 2017.

A quantificação do colesterol foi realizada pelo teste enzimático-colorimétrico com fator clareante de lipídios proposto por Saldanha et al. (2004). Maiores detalhes das técnicas utilizadas e adaptações feitas neste trabalho, estão apresentadas no apêndice 1.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). Todas as análises foram realizadas por meio do programa estatístico SAS, versão University.

RESULTADOS

Não houve interação ($P>0,05$) entre a dieta e idade de abate para a composição centesimal da carne de peito. Foi verificado apenas efeito da idade ao abate sobre a porcentagem de umidade e proteína, em que animais abatidos aos 56 dias apresentaram maior ($P<0,05$) umidade e proteína quando comparado aos animais abatidos aos 70 e 84 (Tabela 2).

Tabela 2. Composição centesimal e colesterol da carne de peito de frangos de crescimento lento em função da idade ao abate.

Variável	Idade	Dieta		Média	CV (%)	P-valor		
		Formulada	Núcleo			Dieta	Idade	Dieta x Idade
Umidade (%)	56	74,02	73,93	73,98 ^a	0,06	0,5814	<0,0001	0,2992
	70	72,49	72,11	72,30 ^b				
	84	72,15	72,36	72,25 ^b				
	Média	72,88	72,80					
Proteína (%)	56	21,77	21,60	22,20 ^a	2,75	0,7906	<0,0001	0,5498
	70	21,32	20,46	20,89 ^b				
	84	22,13	22,28	21,69 ^b				
	Média	21,74	21,45					
Gordura (%)	56	1,86	1,41	1,63	24,68	0,1046	0,1305	0,4546
	70	1,94	1,94	1,94				
	84	2,45	2,09	2,27				
	Média	2,08	1,81					
Cinzas (%)	56	1,03	1,05	1,04	11,57	0,2268	0,9576	0,0534
	70	1,08	0,99	1,04				
	84	1,06	1,22	1,14				
	Média	1,06	1,09					
Colesterol (mg/100g)	56	61,94	59,93	60,94	14,26	0,5431	0,1673	0,9089
	70	60,10	55,50	57,60				
	84	51,84	51,29	51,56				
	Média	57,96	55,57					

^{a,b*}Médias seguidas por letras distintas minúsculas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ($P<0,05$).

Não foi observado interação entre dieta e idade ao abate para composição centesimal da carne da coxa. A umidade foi menor ($P<0,05$) nos frangos com 84 dias de abate, e a proteína em frangos com 70 e 84 dias de abate. Por outro lado, a gordura foi maior ($P<0,05$) nos frangos mais velhos (70 e 84 dias de abate). A porcentagem de cinza foi maior nos frangos mais novos (56 dias de abate – este não diferiu dos 70 dias de

abate) e que receberam núcleo. O colesterol não foi diferente significativamente entre os tratamentos (Tabela 3).

Tabela 3. Composição centesimal e colesterol da carne de coxa de frangos de crescimento lento em função da idade ao abate.

Variável	Idade	Dieta		Média	CV (%)	P- valor		
		Formulada	Núcleo			Dieta	Idade	Dieta x Idade
Umidade (%)	56	75,39	77,00	76,19a	0,03	0,854	<0,0001	0,327
	70	74,26	73,27	73,76a				
	84	73,06	72,82	72,94b				
	Média	74,24	73,03					
Proteína (%)	56	18,77	18,70	18,74a	5,34	0,3083	0,0094	0,2598
	70	17,40	17,02	17,21b				
	84	16,99	16,04	16,52b				
	Média	17,72	17,25					
Gordura (%)	56	5,41	5,80	5,61b	9,21	0,2480	<0,0001	0,2034
	70	6,74	7,29	7,01 ^a				
	84	7,31	5,68	6,50 ^a				
	Média	6,54	6,45					
Cinzas (%)	56	0,93	1,41	1,17 ^a	18,82	0,0021	0,0236	0,1839
	70	0,97	0,76	0,86ab				
	84	0,87	0,77	0,82b				
	Média	0,92B	0,98A					
Colesterol (mg/100g)	56	85,33	85,87	76,10	4,01	0,4050	0,3201	0,2040
	70	84,95	84,15	84,55				
	84	84,33	82,31	83,32				
	Média	82,53	84,11					

^{a,b*}Médias seguidas por letras distintas minúsculas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05) e ^{A,B*}médias seguidas por letras distintas maiúsculas na linha diferem entre si pelo teste F (P<0,05).

Não houve interação (P>0,05) entre a dieta e idade ao abate na composição centesimal e colesterol da carne de sobrecoxa. A idade ao abate foi fator influenciador (P<0,05) em todas as variáveis de composição centesimal analisadas. Com 84 dias de idade a umidade foi menor (P<0,05) na carne de sobrecoxa comparado aos animais abatidos aos 56 e 70 dias (Tabela 4).

Tabela 4. Composição centesimal e colesterol da carne de sobrecoxa de frangos de crescimento lento em função da idade ao abate.

Variável	Idade	Dieta		Média	CV (%)	P-valor		
		Formulada	Núcleo			Dieta	Idade	Dieta x Idade
Umidade (%)	56	70,84	70,39	70,62 ^a	0,04	0,301	<0,0001	0,842
	70	71,97	70,17	71,07 ^a				
	84	61,81	61,18	61,50 ^b				
	Média	68,21	67,25					
Proteína (%)	56	20,69	20,19	20,44 ^a	5,59	0,1799	<0,0001	0,3792
	70	17,85	18,02	17,93 ^b				
	84	17,01	17,38	17,19 ^b				
	Média	18,52	18,53					
Gordura (%)	56	5,39	6,66	5,03 ^b	8,29	0,2951	<0,0001	0,1439
	70	6,24	6,17	6,21 ^a				
	84	7,00	5,69	6,34 ^a				
	Média	6,21	6,17					
Cinzas (%)	56	0,91	0,80	0,85 ^b	16,22	0,9038	0,0003	0,6369
	70	0,85	0,91	0,88 ^b				
	84	1,00	0,96	0,98 ^a				
	Média	0,92	0,89					
Colesterol (mg/100g)	56	82,29	81,12	81,70	4,71	0,3892	0,0985	0,4219
	70	79,91	75,14	77,52				
	84	81,74	82,88	82,31				
	Média	81,31	79,71					

^{a,b*}Médias seguidas por letras distintas minúsculas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Maior quantidade de proteína foi observada em sobrecoxa de frangos abatidos aos 56 dias de idade. Não foi observada diferença entre sobrecoxa de frangos abatidos aos 70 e 84 dias.

A maior idade ao abate estudada proporcionou maior teor de cinzas na carne de sobrecoxa em relação aos animais abatidos aos 56 e 70 dias e estes não diferiram entre si. Animais abatidos aos 70 e 84 dias de idade tiveram maior porcentagem de gordura na carne da sobrecoxa que animais abatidos mais precocemente.

Não houve interação ($P > 0,05$) entre a dieta e idade ao abate para pH, cor e perda por cocção da carne de peito. A dieta e idade ao abate de forma isolada proporcionou diferenças ($P < 0,05$) nos valores finais de pH do peito (Tabela 5).

Tabela 5. Resultados de pH , cor e perda por cocção da carne de peito de frangos de crescimento lento em função da idade ao abate.

Variável	Idade	Dieta		Média	CV (%)	P-valor		
		Formulada	Núcleo			Dieta	Idade	Dieta x Idade
pH	56	5,64	5,67	5,65 b	2,19	0,0161	0,0125	0,1469
	70	5,63	5,77	5,70 b				
	84	5,73	6,07	5,90 a				
	Média	5,67 B	5,83A					
Cor L*	56	55,01	53,03	54,02	3,52	0,2038	0,6970	0,7072
	70	54,12	52,69	53,41				
	84	53,19	53,01	53,10				
	Média	54,11	52,91					
a*	56	3,20	2,96	3,08	32,34	0,3453	0,1046	0,6885
	70	2,82	2,69	2,76				
	84	4,71	3,58	4,15				
	Média	3,58	3,08					
b*	56	11,92	11,99	11,95	16,77	0,5414	0,1979	0,5112
	70	11,73	9,58	10,66				
	84	12,69	13,01	12,85				
	Média	12,11	11,53					
Perda por Cocção (%)	56	18,66	17,00	17,83	12,38	0,4269	0,0450	0,5901
	70	15,81	14,57	15,19				
	84	14,57	15,17	14,87				
	Média	16,35	15,58					

^{a,b*} Médias seguidas por letras distintas minúsculas na coluna e maiúsculas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05) e ^{A,B*} médias seguidas por letras distintas maiúsculas na linha diferem entre si pelo teste de F (P<0,05).

Observou-se que a dieta com núcleo comercial proporciona maiores valores de pH final da carne de peito, enquanto o abate aos 84 dias de idade resulta em maiores valores de pH final em comparação as aves abatidas aos 56 e 70 dias de idade.

Os resultados observados para cor L*, a* e b* e perda por cocção da carne de peito não apresentaram diferenças (P>0,05) entre os tratamentos.

Para carne de coxa, não houve interação (P>0,05) entre a dieta e idade ao abate, e os fatores não influenciaram (P>0,05) isoladamente as variáveis pH, cor L*, a* ,b* e perda por cocção (Tabela 6).

Tabela 6. Resultados de pH , cor e perda por cocção da carne de coxa de frangos de crescimento lento em função da idade ao abate.

Variável	Idade	Dieta		Média	CV (%)	Valor P		
		Formulada	Núcleo			Dieta	Idade	Dieta x Idade
pH	56	6,38	6,40	6,39	2,63	0,8128	0,0634	0,9202
	70	6,17	6,11	6,14				
	84	6,29	6,28	6,29				
	Média	6,28	6,26					
Cor L*	56	51,40	47,37	49,38	3,99	0,2144	0,1612	0,1308
	70	51,75	51,14	51,44				
	84	48,90	49,84	49,37				
	Média	50,68	49,45					
a*	56	8,98	10,78	9,88	12,08	0,1845	0,0537	0,5675
	70	10,20	10,62	10,41				
	84	11,68	12,04	11,86				
	Média	10,29	11,15					
b*	56	11,99	11,70	11,84	13,44	0,0877	0,3209	0,4956
	70	12,57	10,00	11,28				
	84	13,43	12,06	12,74				
	Média	12,66	11,25					
Perda por Cocção (%)	56	35,83	36,75	36,28	18,15	0,7028	0,1214	1,61
	70	31,54	26,46	28,99				
	84	31,51	39,04	35,27				
	Média	32,96	34,08					

Não houve interação ($P > 0,05$) entre dieta e idade de abate para pH, cor L*, a*, b* e perda por cocção da carne de sobrecoxa (Tabela 7). Menor ($P < 0,05$) da luminosidade foi observado nos frangos mais velhos (84 dias de abate). Por outro lado, os frangos mais velhos também apresentaram maior ($P < 0,05$) teor de vermelho da carne da sobrecoxa.

Tabela 7. Resultados de pH , cor e perda por cocção da carne de sobrecoxa de frangos de crescimento lento em função da idade ao abate.

