

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINARIA**

JÉSSICA CAMARGOS OLIVEIRA

**PERFIL DA TEXTURA DO FILÉ DE PEITO DE FRANGO, EM DIFERENTES
PONTOS, USANDO A LÂMINA PADRÃO WARNER-BRATZLER**

UBERLÂNDIA – MG

2021

JÉSSICA CAMARGOS OLIVEIRA

**PERFIL DA TEXTURA DO FILÉ DE PEITO DE FRANGO, EM DIFERENTES
PONTOS, USANDO A LÂMINA PADRÃO WARNER-BRATZLER**

Monografia apresentada à coordenação do curso graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial à obtenção do título de Graduação em Zootecnia.

Orientador: Lúcio Vilela Carneiro Girão.

UBERLÂNDIA – MG

2021

JÉSSICA CAMARGOS OLIVEIRA

**PERFIL DA TEXTURA DO FILÉ DE PEITO DE FRANGO, EM DIFERENTES
PONTOS, USANDO A LÂMINA PADRÃO WARNER-BRATZLER**

Monografia aprovada como requisito parcial
a obtenção do título de Zootecnista no curso
de graduação em Zootecnia da Universidade
Federal de Uberlândia

APROVADA EM: 04/11/2021

PROF. DR. LÚCIO VILELA CARNEIRO GIRÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

PROF.^a DR.^a. ÁGUIDA GARRETH FERRAZ ROCHA
UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

PROF.^a DR.^a. BELCHIOLINA BEATRIZ FONSECA
UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

UBERLÂNDIA – MG

2021

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
2. OBJETIVO.....	10
3. REFERENCIAL TEÓRICO	10
3.1 Importância da produção avícola	10
3.2. Mercado consumidor	11
3.3 Fibra muscular	11
3.4 <i>Pectoralis major</i>	12
3.5 Qualidade da carne.....	12
3.6 Força de cisalhamento	13
3.7 Diferença das fibras musculares	14
4. MATERIAIS E MÉTODOS	15
4.1 Análise da maciez	16
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
6. CONCLUSÕES.....	19
REFERÊNCIAS	20

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Níveis nutricionais das dietas experimentais utilizadas nos seguintes tratamentos	16
Tabela 2 - Resultados de maciez nos segmentos A, B e C de fíles de frango (músculo <i>Pectoralis major</i>)	18

RESUMO

As mudanças na economia mundial forçaram os avicultores a aumentarem a produtividade e reduzirem os custos de produção. Porém, o mercado da carne de frango ficou mais exigente e os consumidores preferem o peito de frango maior, saudável e macio. Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi investigar a variação de maciez ou textura utilizando a lâmina de WARNER-BRATZLER (WB) em diferentes pontos dos filés de peito de frango desossados (*Pectoralis major*). Foram utilizados 1.600 machos *Cobb Slow*, alojados ao primeiro dia de vida, com permanência até o 42º dia. Em seguida foi avaliada a força de cisalhamento em 40 amostras de peito de frango (*Pectoralis major*). Cada tira foi cisalhada em 3 locais (locais A, B e C) e alturas em cada ponto de cisalhamento foram padronizadas para evitar variação. A força máxima medida para cortar as tiras foi expresso como Newtons (N) e Área (Kg.seg⁻¹). O ponto A, porção mais cranial do filé de frango apresentou os menores resultados de maciez em comparação com os pontos B e C, mais caudais, apresentando os valores (3,67 N; 2,61 N e 2,53 N), respectivamente. Os pontos B e C avaliados não apresentaram resultados diferentes ($P > 0,05$), fortalecendo outros resultados da literatura. Concluímos que houve variações de textura e suas relações entre os diferentes pontos dos filés de peito de frango desossados (*Pectoralis major*), utilizando a lâmina de WARNER-BRATZLER (WB) no aparelho texturômetro.

Palavras-chave: ave, cisalhamento, fibra, maciez, músculo.

ABSTRACT

Changes in the world economy have forced poultry farmers to increase productivity and reduce production costs. However, the meat market has become more demanding and consumers prefer the bigger, healthy and tender chicken breast. In this sense, the objective of this work was to investigate the variation of tenderness or texture using the WARNER-BRATZLER (WB) blade at different points of boneless chicken breast fillets (*Pectoralis major*). In this experiment, 1,600 Cobb Slow males were used, housed on the first day of life, with permanence until the 42nd day. Then, the shear force was evaluated in 40 samples of chicken breast (*Pectoralis major*). Each strip was sheared at 3 locations (locations A, B and C) and heights at each shear point were standardized to avoid variation. The maximum measured force to cut the strips was expressed as Newtons (N) and Area (Kg.sec-1). The point A, the most cranial portion of the chicken fillet presented the lowest tenderness results in comparison with points B and C, more caudal, presenting values (3.67 N; 2.61 N and 2.53 N), respectively. The evaluated points B and C did not present different results ($P > 0.05$), strengthening other results in the literature. We conclude that there were texture variations and their relations among the different points of boneless chicken breast fillets (*Pectoralis major*), using the WARNER-BRATZLER (WB) blade in the texturometer device.