Variável	Idade	Dieta		Média	CV (%)	Valor P		
		Formulada	Núcleo			Dieta	Idade	Dieta x Idade
pH	56	6,30	6,53	6,41	3,18	0,7723	0,4528	0,1528
	70	6,40	6,16	6,28				
	84	6,36	6,46	6,41				
	Média	6,35	6,38					
Cor L*	56	48,39	49,52	48,95 ^a	4,70	0,0837	0,0002	0,8170
	70	49,46	51,53	50,49 ^a				
	84	41,66	44,43	43,05 ^b				
	Média	46,50	48,49					
a*	56	11,40	11,17	11,28 ^b	16,12	0,9523	0,0267	0,8944
	70	11,66	12,23	11,95 ^{ab}				
	84	15,04	14,53	14,79 ^a				
	Média	12,70	12,64					
b*	56	10,14	11,89	11,02	10,44	0,2864	0,7154	0,2161
	70	11,96	11,20	11,58				
	84	10,94	11,82	11,38				
	Média	11,01	11,64					
Perda por Cocção (%)	56	24,20	26,39	25,30	24,43	0,3357	0,6257	0,5421
	70	22,86	30,70	26,78				
	84	29,37	28,70	29,04				
	Média	25,48	28,60					

^{a,b*} Médias seguidas por letras distintas minúsculas na coluna e maiúsculas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

DISCUSSÃO

A formação dos tecidos acontece de acordo com o desenvolvimento do animal, refletindo em tecidos com diferentes composições. Isto foi evidenciado quando observamos as maiores concentrações de umidade e proteína na carne de peito de frangos abatidos aos 56 dias. Aos 56 dias, frangos de crescimento lento, encontram-se em crescimento, estágio onde a demanda funcional e o estímulo para o crescimento dos músculos requerem maiores quantidades de proteína e água.

A síntese e a degradação proteica muscular são processos dinâmicos, controlando não só a massa muscular do indivíduo, mas também em última instância, a própria homeostase proteica do animal. A reciclagem de aminoácidos que ocorre por meio desses processos é fundamental para o crescimento, manutenção e reparação tecidual (Souza et al., 2012). Em aves jovens e nutridas, a taxa de síntese proteica muscular

supera a taxa de degradação, permitindo desta forma um aumento no percentual de proteína nos músculos (Vieira et al., 2017), o que justificaria a redução de proteínas com o abate mais tardio.

Conforme ocorre o envelhecimento do animal, as taxas de síntese e degradação tendem a se tornar semelhantes, levando a um estado de relativa estabilidade no conteúdo proteico muscular (Schiaffino et al., 2013). Isto foi constatado neste estudo, uma vez que os valores de proteína e umidade da carne de peito foram semelhantes aos 70 e 84 dias.

Resultados encontrados neste trabalho estão de acordo com Faria et al. (2009), que verificaram redução na quantidade de proteína (23,30; 23,18; 23,03; 22,56%) e da umidade (74,41; 74,22; 73, 55; 73,28%) da carne de peito conforme aumentou a idade de abate dos frangos de corte de crescimento lento, podendo-se afirmar que quanto mais tardio o abate menor a porcentagem de umidade e proteína. Diferentemente, Castellini et al. (2002) não observaram diferenças nos teores de umidade e proteína na carne de peito de frangos de crescimento lento entre as idades de abate 56 e 85 dias.

Os resultados para composição centesimal da coxa e sobrecoxa demonstram que aos 70 e 84 dias houve redução nos percentuais de umidade e proteína e aumento nos percentuais de gordura. Com o aumento da idade o percentual de água reduz e concomitantemente ocorre aumento na deposição de gordura. Durante o desenvolvimento de frangos de corte, há mudanças no perfil de crescimento, onde após terem atingido seu máximo potencial de crescimento, a deposição de proteína é menor e maior de gordura (Kessler et al., 2000).

Frangos das linhagens de crescimento rápido Ross e Cobb apresentam redução na taxa de deposição de água muscular no momento em que ocorre aumento na taxa de deposição de gordura corporal, ocorrendo por volta dos 56 dias para Ross e 49 dias para Cobb (Marcato et al., 2009).

Linhagens de crescimento lento apresentam o ponto de inflexão para o crescimento por volta da oitava semana (70 dias) ocorrendo após esse momento redução na deposição de proteína (Gordon & Charles, 2002), o que justifica os resultados em porcentagem de proteína semelhantes observados aos 70 e 84 dias na carne de peito, coxa e sobrecoxa e o maior percentual de gordura na carne de coxa e sobrecoxa com o avanço da idade.

Devido à constituição predominantemente de fibras do tipo IIB (fibras glicolíticas com baixa capacidade de armazenar gordura) no peito, não foi possível neste

estudo detectar diferenças no percentual de gordura com o avanço da idade dos frangos, visto que no músculo do peito, as rotas de utilização energéticas são dependentes do uso de carboidratos, utilizando o glicogênio como substrato energético, não armazenando gordura intramuscular e intermuscular, o que confere a carne de peito, uma carne mais magra, com menor teor lipídico (Vieira et al., 2017).

Já a constituição do músculo da carne da coxa e sobrecoxa, apresentam maior capacidade de armazenar gordura, sendo assim pode considerar esses cortes como reservatórios de energia, necessárias para contração e metabolismo das aves visto sua essencialidade para locomoção, e por consequência a sobrevivência do animal em busca de alimento (Murakami et al., 2010).

A influência da idade na proteína da coxa em trabalho realizado por Faria et al. (2009), diferiu dos observados neste trabalho, de modo que os animais abatidos aos 75 dias de idade, apresentaram valores mais baixos (17,77%) do que os animais abatidos aos 85 e 95 dias (19,25% e 19,24%), embora tenha apresentado maior teor de gordura aos 75 dias, o que justificaria este resultado.

Diferente dos resultados observados neste trabalho para gordura na carne de peito, Souza et al. (2012), ao estudarem a influência de três linhagens de frango de corte de crescimento lento e abatidos em diferentes idades (70, 85 e 110 dias), observaram que quanto maior a idade do animal abatido, maior a porcentagem de lipídeos na carne do peito, provavelmente devido as maiores idades ao abate estudadas com relação as utilizadas neste trabalho.

Conforme ocorre o envelhecimento do animal, há aumento nas exigências dos músculos responsáveis pela locomoção como a coxa, sendo necessários maiores concentrações de minerais nestes músculos devido ao aumento na contração muscular exigida (Faria et al., 2009).

Os frangos do presente estudo foram criados de forma intensiva, ou seja, com área restrita para o exercício, podendo justificar o menor valor de cinzas observado aos 84 dias (0,82%) em comparação as cinzas da carne coxa aos 56 dias (1,17%). Isso aconteceu, provavelmente, devido ao menor tamanho do animal aos 56 dias o que permitiu maior locomoção da ave dentro dos boxes, elevando o valor do conteúdo mineral no músculo nesta idade.

O consumo de dietas desbalanceadas altera a concentração de aminoácidos no plasma e nos tecidos, conseqüentemente dos demais nutrientes ingeridos pelos animais, resultando em redução no consumo de ração e no crescimento animal (Silva et al.,

2017). A maior porcentagem de cinzas na sobrecoxa indica haver diferenças na forma de mobilização e exigência do músculo nos diferentes cortes. Ao passo que na mesma idade 84 dias, o músculo da sobrecoxa apresentou maior percentual de cinzas, do que o músculo da coxa.

O excesso de substratos energéticos leva a formação de tecido adiposo, podendo elevar o teor de colesterol (Rodrigues et al. 2017). Em trabalho realizado com frangos de corte, Souza et al. (1997) observaram 115mg/100g de colesterol em carne de peito de frangos de corte, valores bem acima dos encontrados neste trabalho. Entretanto, Hautrive et al. (2012) observaram teor de 75mg/100g de colesterol na carne de coxa e sobrecoxa para frangos de corte de linhagem comercial. Fato é que 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).

O pH da carne de peito foi influenciado pela dieta e idade de abate, sendo observado maior valor de pH (5,83) na carne de peito de frangos alimentados com dietas contendo núcleo comercial em relação aos animais alimentados com dietas formuladas com aminoácidos industriais (5,67). Ambos os valores encontram-se dentro da normalidade, cujo o pH final considerado normal em carne de peito segundo (Van Laack et al., 2000; Venturini et al., 2007) deve estar entre 5,70 e 5,96.

Dessa forma, pode-se inferir que frangos alimentados com dietas contendo núcleo comercial, provavelmente apresentaram menor reserva muscular de glicogênio, resultando em menor queda de pH e conseqüentemente, pH final mais elevado, quando comparado com carne de peito de frangos alimentados com dietas formuladas com aminoácidos industriais.

Sabe-se que o pH da carne é influenciado pelas reações glicolíticas *post mortem* e de forma geral, é necessária a utilização de reservas de glicogênio muscular para o processo de transformação do músculo em carne (Gaya & Ferraz 2006; Sterten et al., 2009) e se há menor reserva muscular e conseqüentemente menor reserva de glicogênio muscular, possivelmente haverá maior valor de pH da carne após a instalação do *rigor mortis*. Em frangos de corte isso pode levar cerca de 1 hora.

Os menores valores de pH observados neste estudo em aves abatidas aos 56 dias, pode estar associado ao tempo de jejum alimentar prolongado no dia do abate e à altas temperaturas do dia, elevando o nível de estresse desses animais, resultando conseqüentemente em menor pH final neste músculo. De acordo com Komiyama et al.

(2008), as etapas *ante-mortem* podem afetar a qualidade da carne de aves pelo estresse produzido, levando à alteração no pH da carne.

Animais estressados no momento pré-abate liberam catecolaminas e glicocorticóides capazes de elevar o metabolismo dos animais acelerando a transformação do músculo em carne, afetando principalmente o pH final que atinge precocemente valores abaixo de 6 enquanto a temperatura da carcaça ainda está alta, levando a desnaturação proteica (Melo et al., 2015).

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). Justificando a maior perda por cocção na carne de peito observada neste estudo em peito de frangos abatidos aos 56 dias.

Com o objetivo de determinar a influencia do tempo de jejum pré-abate sobre o pH final da carne de peito de aves de crescimento lento, Oliveira et al. (2015) não observaram efeito significativo e os valores de pH 24 horas *post mortem* variaram de 5,61 e 5,70.

Embora a cor não tenha sido influenciada pela dieta e idade de abate, os valores de luminosidade L* encontrados em peito de frangos abatidos aos 56 e 70 dias foram (54,02 e 53,41) superiores ao valor considerado normal, que deve ser abaixo de 52 (Lara et al. 2002). Os resultados de luminosidade aliados aos valores baixos de pH encontrados (5,65; 5,70 em peito de frangos abatidos aos 56 e 70 dias, respectivamente) neste estudo, nos possibilita inferir que a carne de peito dos frangos abatidos aos 56 e 70 dias, apresentaram características de carne PSE (pale, soft e exsudative), ou pálida, mole e exsudativa. Esta condição é considerada um dos principais problemas enfrentados pela indústria processadora (Gaya & Ferraz 2006).

Este fato é provocado devido à rápida queda de pH muscular enquanto a temperatura da carcaça ainda está alta, no processo de glicólise *post mortem* (Fernandes et al., 2002) ocasionando desnaturação das proteínas musculares. Desta forma, a dispersão de luz de uma superfície muscular, ou seja, o quanto de luz irá refletir, é diretamente proporcional à sua quantidade de desnaturação proteica (Melo et al., 2015).

Quanto maior o grau de desnaturação proteica, menos luz é transmitida através das fibras e mais luz acaba sendo dispersa, o que leva à palidez da carne e elevando os valores de L* (Olivo et al. 2001). Sendo assim a capacidade de retenção de água fica prejudicada em carnes PSE, onde apresentam nos produtos embalados acúmulo

excessivo de líquido, devido à sua menor capacidade de retenção de água, o que interfere na aceitação do produto pelo consumidor, além de prejudicar a padronização durante a industrialização (Lara et al. 2002).

Linhagens comerciais tendem a apresentar carne de coloração mais pálida, maior pH e menor textura, ao passo que linhagens de crescimento lento criados no sistema semi intensivo, apresentam coloração mais avermelhadas, menores valores de pH e textura mais firme (Santos et al. 2005).

Frangos de corte de crescimento lento, em condições de pH normal, apresentaram luminosidade superior ao limite máximo ($L^* > 53$). Este evento pode ser justificado pelas diferenças intrínsecas da estrutura e composição muscular entre frangos de corte de crescimento rápido e lento (Oliveira et al. 2015).

Na literatura, observa-se correlação negativa entre índices de L^* e valores de pH, e a redução da luminosidade com o aumento da idade é, geralmente, relacionada ao aumento nos valores de pH e aumento nos teores de vermelho e amarelo (Le Bihan Durval et al. 1999; Musa et al. 2006; Faria et al. 2009; Melo et al. 2015).

A perda de peso por cocção é um importante parâmetro de qualidade que representa rendimento da carne ao consumidor, influenciado pela capacidade de retenção de água nas estruturas da carne (Bressan et al. 2001). Os valores obtidos no presente estudo são considerados relativamente baixos, considerando que a quebra de peso de um filé de frango ou de outro produto cárneo normalmente encontra-se em torno de 30% (Komiyama et al. 2010).

Em trabalho realizado por Mendes & Komiyama (2011), observaram influencia da idade de abate nesta variável. Entretanto, os autores relataram menor a perda por cozimento conforme aumentou a idade ao abate de 35 para 49 dias em carne de peito (26,13% e 17,52%).

As variações não significativas na cor (L^* , a^* , b^*), e na perda de peso por cocção do corte de coxa, provavelmente, decorreram da não significância nas variações do pH 24h, tendo em vista a dependência entre estes parâmetros (Sterten et al. 2009).

Por ser constituída em maior parte por fibras oxidativas, a carne da coxa é rica em mioglobina, componente que confere a cor na carne. Quanto maior o tamanho, atividade do músculo, maior teor de mioglobina e mais escura é a carne (Venturini et al. 2007; Mancini & Hunt 2005).

Os valores médios de a^* (teor de vermelho) para coxa de acordo com o aumento da idade de abate (56, 70 e 84 dias), foram 9,88; 10,41 e 11,86, respectivamente. Nossos

valores foram inferiores aos encontrados por Faria et al. (2009), onde apresentaram teor de vermelho de (12,28; 12,18 e 14,24) para carne de coxa de frangos da linhagem pescoço pelado criados em sistema semiextensivo abatidos aos 65, 75 e 85 dias, respectivamente. Esses menores valores encontrados neste estudo podem ser justificados pela forma intensiva de criação dos animais, a qual não permite acesso à área de pastagem em nenhum momento da criação. Provavelmente, esses animais tiveram menor movimentação e conseqüentemente menor atividade muscular (Melo et al., 2015).

Consumidores de aves tipo caipira apreciam, carcaças e cortes com coloração mais amarelada (Crabone et al., 2005). Neste estudo, foi observado carne de coxa com valores superiores no teor de amarelo (11,84; 11,28, 12,74), em comparação aos encontrados por Faria et al. 2009 (5,57; 6,81; 6,58) conforme ocorreu aumento na idade de abate. Pode se inferir que, embora os animais deste estudo tenham sido criados sem acesso à área de piquetes, ainda assim apresentaram maiores valores de b^* (teor de amarelo) quando comparados aos animais criados de forma semiextensiva.

De forma geral, observa-se uma associação das variáveis de qualidade da carne de coxa deste trabalho, onde menores valores de luminosidade foram relatados, devido ao aumento de pH e aumento dos valores de a^* (teor vermelho) e b^* (teor de amarelo) caracterizando uma carne mais avermelhada e com menor luminosidade quando comparado ao corte de peito. Isto é, resultado da constituição muscular caracterizado pela diferenciação das fibras presentes em cada corte.

A carne de sobrecoxa aos 84 dias é mais avermelhada quando comparada a sobrecoxa aos 56 dias. Possivelmente com o aumento da idade do animal, estes se tornam maiores, com maior tamanho do corte, promovendo a hipertrofia dos músculos, aumentando o teor de mioglobina ocasionando maiores teores de vermelhos (Venturini et al., 2007), reduzindo conseqüentemente a luminosidade.

CONCLUSÃO

Independente da dieta avaliada, aves de crescimento lento abatidas aos 56 dias comparativamente as aves abatidas com 84 dias de idade apresentam cortes (peito, coxa e sobrecoxa) com maior umidade e quantidade de proteínas; coxas e sobrecoxas mais magras; e sobrecoxa com coloração mais avermelhada.

Desta maneira, seguindo a preferência dos consumidores por carnes mais escuras em linhagens de crescimento lento, recomenda-se o abate aos 84 dias de idade para frangos de corte de crescimento lento, a fim de se obter um melhor aspecto visual da carne destas aves para esse nicho de consumidores.

AGRADECIMENTOS

Este estudo foi financiado em parte pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código Financeiro 001; Este estudo foi financiado em parte pela Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - UFMS / MEC - Brasil.

REFERÊNCIAS

- ABPA – Associação Brasileira de Proteína Animal. Relatório anual 2018. Disponível em: <<http://abpa-br.com.br/storage/files/relatorio-anual-2018.pdf>>. Acesso em: 17 out. 2019.
- BRESSAN, M. C; PRADO, O. V; PÉREZ, J. R. O; LEMOS, A. L. S. C; BONAGURIO, S. Efeito do peso ao abate de cordeiros Santa Inês e Bergamácia sobre as características físico-químicas da carne. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.21, n.3, p.293-303, 2001.
- CASTELLINI, C., MUGNAI, C., DAL BOSCO, A Effect of organic production system on broiler carcass and meat quality. **Meat Science**, v. 60, n.3, p. 219 –225, 2002.
- 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, v. 6, p. 464-472, 2013.
- FARIA, P. B.; BRESSAN, M. C.; SOUZA, X. R.; RODRIGUES, E. C.; CARDOSO, G. P.; GAMA, L. T. Composição proximal e qualidade da carne de frangos das linhagens Paraíso Pedrês e Pescoço Pelado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.12, p.2455-2464, 2009.
- FERNANDEZ, et al. Effects of rate of muscle post mortem ph fall on the technological quality of turkey meat. **British Poultry Science**, v. 43, p. 245-252, 2002.
- 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.
- GAYA, L. G.; FERRAZ, J. B. S. Aspectos genético-quantitativos da qualidade da carne de frangos. **Ciência Rural**, v.36, n.1, p. 349-356, 2006.
- GORDON, S.H.; CHARLES, D.R. Niche and organic chicken products. **Nottingham University Press**, Nottingham, UK. 2002.
- 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.
- KESSLER, A.M.; SNIZEK, P.N.; BRUGALLI, I. Manipulação da quantidade de gordura na carcaça de frangos. In: FUNDAÇÃO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2000, São Paulo. **Anais...** Campinas: FACTA, 2000. p.107-133.
- KOMIYAMA, C. M.; MENDES, A. A.; TAKAHASHI, S.E.; MOREIRA, J.; GARCIA, R.G.; SANFELICE, C.; BORBA, H.S.; LEONEL, F.R.; ALMEIDA PAZ, I.C.L; BALOG, A. Chicken Meat Quality as a Function of Fasting Period and Water Spray. **Brazilian Journal of Poultry Science** , v.10, n.3, p.179-183, 2008.

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.

LARA, J. A. F. et al. Estresse térmico e incidência da carne PSE em frangos. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, n. 4, p. 15, 2002.

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

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.; FERNANDES, J. B. K.; NASCIMENTO, D. C. N.; FURLAN, R. L.; PIVA, G. H. Crescimento e deposição de nutrientes nas penas, músculos, ossos e pele de frangos de corte de duas linhagens comerciais. **Ciência Agrotécnica**, v. 33, n. 4, p. 1159-1168, 2009.

MELO, A. S.; FERNANDES, R. T.; OLIVEIRA, V. R. M.; QUEIROZ, J. P. A.; DIAS, F. D. K. D.; SOUZA, R. F.; MARINHO, J. B. M.; SOUZA, A. O. V.; FILHO, C. A. S. Características físico-químicas e sensoriais de aves e ovos. **PubVet**, v.9, n.12, p. 536-543, 2015.

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

MORAIS, J.; FERREIRA, P. B.; JACOME, I. M. T. D.; MELLO, R.; BREDA, C. F.; RORATO, P. R. N. Curva de crescimento de diferentes linhagens de frango de corte caipira. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.45, n.10, p.1872-1878, 2015.

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.

MUSA, H.H.; CHEN, G.H.; CHENG, J.H. et al. Breed and sex effect on meat quality of chicken. **Journal Poultry Science**, v.5, p.566-568, 2006.

OLIVEIRA, F. R.; BOARI, C. A.; PIRES, A. V.; MOGNATO, J. C.; CARVALHO, R. M. S.; SANTOS JÚNIOR, M. A.; MATTIOLI, C. C. Jejum alimentar e qualidade da carne de frango de corte tipo caipira. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.16, n.3, p.667-677, 2015.

OLIVO, R. et al. Fatores que influenciam na cor de filés de peito de frango. **Revista Nacional da carne**, v.25, n. 289, p. 44-49, 2001.

RAMOS, E. M.; GOMIDE, L. A. M. **Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologias**. Viçosa: Editora UFV, 1ª Edição, 2007, 599p.

RAMOS, E. M.; GOMIDE, L. A. M. **Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologias**. Viçosa: Editora UFV, 2ª Edição, 2017, 473p.

RODRIGUES, D. R.; CAFÉ, M. B.; JARDIM FILHO, R. M.; OLIVEIRA, E.; TRENTIN, T. C.; MARTINS, D. B.; MINAFRA, C. S. Metabolism of broilers subjected to different lairage times at the abattoir and its relationship with broiler meat quality. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 69, n. 3, p. 733-741, 2017. <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4162-9268>

SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. S. Métodos de pesquisa em nutrição de 82 monogástricos . Editora UFV. 2016.

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.

SANTOS, A.L.; SAKOMURA, N.K.; FREITAS, E.R. et al. Comparation of free range broiler chicken strains raised in confined or semi-confined systems. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v. 7, n. 2, p. 85-92, 2005.

SCHIAFFINO, S.; DYAR, K. A.; CICILIOT, S.; BLAAUW, B.; SANDRI, M. SILVA, M. T. P.; VELOSO, R. C.; PIRES, A. V.; TORRES FILHO, R. A.; PINHEIRO, S. R. F.; WINKELSTROTTER, L. K.; BARROS, F. J. M.; SENNA, J. A. B. Desempenho e características de carcaça de três genótipos comerciais de frangos de corte alimentados com diferentes dietas. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.69, n.5, p.1311-1318, 2017.

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

SOUZA, X. R.; FARIA, P. B.; BRESSAN, M. C. Qualidade da carne de frangos caipiras abatidos em diferentes idades. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.64, n.2, p.479-487, 2012.

SOUZA, X.R.; FARIA, P.B.; BRESSAN, M.C. Qualidade da carne de frangos caipiras abatidos em diferentes idades. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v.64, n.2, p.479-487, 2012.

STERTEN, H.; FROYSTEIN, T.; OKSBJERG, N.; REHNBERG, A.C.; EKKER, A.S.; KJOS, N.P. Effects of fasting prior to slaughter on technological and sensory properties of the loin muscle (M. longissimus dorsi) of pigs. **Meat Science** , v.83, p.351–357, 2009.