Keywords: bird, shear, fiber, softness, muscle.

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, a avicultura vem sofrendo grandes mudanças, principalmente pelas novas tecnologias aplicadas à genética, nutrição e sanidade, fazendo com que os índices de produtividade rompam barreiras cada vez maiores todos os anos (BATISTA, 2001). Porém, atualmente para atingir o mercado externo, o qual está adotando normas relativas ao bem-estar animal e qualidade de carne, serão necessárias adequações aos sistemas de criação praticados, com o intuito de atender às tais exigências.

As medidas relevantes na avaliação do bem-estar animal incluem o nível de injúria dos animais, tais como defeitos nas carcaças, incidência de doenças e as respostas comportamentais e fisiológicas. Especificamente, os efeitos fisiológicos indicam o estado de estresse do animal, que influenciam diretamente no desempenho, características de carcaça e qualidade da carne (BERAQUET, 1999).

Segundo Moreira et al., (2004), as mudanças em curso na economia mundial forçam os avicultores a aumentarem a produtividade e reduzirem os custos de produção, pois têm gerado desconsideração com o bem-estar animal, aumentando-se a densidade nos galpões e restringindo a movimentação das aves. O aumento na densidade exige maior controle ambiental, pois o excesso de aves gera calor, restringe a movimentação do ar e aumenta a temperatura ambiente. Como consequência tem-se a redução do ganho de peso, aumento da taxa de mortalidade e das anomalias associadas à perda de qualidade da carne.

Métodos instrumentais como o sistema de cisalhamento de compressão (Allo-Kramer – lâmina múltipla e Warner-Bratzler Shear Blade) são comumente usados na indústria de aves para avaliar a maciez no envelhecimento de carnes de peito de frango e o efeito da desossa. A análise sensorial descritiva é um método que os pesquisadores costumam usar para avaliar atributos relacionados com a maciez de carnes de aves. Estes tipos de ensaios são muito confiáveis e têm sido correlacionados com as análises instrumentais. Contudo, podem ser extensiva e excessivamente demorados (CRUZ, 2013).

Para Pearson e Young (1989), entender o crescimento e desenvolvimento muscular é um dos aspectos mais importantes na ciência animal. Cerca de 30 a 40% do peso vivo animal, incluindo o homem, consiste de músculo esquelético. Este é formado por feixes de

células muito longas, cilíndricas e multinucleadas, com um diâmetro que varia de 10 a 100µm, chamadas fibras musculares esqueléticas. Num músculo, as fibras musculares estão organizadas em feixes envolvidos por uma membrana externa de tecido conjuntivo, o epimísio. Dele partem septos muito finos de tecidos conjuntivo, que se dirigem para o interior do músculo, dividindo-o em fascículos. Esses septos são chamados de perimísio. Cada fibra muscular, por sua vez, é envolvida por uma camada muito fina de fibrasreticulares, formando o endomísio (GONZALES e SARTORI, 2002). Existem dois tipos de músculos esqueléticos, o vermelho e o branco. O vermelho é constituído predominantemente por fibras oxidativas e o músculo branco é formado predominantemente por fibras glicolíticas (BANKS, 1992). A massa muscular é determinada, principalmente, pelo número de fibras musculares e pelo tamanho dessas fibras. Animais com maior número de fibras musculares de tamanho moderado produzem carnes de melhor qualidade. Durante a miogênese, o número de fibras musculares é determinado pelos fatores genéticos e ambientais (REHFELDT et al., 2000). Os mesmos autores afirmam que após o nascimento o número total de fibras permanece constante nos mamíferos e aves, e que o incremento da massa muscular esquelética é, principalmente, devido à hipertrofia de fibra, acompanhado da atividade proliferativa das células satélites, as quais são fonte de novos núcleos que serão incorporados na fibra muscular.