VAN LAAK, R. L. J. M.; LIU, C. H.; SMITH, M. O.; LOVEDAY, H. D. Characteristics of pale, soft, exsudative broiler breast meat. **Poultry Science**, v.79, p. 1057-1061, 2000.

VENTURINI, K. S.; SARCIELLI, M. F.; SILVA, L. C. Características da carne de frango. **Boletim Técnico**- Universidade Federal do Espírito Santo. Programa Institucional de Extensão:Boletim Técnico - PIE-UFES:01307, 2007.

VIEIRA, B. S.; FERREIRA LIMA, A. L.; WEBER, A.; SILVA SOARES, A. E.; OLIVEIRA, C. F. S.; DAHLKE, F. Desenvolvimento do tecido muscular. In: MACARI, M.; MAIORKA, A. **Fisiologia das aves comerciais**. Jaboticabal: Funep, 2017. 532-553 p.

Maciez da carne de frangos de corte de crescimento lento submetidos a diferentes dietas e idades de abate

RESUMO: O estudo foi realizado com o objetivo de avaliar a influência de diferentes dietas e idades de abates sobre a composição centesimal e características de qualidade da carne dos cortes comerciais de frangos de corte de crescimento lento abatidos em diferentes idades. Foram utilizados 600 pintainhos machos e fêmeas com um dia de idade da linhagem pescoço pelado branco, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x3, sendo duas dietas (dieta formulada com aminoácidos industriais e dieta utilizando núcleo comercial) e três idades de abate (56, 70 e 84 dias), com cinco repetições de 20 aves cada. Foram selecionadas e abatidas 20 aves por período experimental para coleta de amostras de peito, coxa e sobrecoxa. Dentre as variáveis de maciez estudadas para carne de peito, somente o índice de fragmentação miofibrilar sofreu interação entre a dieta e idade ao abate, em que animais abatidos aos 70 e 84 dias e alimentados com dietas contendo núcleo comercial tiveram maior fragmentação das miofibrilas. Aos 84 dias a carne da coxa teve força de cisalhamento semelhante aos animais abatidos aos 70 dias e animais abatidos mais precocemente apresentaram menor força de cisalhamento. Houve interação entre a dieta e idade ao abate para a força de cisalhamento da carne de sobrecoxa, em que animais abatidos aos 56 dias e alimentados com dieta contendo núcleo comercial tiveram menor força de cisalhamento. O teor de colágeno não foi influenciado pelos tratamentos estudados. Recomenda-se o abate de frangos de corte de crescimento lento aos 84 dias de idade a fim de se obter carne de sobrecoxa mais firme independente da dieta utilizada, atendendo desta forma a preferência dos consumidores por esse tipo de produto com maior textura.

PALAVRAS-CHAVE: colágeno, força de cisalhamento, índice de fragmentação miofibrilar, pescoço pelado.

Meat tenderness of slow-growing broilers subjected to different diets and slaughter ages

ABSTRACT: The study was carried out with the objective of evaluating the influence of different diets and slaughter ages on the proximate composition and meat quality characteristics of commercial cuts of slow-growing broilers slaughtered at different ages. 600 male and female chicks with one day of age of the white peeled neck strain were used, distributed in a completely randomized design, in a 2x3 factorial scheme, being two diets (diet formulated with industrial amino acids and diet using commercial nucleus) and three slaughter ages (56, 70 and 84 days), with five replications of 20 birds each. Twenty birds were selected and slaughtered per experimental period to collect samples of breast, thigh and drumstick. Among the variables of tenderness studied for breast meat, only the myofibrillar fragmentation index suffered interaction between diet and age at slaughter, in which animals slaughtered at 70 and 84 days and fed with diets containing commercial nucleus had greater fragmentation of myofibrils. At 84 days the meat of the thigh had a shear force similar to animals slaughtered at 70 days and animals slaughtered earlier showed less shear force. There was an interaction between diet and age at slaughter for the shear strength of meat of drumstick, in which animals slaughtered at 56 days and fed with a diet containing commercial nucleus had less shear strength. The collagen content was not influenced by the treatments studied. It is recommended to slaughter slow-growing broilers at 84 days of age in order to obtain firmer drumstick meat regardless of the diet used, thus meeting consumer preference for this type of product with greater texture.

KEYWORDS: collagen, shear force, myofibrillar fragmentation index, naked neck

INTRODUÇÃO

Embora, alguns consumidores acreditem que os parâmetros de qualidade de carne de frangos de corte possam ter sido negligenciados, proporcionando carnes mais pálidas e flácidas, a criação de linhagens de crescimento lento torna se atrativa, por apresentarem maior idade ao abate e características sensoriais diferentes das encontradas nas linhagens de crescimento rápido (Melo et al., 2015).

Para que esses animais expressem todo o seu potencial de crescimento é necessário a utilização de dietas balanceadas que atendam as exigências nutricionais de forma correta (Sakomura e Rostagno, 2017) obtendo como produto final, carne com atributos sensoriais de qualidade que são cada vez mais exigidos pelos consumidores.

O desenvolvimento no setor avícola nos últimos anos é resultado do melhoramento genético, manejo e nutrição (Murakami et al., 2010) resultando segundo esses autores em linhagens modernas de frangos de corte com grande potencial de ganho de peso e menor idade de abate (Murakami et al., 2010). Considerando desta forma, o cenário avícola como um dos setores mais desenvolvidos e tecnificados da agropecuária mundial, desenvolvendo proteína animal de alto valor biológico para o consumo humano a baixo custo (Melo et al., 2015).

As mudanças nos hábitos alimentares dos consumidores ocorrida nos últimos anos têm demonstrado maior preocupação com relação à qualidade nutricional dos alimentos consumidos e a carne de frango tem sido preferida nessa situação. Além disso, a busca por produtos mais naturais e saudáveis proporciona uma constante expansão da avicultura alternativa (Cruz et al., 2018).

A carne de frango é pobre em gorduras e rica em ferro, vitaminas do complexo B e proteínas de boa qualidade, contendo aminoácidos indispensáveis ao ser humano (Venturini et al., 2007).

Dentre os atributos de qualidade avaliados, a maciez da carne é um parâmetro de preferência entre os consumidores (Komiya et al., 2010), sendo a carne de frango mais apreciada pelo valor monetário baixo, facilidade no preparo e fácil deglutição (Melo et al., 2015).

A maciez é um problema comumente encontrado no peito da carne de frango, decorrente de alterações nas estruturas miofibrilares, que surgem com o rápido aparecimento do *rigor mortis*, em função do estresse pré-abate (Mendes & Komiya, 2011). Outros fatores podem ser agentes influenciadores, entre eles raça ou genótipo,

idade, sexo, tipo de corte da carcaça, conteúdo de gordura, quantidade e estado químico do tecido conectivo, entre outros (Ramos & Gomide, 2017).

Poucos trabalhos foram realizados com intuito de determinar os aspectos de qualidade em linhagens de frangos de corte de crescimento lento, o que reforça a importância da realização de mais pesquisas na área, uma vez que é um nicho de mercado com grande potencial de crescimento.

O estudo foi realizado com o objetivo de avaliar a influência de dietas, componentes estruturais e miofibrilares do tecido muscular sobre a maciez da carne de frangos de corte de crescimento lento abatidos em diferentes idades.

MATERIAL E MÉTODOS

Os procedimentos experimentais descritos nessa seção foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA/UFMS) com o número de protocolo 996/2018.

Foram alojados 600 pintainhos machos e fêmeas com um dia de idade da linhagem pescoço pelado branco, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x3, sendo duas dietas (dieta formulada com aminoácidos industriais e dieta formulada com núcleo comercial) e três idades de abate (56, 70 e 84 dias), com cinco repetições, totalizando 30 unidades experimentais com 20 aves cada.

Os tratamentos foram: dieta formulada à base de milho e farelo de soja com inclusão de aminoácidos industriais e dieta obtida a partir da mistura de núcleo comercial com milho e farelo de soja, sendo as aves abatidas nas idades de 56, 70 e 84 dias. As dietas com aminoácidos industriais foram, formuladas para atender as exigências para aves de reposição semipesadas, de acordo com Rostagno et al. (2017) e a proporção utilizada na dieta com núcleo comercial foi conforme recomendação do fabricante (Tabela 8).

As aves foram alojadas em galpão convencional, coberto por telha de fibrocimento e divididas em 30 boxes de 2,5 m² com piso de terra batida com cama de maravalha de pinus reutilizada por dois lotes. Os boxes foram equipados com comedouro tubular e bebedouro pendular, e ração e água foram fornecidas à vontade durante todo o período experimental, 84 dias.

O programa de luz utilizado foi o de iluminação por 24 h (natural+artificial) até os 14 dias, para o aquecimento das aves, os boxes foram equipados com campânulas elétricas contendo duas lâmpadas incandescentes de 100 W, posteriormente somente luz natural até o final do período experimental.

Aos 56, 70 e 84 dias, foram abatidas 20 aves por período experimental, para coletas de amostras de peito, coxa e sobrecoxa, considerando o peso corporal entre o intervalo de $\pm 10\%$ do peso médio da unidade experimental. Do total de aves abatidas, 10 foram utilizadas para as análises de força de cisalhamento e 10 aves para as análises de índice de fragmentação miofibrilar, colágeno total e solúvel.

Tabela 8. Composição e valores calculados das dietas experimentais.

Ingredientes (%)	Inicial (1 a 28 dias)		Crescimento (29 a 56 dias)		Final (57 a 84 dias)	
	Formulada	Núcleo	Formulada	Núcleo	Formulada	Núcleo
	Milho	59,44	60,00	63,23	66,20	72,72
Farelo de Soja	34,41	35,00	30,71	28,80	24,08	25,00
Óleo de soja	0,05	–	0,05	–	0,01	–
Inerte	2,28	–	1,93	–	0,05	–
Fosfato Bicálcico	1,79	–	1,80	–	1,62	–
Calcário	1,00	–	0,98	–	0,91	–
Sal	0,42	–	0,38	–	0,35	–
DL- Metionina	0,27	–	0,24	–	0,05	–
L-Lisina HCl	0,13	–	0,07	–	0,02	–
L-Treonina	0,05	–	0,02	–	0,01	–
Sup. Mineral ¹	0,05	–	0,05	–	0,05	–
Sup. Vitamínico ²	0,10	–	0,10	–	0,10	–
Núcleo Comercial ³	–	5,00	–	5,00	–	5,00
Composições Nutricionais						
Energia Metabolizável (kcal)	2850	2857	2850	2887	3007	2930
Proteína Bruta (%)	20,98	20,99	19,50	18,62	17,00	17,15
Met+ Cist. dig.(%)	0,842	0,580	0,767	0,517	0,532	0,485
Lisina dig. (%)	1,138	1,024	0,959	0,860	0,771	0,770
Treonina dig. (%)	0,762	0,724	0,675	0,634	0,591	0,584
Cálcio (%)	0,950	1,315	0,930	1,283	0,840	1,212
Fósforo disp. (%)	0,440	0,340	0,430	0,515	0,390	0,450
Sódio (%)	0,180	0,173	0,170	0,179	0,160	0,179

Níveis por kg de ração, ¹Suplemento mineral: 11,00 mg Zinco; 3,04 mg Acido Pantotênico; 0,22 mg Iodo; 0,06mg Selênio; 8,48 mg Ferro; 2,64 mg Cobre; 15,15 mg Manganês, 2660. Níveis por kg de ração. ²Suplemento 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. Níveis de garantia do Núcleo inicial³: Cálcio (min-max):177g/kg; Fosforo (min): 46g/kg; Flúor (max): 460mg/kg; Sódio (min): 32g/kg; Colina (min):5,220g/kg; Vitamina A (min): 220.000UI/kg; Vitamina D3 (min): 40.000UI/kg; Vitamina E (min):320UI/kg; Vitamina K3 (min):30mg/kg; Vitamina B1 (min): 24mg/kg; Vitamina B2 (min): 90mg/kg; Vitamina B6 (min): 160mg/kg; Vitamina B12 (min): 320mcg/kg ; Niacina (min): 700mg/kg; Acido Pantatênico (min): 184mg; Cianina (min): Acido Fólico (min): 8mg/kg; Biotina (min): 1,2mg/kg; Ferro (min): 600mg/kg; Cobre (min): 180mg/kg; Manganês (min): 1.200mg/kg; Zinco (min): 1.200mg/kg; Iodo (min): 20mg/kg; Selênio (min): 5mg/kg. Núcleo crescimento: Cálcio (min-max): 117-176g/kg; Fosforo (min): 42g/kg; Flúor (max): 420mg/kg; Sódio (min): 32g/kg; Colina (min): 4,220g/kg; Vitamina A (min): 180.000UI/kg; Vitamina D3 (min): 32.000UI/kg; Vitamina E (min): 280UI/kg; Vitamina K3 (min): 30mg/kg; Vitamina B1 (min): 20mg/kg; Vitamina B2 (min): 80mg/kg; Vitamina B6 (min): 75mg/kg; Vitamina B12 (min): 240mcg/kg; Acido Pantatênico (min): 165,5mg; Cianina (min): 600mg/kg; Acido Fólico (min): 6mg/kg; Biotina (min): 1mg/kg; Ferro (min): 600mg/kg; Cobre (min):180mg/kg; Manganês (min): 1.200mg/kg; Zinco (min):1.200mg/kg; Iodo (min): 20mg/kg; Selênio (min):5mg/kg. Núcleo Final: Cálcio (min-max): 111-166g/kg; Fosforo (min): 36g/kg; Flúor (max): 370mg/kg; Sódio (min): 32g/kg; Colina (min): 2,610g/kg; Vitamina A (min): 54.000UI/kg; Vitamina D3 (min): 9.000UI/kg; Vitamina E (min): 90UI/kg; Vitamina K3 (min): 9mg/kg; Vitamina B1 (min): 5,4mg/kg; Vitamina B2 (min):18mg/kg; Vitamina B6 (min):7mg/kg; Vitamina B12 (min): 54mcg/kg; Niacina (min): 90mg/kg; Acido Pantatênico (min): 66,2mg; Biotina (min):0,27mg/kg; Ferro (min):600mg/kg; Cobre (min):180mg/kg; Manganês (min):1.200mg/kg; Zinco (min):1.200mg/kg; Iodo (min):20mg/kg; Selênio (min):3,6mg/kg.

Após serem escolhidas, as aves permaneceram em jejum de sólidos por seis horas para esvaziamento do trato gastrointestinal. Antes do abate as aves foram pesadas individualmente novamente, insensibilizadas por deslocamento cervical e abatidas por exsanguinação, escaldadas, depenadas e evisceradas. As carcaças foram armazenadas em câmara fria ($\pm 3^{\circ}\text{C}$) por 24 horas, após esse período foram realizados os cortes comerciais: peito, coxa e sobrecoxa, os quais foram desossados, pesados e as amostras foram armazenadas em freezer para análises posteriores.

Para a avaliação da força de cisalhamento os cortes foram assados no dia anterior a análise e armazenados em geladeira por 24h. As subamostras foram cisalhadas no seu centro longitudinal em texturômetro com lâmina tipo WBsSF de fenda triangular a uma velocidade de 3,3mm/s, conforme protocolo 8.3 descrito por Ramos & Gomide, 2017.

As análises de índice de fragmentação miofibrilar (IFM) foi realizada de acordo com o descrito por Culler et al. (1978) e adaptações para carne de frango.

A determinação do colágeno foi realizada de acordo com o protocolo descrito por Hill (1966) e adaptações de Ramos e Gomide (2012).

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). Todas as análises foram realizadas por meio do programa estatístico SAS, versão University.

Maiores detalhes das técnicas realizadas neste trabalho estão apresentados no apêndice 1.

RESULTADOS

Houve interação ($P < 0,05$) entre os fatores dieta e idade ao abate para o índice de fragmentação miofibrilar (IFM) na carne de peito. Maior ($P < 0,05$) IFM ocorreu com 70 dias de abate para a dieta formulada, e com 70 e 84 dias com o núcleo (Tabela 9).

Não houve interação ($P > 0,05$) entre os fatores dieta e idade de abate para força de cisalhamento, colágeno total e frações da carne de peito (Tabela 9).

Tabela 9. Resultados da força de cisalhamento, índice de fragmentação miofibrilar, colágeno total e frações da carne de peito de frangos de corte de crescimento lento submetidos a diferentes dietas e idades de abate.

Variável	Idade	Dieta		Média	CV (%)	P-valor		
		Formulada	Núcleo			Dieta	Idade	Dieta x Idade
FC (kgf)	56	2,17	1,74	1,95	9,59	0,1305	0,2123	0,0784
	70	1,75	1,78	1,76				
	84	1,86	1,86	1,86				
	Média	1,93	1,79					
IFM	56	86,43 Bb	84,20 Bb	85,32	6,78	0,0282	0,0374	0,0457
	70	91,60 Ba	97,70 Aa	94,65				
	84	85,30 Bb	103,30Aa	94,30				
	Média	87,77	95,07					
Colágeno Total (%)	56	0,06	0,07	0,065	13,53	0,8002	0,2826	0,1642
	70	0,07	0,06	0,065				
	84	0,06	0,06	0,06				
	Média	0,063	0,063					
Colágeno Solúvel (%)	56	46,20	45,48	45,84	10,06	0,3788	0,0555	0,8689
	70	48,53	45,11	46,82				
	84	41,12	39,49	40,31				
	Média	45,28	43,36					
Colágeno Insolúvel (%)	56	53,79	54,51	54,15	8,01	0,3788	0,555	0,8689
	70	51,46	54,88	53,17				
	84	58,87	60,49	59,68				
	Média	54,71	56,63					

^{a,b*}Médias seguidas por letras minúsculas distintas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

^{A,B*}Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na coluna diferem entre si pelo teste F (P<0,05). FC: força de cisalhamento (Kg); IFM: índice de fragmentação miofibrilar.

A interação entre a dieta e idade ao abate não alterou (P>0,05) o índice de fragmentação miofibrilar, colágeno total e frações da carne da coxa (Tabela 10). Observou-se que a idade ao abate promoveu diferenças (P<0,05) na força de cisalhamento da carne de coxa, em que frangos abatidos aos 84 dias apresentaram maior força de cisalhamento em comparação aos frangos abatidos aos 56 dias.

Tabela 10. Resultados da força de cisalhamento, índice de fragmentação miofibrilar, colágeno total e frações da carne da coxa de frangos de corte de crescimento lento submetidos a diferentes dietas e idades de abate.

Variável	Idade	Dieta		Média	CV (%)	P-valor		
		Formulada	Núcleo			Dieta	Idade	Dieta x Idade
FC (kgf)	56	2,16	1,74	1,95b	10,45	0,1611	0,0302	0,1436
	70	2,07	2,20	2,14ab				
	84	2,45	2,26	2,35 ^a				
	Média	2,23	2,07					
IFM	56	104,26	102,33	103,30	16,98	0,4074	0,9081	0,8943
	70	111,96	103,73	107,85				
	84	111,76	100,13	105,95				
	Média	109,33	102,06					
Colágeno Total (%)	56	0,19	0,20	0,19	15,31	0,1808	0,5476	0,2301
	70	0,22	0,20	0,21				
	84	0,25	0,19	0,22				
	Média	0,22	0,20					
Colágeno Solúvel (%)	56	45,72	48,52	47,12	6,57	0,4968	0,6156	0,2194
	70	47,32	44,48	45,90				
	84	49,15	46,14	47,65				
	Média	47,40	46,38					
Colágeno Insolúvel (%)	56	54,26	51,46	52,86	5,80	0,4968	0,6156	0,2194
	70	52,66	55,51	54,08				
	84	50,84	53,85	52,35				
	Média	52,59	53,61					

^{a,b*} Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$)

FC: força de cisalhamento (Kg); IFM: índice de fragmentação miofibrilar

Houve interação ($P < 0,05$) entre a dieta e idade ao abate para a força de cisalhamento da carne de sobrecoxa. A força de cisalhamento na coxa foi maior ($P < 0,05$) aos 84 dias na dieta formulada, e aos 70 dias na dieta com núcleo, sendo que esta dieta o pior resultado foi observado aos 56 dias de abate. Os frangos submetidos à dieta com núcleo apresentaram menor ($P < 0,05$) força de cisalhamento aos 56 dias de abate em relação à dieta formulada (Tabela 11).

Os resultados observados para IFM, colágeno total e frações da carne de sobrecoxa não apresentaram diferenças ($P > 0,05$) entre os tratamentos estudados.

Tabela 11. Resultados de força de cisalhamento, índice de fragmentação miofibrilar, colágeno total e frações da carne da sobrecoxa de frangos de corte de crescimento lento submetidos a diferentes dietas e idades de abate.

Variável	Idade	Dieta		Média	CV (%)	P-valor		
		Formulada	Núcleo			Dieta	Idade	Dieta x Idade
FC (kgf)	56	2,04Ab	1,49Ca	1,76	7,53	0,0078	<0,0001	0,0272
	70	2,18Aab	2,04Ab	2,11				
	84	2,37Ba	2,36Ba	2,37				
	Média	2,20	1,96					
IFM	56	114,20	101,80	108,00	12,79	0,0954	0,7934	0,7957
	70	105,90	100,03	102,96				
	84	115,36	98,90	107,13				
	Média	111,82	100,24					
Colágeno Total (%)	56	0,19	0,19	0,19	12,87	0,9359	0,5580	0,6918
	70	0,20	0,21	0,20				
	84	0,21	0,20	0,20				
	Média	0,20	0,20					
Colágeno Solúvel (%)	56	45,31	43,35	44,33	9,75	0,5435	0,7518	0,7513
	70	42,02	42,89	42,45				
	84	44,73	42,07	43,40				
	Média	44,02	42,77					
Colágeno Insolúvel (%)	56	54,68	56,64	55,66	7,47	0,5435	0,7518	0,7513
	70	57,96	57,09	57,53				
	84	55,26	57,92	56,59				
	Média	55,97	57,22					

^{a,b*}Médias seguidas por letras minúsculas distintas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

^{A,B*}Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na coluna diferem entre si pelo teste F (P<0,05). FC: força de cisalhamento (Kg); IFM: índice de fragmentação miofibrilar.

DISCUSSÃO

A maciez da carne do peito parece estar mais relacionada ao potencial de fragmentação das miofibrilas e da proporção colágeno solúvel e insolúvel que a carne da coxa.

Embora não diferentes estatisticamente entre as idades, o valor de força de cisalhamento da carne de coxa e sobrecoxa foi maior que os observados para carne do peito e não teve efeito do colágeno em nenhum dos dois cortes. Isto nos indica que provavelmente embora a carne de peito seja mais macia que a coxa, o tipo (comprimento mais longo, espessura maior e disposição das suas fibras) sejam mais dependentes do colágeno para manter a estrutura e forma física do músculo (Gomide et al., 2013) o que indiretamente resulta em menor IFM e maiores quantidades de colágeno para manutenção dessa estrutura.

Esse colágeno por sua vez atua diminuindo os IFM (não deixa as miofibrilas se fragmentarem), pois mantém mais firmemente a estrutura das fibras do peito a fim de garantir sua organização (Vieira et al., 2017).

Estudos relatam que animais mais velhos apresentam músculos mais estruturados e com textura mais grosseira, devido a maior quantidade de colágeno insolúvel, o que reflete negativamente na maciez (Gomide et al., 2013).

Além disso, o músculo do peito por ser um local de deposição tardia de gordura e possuir menor depósito intramuscular e intermuscular, permite que o resfriamento das massas musculares ocorra mais rapidamente, provocando o encurtamento dos sarcômeros (unidades contrácteis dos músculos) e conseqüentemente, o endurecimento da carne, justificando os menores valores de índice de fragmentação miofibrilar encontrados para a carne de peito, quando comparado aos outros cortes, estando associados com a menor maciez (Alves et al., 2005).

A carne de peito de frango por ser constituída predominantemente por fibras brancas e por ser rica em glicose e glicogênio, é um músculo mais propenso a sofrer o fenômeno PSE. Em carnes que apresentam essa característica, irá ocorrer uma menor capacidade de reter água no músculo e, quanto menor a quantidade de água no músculo menor a maciez da carne (Gaya & Ferraz, 2006). Desta água presente no músculo cerca de 80% encontra-se retida entre os filamentos miofibrilares (Gomide et al., 2013) e se essa água por algum motivo não é mantida entre os filamentos miofibrilares, a carne torna-se mais exsudativa e conseqüentemente mais dura, refletindo na menor fragmentação miofibrilar, como pode ser observado na carne de peito neste estudo em relação aos corte de coxa e sobrecoxa.

Desta forma pode se inferir que a carne de peito de frangos abatidos aos 56 dias pode estar associada ao fenômeno PSE, apresentando conseqüentemente uma carne menos macia, uma vez que no dia do abate, as aves passaram por um longo (maior do que 8h) período de espera pré-abate aumentando o nível de estresse dos animais. Esse processo pode ter influenciado as reações e modificações post-mortem ocorridas na conversão músculo-carne. Segundo Dransfield & Sosnicki (1999) o rápido declínio do pH enquanto a temperatura da carcaça ainda está alta inativa o sistema calpaína e reduz o amaciamento *post mortem* da carne.

Embora na literatura não foram encontrados padrões que definam a maciez da carne de frango em função do valor do IFM, Culler et al. (1978) ao avaliarem a relação existente entre o IFM e as características físicas, químicas e sensoriais do músculo

longissimus bovino, definiram carnes com valores de IFM iguais ou superiores a 60 como macias; carnes com IFM próximo a 50 como intermediárias ou ligeiramente macias; e carne com IFM próximo a 35 como duras.

Sendo assim todos os resultados de IFM obtidos neste estudo para a carne de frango independente do tratamento indicam carne extremamente macia, utilizando o padrão proposto por Culler et al. (1978) uma vez que foi a metodologia utilizada neste trabalho.

Ao utilizar fêmeas de linhagem comercial abatidas com 42 dias de idade, Mello (2016) observou que a carne de peito destas aves foi extremamente macia, com valores de IFM de 120,68. No presente estudo o maior valor de IFM encontrado para carne de peito foi de 103,30 e o menor de 84,20 utilizando linhagem de crescimento lento, cuja a idade de abate é mais tardia quando comparado as linhagens comerciais. Embora as linhagens utilizadas sejam diferentes, ambas apresentaram carnes extremamente macias.

De acordo com Santos et al. (2005) as aves selecionadas para alta taxa de crescimento tendem a possuir fibras musculares maiores e em maior número do que as aves não selecionadas, entretanto as proporções de tipos de fibras musculares não se alteram entre estes animais, afetando a textura da carne.

Para a variável força de cisalhamento na carne de peito, embora não tenham sido observados efeitos da influência dos tratamentos, os valores encontrados neste estudo 1,95; 1,76 e 1,86 kgf de força de cisalhamento às idades de 56, 70 e 84 dias podem ser considerados baixos, demonstrando carnes extremamente macias. Uma vez que o teste de cisalhamento mede a força necessária para cortar um alimento (Ramos & Gomide, 2017) e quanto menor é esta força aplicada, mais macia é a carne.

Sendo assim, Lyon & Lyon 1990, concluíram que valores de WBsSF < 5,8 kgf correspondem a uma categoria de aceitabilidade da textura como um todo "boa a muito boa" para a carne de peito de frangos cozida. Posteriormente, em outro experimento Lyon & Lyon (1991) determinaram os seguintes limites ou categorias de maciez para a carne de frango: carne extremamente macia: WBsSF < 3,6 kgf.

Resultados semelhantes foram observados por Diniz et al. (2014) trabalhando com frangos de crescimento rápido da linhagem Cobb e Oliveira et al. (2015) utilizando linhagens de crescimento lento, para força de cisalhamento da carne de peito de 1,76 kgf em frangos abatidos aos 42 dias e 1,97 kgf em frangos abatidos aos 85 dias, respectivamente.

Linhagens de crescimento lento, índio gigante, criados de forma semi-intensiva apresentaram força de cisalhamento de 4,79 kgf para carne de peito (Cruz et al., 2018), sendo superior aos valores relatados neste estudo. Entretanto, Potença et al. (2010), observaram valores de 5,09 kgf de força de cisalhamento para a carne de peito em frangos convencionais abatidos aos 42 dias.

Comparando os dados do presente estudo para força de cisalhamento do corte de peito com os dados encontrados na literatura, pode se observar que embora a linhagem utilizada tenha sido de crescimento lento e esta apresentar maior idade de abate com relação as linhagens comerciais de crescimento rápido, a carne de peito apresentou-se extremamente macia. Estes resultados podem estar correlacionados com a forma de criação destes animais, pois não tiveram acesso a áreas de piquete, sendo criados de forma intensiva, o que pode ter contribuído para a redução de exercício realizado por esses animais resultando em carne mais macias, com baixos valores de força de cisalhamento.

Devido a diferenciação na composição da carne da coxa e esta ser constituída por vários músculos e esses cada um com seus epimísios, endomísios e perimísios todos compostos por colágeno (Cruz et al., 2018), podem resultar em maior força de cisalhamento por poderem se tornar mais rígidos durante o cozimento, alterando os valores desta avaliação.

Segundo Lorenzo et al. (2011) a força de cisalhamento possui correlação positiva com o conteúdo de colágeno no músculo. Desta forma pode se inferir que a maior quantidade de colágeno insolúvel com relação a fração solúvel na coxa influenciou nos resultados de força de cisalhamento neste estudo.

A quantidade de colágeno insolúvel na carne de sobrecoxa é maior que nos demais cortes e isso pode ser um dos motivos da carne mais dura com o avançar da idade dos animais. Essa maior quantidade de colágeno insolúvel na sobrecoxa pode ser explicada pela função dos músculos na movimentação.

Por serem mais exigidos para o exercício, apresentam maior proporção de fibras oxidativas, em relação a fibras glicolíticas (fibras estas em maior quantidade no músculo do peito) armazenam mais gordura intramuscular e intermuscular, como reserva energética, além de possuírem maior quantidade e estruturação das fibras de colágeno com o avanço da idade (Lorenzo et al., 2011), e com isso, ocorrer redução na força de cisalhamento, como foi possível observar neste estudo.

De acordo com Zanusso & Dionello (2003), a velocidade de redução da solubilidade do colágeno está relacionada à taxa de desenvolvimento e maturidade fisiológica do animal.

Corroborando com os resultados do presente trabalho, Oliveira et al. (2015) encontraram 2,32 (kgf) para carne de sobrecoxa utilizando frango tipo caipira abatidos aos 85 dias de idade. Segundo Bickerstoffe et al. (1997) a carne é considerada macia quando apresenta valores de força de cisalhamento de 8 a 11 (kgf) e dura acima de 11 (kgf).

Para que a carne apresente maior textura, o percentual de colágeno insolúvel deve ser maior que o solúvel, originando a carne mais firme (Melo et al., 2015). Neste trabalho, os resultados para colágeno insolúvel em todos os cortes avaliados foi maior em relação aos valores obtidos para colágeno solúvel, o que evidencia a possibilidade de uma carne mais firme.

Por outro lado, uma vez que a idade influencia as frações de colágeno, relatos de Listrat et al. (2000), demonstram que como linhagens de crescimento lento apresentam maior idade de abate (em média 85 dias) com relação às linhagens comerciais de crescimento rápido (42 dias), há aumento no número de ligações cruzadas intra e entre as moléculas de tropocolágeno do colágeno, conferindo maior estabilidade a esta molécula, mas em contrapartida aumenta a insolubilidade do colágeno, como consequência a carne pode se tornar mais dura em animais que são abatidos mais tardiamente.

Foi constatado por Mello et al. (2012) maiores teores de colágeno na carne de peito de frangos de corte de crescimento lento criados no sistema semi intensivo abatidos aos 85 dias de idade (6,80 mg/g), em comparação a linhagens de crescimento rápido abatidos aos 42 dias criados no sistema convencional (5,91 mg/g).

CONCLUSÃO

Recomenda-se o abate de frangos de corte de crescimento lento aos 84 dias de idade a fim de se obter carne de sobrecoxa mais firme independente da dieta utilizada, atendendo desta forma a preferência dos consumidores por esse tipo de produto com maior textura.

AGRADECIMENTOS

Este estudo foi financiado em parte pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código Financeiro 001; Este estudo foi financiado em parte pela Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - UFMS / MEC - Brasil.

REFERÊNCIAS

ALVES, D. D.; TONISSI, R. H.; GOES, B.; MANCIO, B. A. Maciez da carne bovina. **Ciência Animal Brasileira**, v. 6, n. 3, p. 135-149, 2005.

BICKERSTAFFE, R.; Le COUTEUR, C.E.; MORTON, J.D. Consistency of tenderness in New Zealand retail meat. In: international congress of meat science and technology, 43., 1997, Auckland. **Proceedings...** Auckland, Nova Zelândia, 1997. p.196-197.

CRUZ, F.L.; SILVA, A.A.; MACHADO, I.F.M.; VIEIRA, L.C.; ESTEVES, C.; FASSANI, E.J.; FARIA, P.B. Meat quality of chicken of different crossings in alternative system. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.70, n.1, p.254-262, 2018.

CULLER, R.D.; PARRISH JR, F.C.; SMITH, G.C.; CROSS, H.R. Relationship of myofibril fragmentation index to certain chemical, physical and sensory characteristics of bovine Longissimus muscle. **Journal of Food Science**, v.43, p.1177-1180, 1978.

DINIZ, T. T.; BORBA, H.; MELLO, J. L. M.; SILVA, H. O.; GRANJA-SALCEDO, Y. T. Efeito da temperatura ambiente e reutilização da cama na qualidade da carne de frangos de corte. **Revista de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 9, n. 2, p. 218-226, 2014.

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

GAYA, L. G.; FERRAZ, J. B. S. Aspectos genético-quantitativos da qualidade da carne de frangos. **Ciência Rural**, v.36, n.1, p. 349-356, 2006.

GOMIDE, L. A.; RAMOS, E. M.; FONTES, P. R. **Ciência e Qualidade da carne: Fundamentos**. Viçosa: Editora UFV, 2013. 197 p.

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

LISTRAT, A.; LETHIAS, C.; HOCQUETE, J. F.; RENAND, G.; MENISSIER, F.; GEAY, Y.; PICARD, B. Age-related changes and location of types I, III, XII and XIV collagen during development of skeletal muscles from genetically different animals. **Histochemical Journal**, v. 32, p. 349-356, 2000.

LYON, C. E.; LYON, B. G. Texture profile of broiler pectoralis major as influenced by post-mortem deboning time and heat method. **Poultry Science**, v. 69, n.2, p.329-340, 1991.

LYON, C. E.; LYON, B. G. The relationship of objective shear value and sensory tests to changes in tenderness of broiler breast meat. **Poultry Science**, v. 69, n.8, p.1420-1427, 1990.

MELLO, J. L. M. **Caracterização física e química da carne de peito de aves de diferentes idades submetida à maturação**. 2016. Tese de Doutorado-Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal.

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.

MELLO, A. S.; FERNANDES, R. T.; OLIVEIRA, V. R. M.; QUEIROZ, J. P. A.; DIAS, F. D. K. D.; SOUZA, R. F.; MARINHO, J. B. M.; SOUZA, A. O. V.; FILHO, C. A. S. Características físico-químicas e sensoriais de aves e ovos. **PubVet**, v.9, n.12, p. 536-543, 2015.

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

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

OLIVEIRA, F. R.; BOARI, C. A.; PIRES, A. V.; MOGNATO, J. C.; CARVALHO, R. M. S.; SANTOS JÚNIOR, M. A.; MATTIOLI, C. C. Jejum alimentar e qualidade da carne de frango de corte tipo caipira. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.16, n.3, p.667-677, 2015.

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.; GOMIDE, L. A. M. **Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologias**. Viçosa: Editora UFV, 1ª Edição, 2007, 599p.

RAMOS, E. M.; GOMIDE, L. A. M. **Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologias**. Viçosa: Editora UFV, 2ª Edição, 2017, 473p.

SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. Viçosa: Editora UFV, 2016, 82 p.

SANTOS, A.L.; SAKOMURA, N.K.; FREITAS, E.R. et al. Comparasion of free range broiler chicken strains raised in confined or semi-confined systems. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v. 7, n. 2, p. 85-92, 2005.

VENTURINI, K. S.; SARCIELLI, M. F.; SILVA, L. C. Características da carne de frango. **Boletim Técnico**- Universidade Federal do Espírito Santo. P r o g r a m a Institucional de Extensão:Boletim Técnico - PIE-UFES:01307, 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 Agrociência**, v.9, n.3, p.191-194, 2003.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio deste estudo, foi possível evidenciar que a interação entre a dieta e idade ao abate pode ser utilizada como ferramenta para melhorar os atributos de qualidade da carne de frangos de corte de crescimento lento.

Apesar de terem sido criados de forma intensiva, a qualidade da carne dos animais deste estudo apresentaram resultados interessantes para composição química e física dos músculos, proporcionando preservação das características de qualidade de preferência dos consumidores, como carne de coxa e sobrecoxa mais firme e escura e carne de peito com menor quantidade de gordura e colesterol.

Neste sentido novos estudos devem ser conduzidos para avaliação da percepção sensorial pelos consumidores e determinação no perfil lipídico da carne de linhagens de corte de crescimento lento criados.

APÊNDICE 1

Para determinação da composição centesimal, os cortes peito, coxa e sobrecoxa foram descongelados, retirados pele e a gordura subcutânea, triturados em processador até a completa homogeneização da amostra. Foi retirada uma amostra de ± 80 g, colocada em placa de petri, secas em estufa a 105°C por 72 horas (Figura 1), depois de secas foram trituradas em moinho de bola para obtenção de um material finamente moído, para determinação dos teores de umidade, matéria seca, proteína bruta, gordura e cinzas.



Figura 1- Secagem definitiva das amostras de carne em estufa de 105°C .

Os valores de Proteína Bruta foram obtidos pelo método de KJELDAHL e os de gordura determinados via extração com éter de petróleo em equipamento ANKOM. As cinzas foram determinadas após a queima em mufla a 600°C durante seis horas, com queima prévia em bloco digestor por causa da presença de gordura na carne, evitando a fervura e perda de amostras dentro da mufla (Figura 2).



Figura 2 - Cadinhos de porcelana com amostras de carne recebendo aquecimento para queima prévia.

A determinação do pH final, foi realizada após 24 horas do abate, com a utilização de um peagômetro digital marca Hanna, equipado com sonda de penetração. (Figura 3). O eletrodo foi inserido completamente em cada corte em dois pontos diferentes, anotando-se os valores após a estabilização do pH.



Figura 3- Determinação do pH 24 horas *post mortem*.

A avaliação da cor, foi realizada com auxílio de um colorímetro portátil modelo Minolta (Figura 4) com fonte de luz D65 e ângulo de leitura de 10°, para as características $L^*a^*b^*$ do sistema CIELab, onde L^* = luminosidade, variando do preto ao branco, a^* = variando do verde ao vermelho, b^* = variando do azul ao amarelo. Sendo posicionado o equipamento na porção ventral do músculo de cada corte em três diferentes pontos.



Figura 4- Avaliação da cor da carne do peito com colorímetro portátil.

Para a análise de Perda por cocção (Pcoz) os cortes, peito, coxa e sobrecoxa foram pesados e colocados para assar em forno elétrico convencional pré-aquecido à 193° C e a temperatura interna de cada amostra foi monitorada individualmente com auxílio de termômetro digital posicionado no centro geométrico da amostra. Ao atingirem a temperatura de 42° C os cortes foram virados e mantidos no forno até atingirem a temperatura interna de 71°C (Ramos & Gomide, 2017). Após o cozimento, retirou-se as amostras do forno e após esfriarem em ambiente e atingirem 28°C (Figura 5), foram pesadas novamente para a obtenção das perdas por cocção (PCoz) obtido pela proporção da diferença de peso inicial (Pi) antes do cozimento e peso final (Pf), após o cozimento, sendo:

$$[PCoz = (Pi - Pf) / Pi], \text{ expressa em \%}.$$



Figura 5- Amostras de peito assadas em forno convencional após atingirem 71°C.

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 tubo digestor, adicionado 4 ml de solução de hidróxido de potássio (KOH) a 50% e 6 ml de álcool etílico. Foram colocadas no homogeneizador de amostra (Turratec) por 10 segundos a 4000 rpm para trituração, em seguida no banho maria a 40° C até completa solubilização da amostra depois para 60°C por 10 minutos.

Posteriormente, foi adicionado 5 ml de água destilada, aguardando a amostra esfriar. Em seguida foi adicionado 10 ml de hexano, e agitado em vórtex por 10 segundos. Após a separação das fases, estas foram separadas com auxílio de uma pipeta

de vidro retirou-se o sobrenadante, a fase inferior foi colocada novamente no tubo 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 béquer e seco em temperatura ambiente. Depois de totalmente seco, foi adicionado 0,5 ml de álcool isopropílico e 3,6 ml de reagente de trabalho do kit labtest. Foi transferido do Béquer para um tubo de ensaio que 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 500 nm.

Para a calibração do espectrofotômetro foram feitas as soluções de calibração para a formação da curva padrão (Figura 6). A solução de calibração foi apenas 0,5 ml de isopropanol e 3,6 ml de reagente de trabalho, sendo considerada o “branco”. As soluções de calibração foram feitas a partir de um padrão de colesterol com concentração conhecida, presente no kit laboratorial (Tabela 1).

Tabela 1. Soluções para calibração da curva padrão de colesterol.

Concentração de colesterol mg/mL	Solução de Colesterol/ μ l (2mg/mL)	Álcool isopropílico, μ L	Reagente de trabalho, mL
0,01	20,8	479,2	3,6
0,02	41,6	458,4	3,6
0,03	62,4	437,6	3,6
0,04	83,2	416,8	3,6
0,05	104,0	396,0	3,6

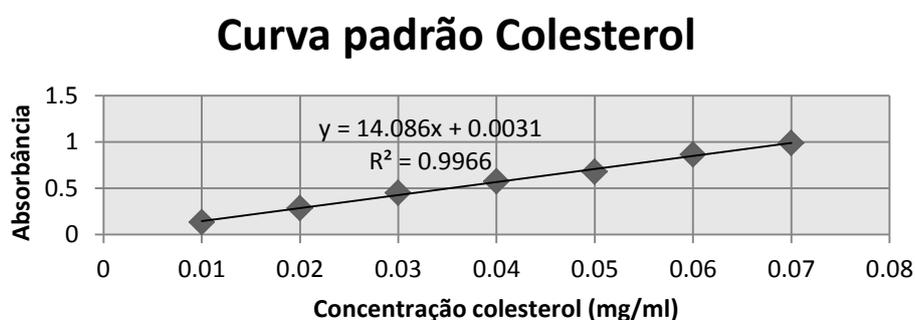


Figura 6- Curva padrão da concentração de colesterol (mg/ml) x absorbância.

Para as análises de força de cisalhamento as amostras foram as obtidas da análise de perda por cocção, sendo assadas no dia que antecedeu as avaliações de força de cisalhamento e armazenadas em geladeira (5°C) por 24 horas.



Figura 7- Carne de peito acondicionadas em geladeira por 24 horas.

Destas amostras foram retiradas cinco subamostras retangulares de cada corte, com auxílio de um molde para melhor padronização, com seção retangular de 1,0 cm largura x 2,0 cm comprimento, respeitando a espessura do corte (Figura 8). As subamostras foram cisalhadas no seu centro longitudinal em texturômetro com lâmina tipo WBsSF de fenda triangular a uma velocidade de 3,3mm/s. O valor final de força de cisalhamento foi obtido pela média dos valores das sub-amostras. Estes procedimentos foram repetidos para coxa, sobrecoxa e peito em todas as idades de abate (56, 70 e 84 dias).



Figura 8- Sub-amostra medindo 1,0 x 2,0 cm, removida no sentido longitudinal das fibras musculares.

A análise de índice de fragmentação miofibrilar (IFM) foi realizada de acordo com o descrito por Culler et al. (1978), sendo composta por 3 etapas: (i) extração das proteínas miofibrilares, (ii) avaliação da concentração protéica e (iii) determinação do índice propriamente dito. Para a realização da análise foram utilizadas duas soluções: solução tampão e a solução de biureto.

- Solução tampão: Foi dissolvido 14,91 g de cloreto de potássio, 2,72 g de fosfato de potássio monobásico, 3,50 g de fosfato de potássio dibásico, 0,41 g de cloreto de magnésio e 0,75 g de EDTA em 1,9L de água destilada, ajustando o pH para 7,0 com auxílio de um potenciômetro, em seguida, o volume foi completado para 2L. A solução foi resfriada a 4°C antes da análise.

- Reagente de Biureto: Foi dissolvido 1,5g de sulfato de cobre e 6g de tartarato de sódio e potássio em 500 ml de água destilada. Adicionou, sob agitação, 300 ml de NaOH 10% e 1g de iodeto de potássio, completando o volume de 1L com água destilada, acondicionado em frasco âmbar em geladeira (4 °C).

Quantificação de proteínas no homogenato (Método de Biureto)

Preparo da curva padrão do Biureto

- Solução padrão de Albumina de soro bovina 1% (BSA): 1g de albumina foi dissolvido em 80 mL de água destilada e completado o volume de 100 ml. Após o preparo as soluções foram vedadas e estocadas a 4°C.

Em tubos de ensaio foram colocados o reagente BSA e água destilada em quantidades conforme descritos na Tabela 2, para calibração da curva padrão. Em cada tubo contendo as diferentes concentrações foi adicionado 4 ml de reagente de biureto e homogeneizado em vórtex por 10 segundos, posteriormente deixados em repouso, protegidos da luz em temperatura ambiente $\pm 25^{\circ}\text{C}$, por 30 minutos. Após os 30 minutos e antecedendo a leitura em espectrofotômetro, os tubos contendo as amostras foram homogeneizados em vórtex por 10 segundos e em seguida realizada a leitura a 540 nm. Com os resultados obtidos, construiu-se a curva de concentração de proteínas (mg/ml) x absorvância, obtendo uma equação linear (Figura 9).

Tabela 2. Soluções para calibração da curva padrão de Biureto.

Soluções	B	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
BSA 1% (ml)	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
Água (ml)	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0,0
Proteína (mg/ml)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

BSA: Solução padrão de Albumina de soro bovina 1%. B: Branco.

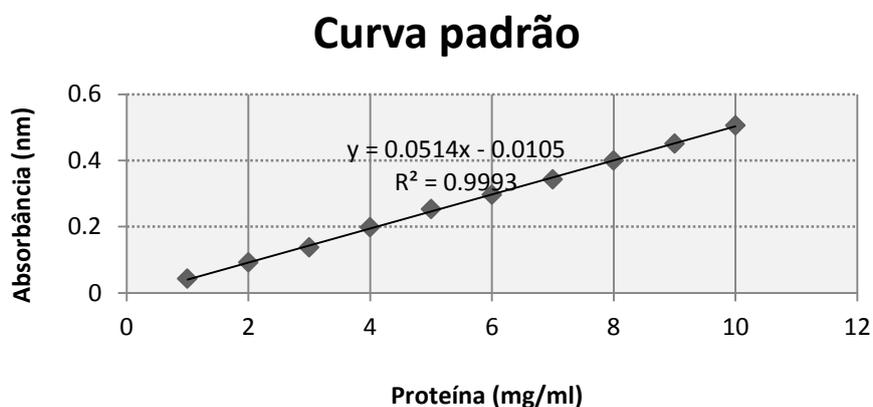


Figura 9- Curva padrão da concentração de proteínas (mg/ml) x absorbância.

(i) Extração das proteínas miofibrilares: Foram pesados 4g de carne triturada das amostras para cada corte peito, coxa e sobrecoxa nas três idades de abate (56, 70 e 84 dias) em duplicata. Junto as amostras foi adicionados 40 mL de solução tampão (4° C) e homogeneizadas a velocidade de 15.000 rpm por 30 segundos. Em seguida, o homogenato foi colocado em banho de gelo por 10 min, posteriormente, centrifugado a 3.000 giros por 15 minutos, após a centrifugação o sobrenadante foi descartado. O resíduo foi ressuspensão em 40 ml de solução tampão (4° C), com auxílio de um bastão de vidro, deixando novamente por 10 minutos no banho de gelo antes da centrifugação (3.000 giros/ 15 min).

O resíduo foi ressuspensão em 10 ml de solução tampão (4° C), e homogeneizado por 30 segundos. O homogenato foi filtrado utilizando uma peneira de polietileno (18 mesh) com intuito de remover restos de tecidos conectivos. O tubo de centrífuga foi lavado com mais 10 mL de solução tampão e peneirado, obtendo a amostra com as proteínas miofibrilares extraídas (Figura 10).

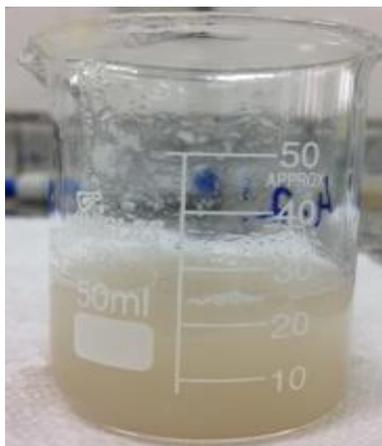


Figura 10- Amostra contendo proteínas miofibrilares extraídas

(ii) Avaliação da concentração de proteína: Em um tubo foram pipetados 0,25 ml da solução de homogenato (Figura 10), 0,75 ml da solução tampão e 4 ml de reagente de biureto. Para o “branco” foram colocados 1 ml de solução tampão no lugar do homogenato e 4 ml de reagente biureto. As soluções foram homogeneizadas em vórtex por 10 segundos e protegidas do escuro por 30 minutos para que ocorresse a reação. Após o período de incubação, os tubos contendo as amostras foram homogeneizados em vórtex por 10 segundos e em seguida realizada a leitura das absorbâncias em espectrofotômetro a 540 nm.

Pôde-se então, determinar a concentração de proteína das suspensões de miofibrilas em mg/ml da amostra, colocando os valores das absorbâncias obtidas na equação da curva-padrão da BSA ($Y = 0.0514x - 0.0105$).

Na equação, o Y foi considerado o valor da absorbância obtida e o X a quantidade de proteína necessária para obter uma solução com concentração de 0,5 mg de proteína/ml em uma solução final de 5 ml.

Feito isso, o cálculo do volume da alíquota a ser retirada dos homogenatos a serem diluídas com tampão IFM foi realizado utilizando a seguinte equação:

$$C1.V1 = C2. V2$$

Onde:

C1 = Concentração de 0,5 mg de proteína/ml

V1= Volume final da solução (5ml)

C2 = Concentração de proteína no homogenato necessária para se obter uma solução com 0,5mg de proteína/ml

V2= Volume de solução de miofibrilas necessário para que se obtenha uma concentração de 0,5 mg de proteína/ml

Por fim, as amostras foram homogeneizadas por agitação vigorosa e então submetidas à leitura em absorvância no comprimento de onda de 540 nm. O valor de IFM foi obtido pelo seguinte cálculo:

$$\text{IFM} = \text{Absorbância} \times 200$$

A determinação do colágeno foi realizada de acordo com o protocolo descrito por Hill (1966) e adaptações de Ramos e Gomide (2002). Primeiramente foram preparadas as soluções necessárias para a análise.

I- Solução de ácido clorídrico 6M: 990 ml de ácido clorídrico em 1000 ml de água destilada, em banho de gelo na capela. Após resfriamento, foi completado o volume com água destilada até 2 litros.

II- 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 e armazenado em geladeira.

III- Solução de extração: 125 ml da solução estoque de Ringer em 500 ml de água destilada; Preparada no dia análise.

VI- 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 o pH, o volume foi completado até 1 litro, armazenado em frasco âmbar em geladeira.

V- Solução estoque de cloramina-T: 1,75 gramas de cloramina-T em 25 ml de água destilada, preparada no dia da análise.

VI- Solução de ácido perclórico 60%: 85,7 ml de ácido perclórico 70% em 14,3 ml de água destilada.

VII- Solução oxidante: 10 ml de solução estoque de cloramina-T e 40 ml da solução tampão citrato; Preparado imediatamente antes do uso.

VIII- Solução de Ehrlich: 10 gramas de p-DABA em 35 ml da solução de ácido perclórico 60%. Sob agitação, adicionou-se vagarosamente 65 ml de isopropanol; Preparado no dia da análise.

IX- Solução estoque de hidroxiprolina (600 µg/ml): 60 mg de L-hidroxiprolina em 100 ml de água destilada; Preparado no dia da análise.

X- Solução de hidroxiprolina (6µg/ml): 1 ml da solução estoque de hidroxiprolina em 100 ml de água destilada; Preparado imediatamente antes do uso, utilizada para obter as concentrações de hidroxiprolina para construção da curva.

XI- Solução de NaOH 2M: 20 gramas de NaOH em 250 ml de água destilada.

XII- 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 25 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 a 77°C por 70 minutos, a cada dez minutos os tubos contendo amostra e soluções de extração foram misturadas com espátula para homogeneização e após 70 minutos foram resfriados em água corrente. Em seguida, os tubos foram colocados em banho de gelo por 5 minutos, posteriormente centrifugados com 3000 giros por 10 minutos, e novamente colocados em banho de gelo por mais 5 minutos. O sobrenadante foi retirado e colocado em tubo de ensaio, e ao resíduo no tubo Falcon foi adicionado 8 ml de solução de extração, colocados em banho de gelo por 5 minutos e novamente centrifugados por 10 minutos com 3000 giros.

O sobrenadante foi adicionado junto ao primeiro que havia sido retirado, e o resíduo foi transferido para outro tubo de ensaio identificado como "resíduo", 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.

Foram preparadas soluções (Figura 11) com diferentes concentrações de hidroxiprolina (Tabela 3), para obtenção da curva padrão (Figura 12).

Tabela 3. Soluções para calibração da curva de hidroxiprolina.

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

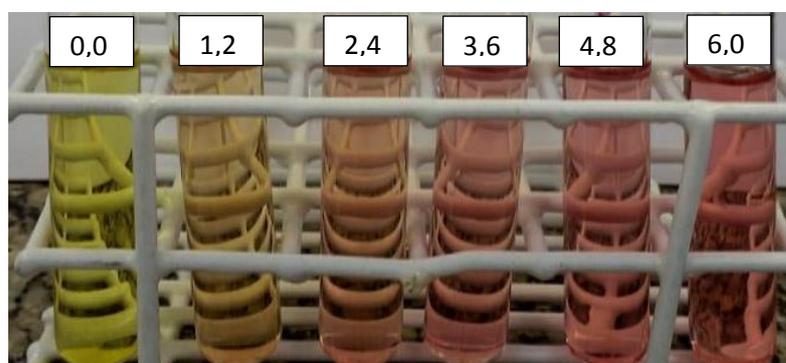


Figura 11- Diferentes concentrações de hidroxiprolina (µg) para determinação da curva padrão.

A partir dos valores obtidos em cada leitura da absorvância foi possível construir a curva de calibração e determinar o colágeno, através da quantificação da hidroxiprolina no músculo de cada corte (Figura 12).

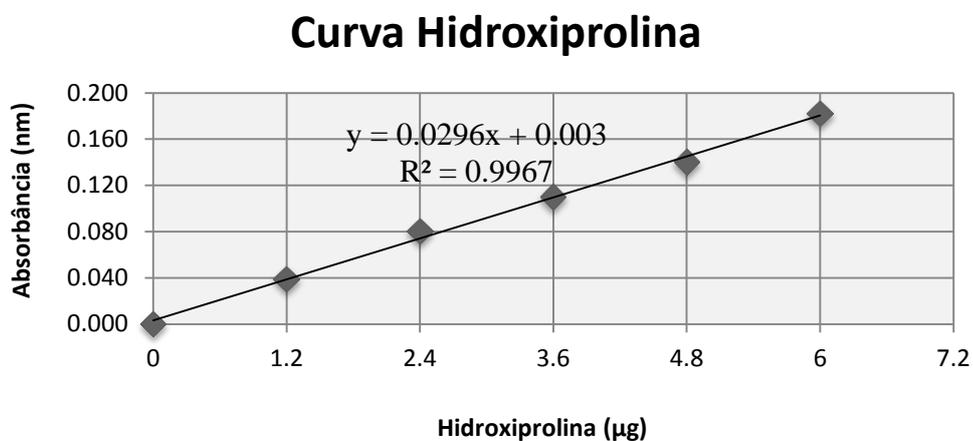


Figura 12- Curva padrão da concentração de hidroxiprolina.

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 indicador vermelho de metila. O hidrolisado foi titulado com uma solução de NaOH 2 M, mudando da cor rósea para amarelo claro. 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 em ambiente escuro. 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.