A avaliação instrumental pela mensuração da força de cisalhamento tem sido a principal ferramenta utilizada em estudos envolvendo a textura da carne. No entanto, para que os resultados desses estudos possam ser analisados comparativamente, é necessário que os fatores de variação sejam minimizados. O tamanho e o formato da amostra, a orientação das fibras musculares, as condições do tratamento térmico que precede a análise e a temperatura das amostras no momento da análise são alguns dos parâmetros que devem ser padronizados, visando a maximizar a correlação da avaliação instrumental com a percepção sensorial da maciez (POSTE et al., 1993). Além disso, os fatores relativos ao equipamento também devem ser padronizados.

Diferenças na espessura, no formato, no ângulo e no comprimento das lâminas comprovadamente influenciam os valores de força de cisalhamento (APPLE et al., 1999). Por isso, o governo dos Estados Unidos, por meio do United States Department of Agriculture (USDA), o órgão federal responsável pelos assuntos ligados à agropecuária,

padronizou os procedimentos para avaliação da força de cisalhamento da carne (WHEELER et al., 1997)..

2. OBJETIVO

O objetivo deste estudo foi investigar a variação maciez e/ou textura utilizando a lâmina de WARNER-BRATZLER (WB) em diferentes pontos dos filés de peito de frango desossados (*Pectoralis major*).

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Importância da produção avícola

A produção de frangos de corte, é considerada uma atividade econômica internacionalizada e uniforme, sem fronteiras geográficas de tecnologia. Podendo ser considerada um complexo industrial que não deve ser analisado apenas sob o aspecto de produção e distribuição, e sim por meio de uma abordagem sistêmica do setor. As características desta atividade contribuem para aumentar a geração de emprego e de renda no campo (VIEIRA & DIAS, 2005).

A Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA) projeta que o Brasil deve produzir em 2021 até 14,3 milhões de toneladas de carne de frango, um crescimento de cerca de 3,5% em relação às 13,845 milhões de toneladas do ano de 2021. Para 2022, a perspectiva é de que a produção brasileira de carne de frango fique entre 14,4 milhões e 14,7 milhões de toneladas, um crescimento de até 4,5% na comparação com a projeção de 2021. As exportações, por sua vez, podem ser até 3,5% maiores na mesma base comparativa, podendo atingir 4,65 milhões de toneladas. A ABPA informou, ainda, que o consumo doméstico tende a aumentar até 6,5% em 2022, para até 10,15 milhões de toneladas, com o consumo per capita podendo chegar a 47,5 kg/ano, 5,5% maior do que a projeção para este ano (AVICULTURA INDUSTRIAL, 2021).

3.2. Mercado consumidor

A carne de frango é tradição nas refeições brasileiras em razão do seu custo benefício, pois além de possuir um preço acessível, possui qualidade sensorial e nutricional caracterizada pelo alto teor de proteínas, ácidos graxos essenciais, água e sais minerais, como ferro e vitaminas do complexo B. Os nutrientes presentes na carne são importantes à saúde, e sua ingestão, junto com outros alimentos, são indispensáveis na regulação de processos fisiológicos (VELHO et.al., 2015).

Segundo o United States Department of Agriculture (USDA), o crescimento do consumo de carne de frango deverá ser impulsionado por uma mudança induzida pela pandemia do Corona Vírus em direção à compra de fontes de proteína mais baratas, principalmente frango e ovos. A carne bovina continua sendo a fonte de proteína preferida para a maioria dos brasileiros, mas está cada vez mais fora do alcance dos cidadãos de média e baixa renda.

Os preços da carne de frango deverão permanecer elevados até o final de 2021 e no ano seguinte. De janeiro a meados de agosto de 2021, o preço médio do frango resfriado foi de R \$ 7,37 (US \$ 1,38) o quilo e recorde de R \$ 8,37 (US \$ 1,56) o quilo, em meados de agosto. A título de comparação, em 2020, o preço recorde havia sido de R \$ 6,51 (US \$ 1,26)(USDA,2021).

Esse aumento significativo nos preços do frango resfriado e congelado é resultado do aumento das demandas global e doméstica, da menor oferta e de um notável aumento no custo da ração animal. Como resultado dos custos de produção mais altos e dos preços ao consumidor mais altos, os produtores começaram a controlar a quantidade de oferta no mercado interno, refletindo num reforço também os preços internos.(USDA,2021)

3.3 Fibra muscular

O colágeno é uma proteína estrutural do tecido conectivo que compreende entre 20 e 25% do total de proteínas do corpo animal. Sua principal função no músculo é transmitir a força contrátil das unidades miofibrilares ao esqueleto para produzir movimento. É o principal componente dos ligamentos e tendões e constitui a rede proteica responsável pela estruturação e pelo suporte muscular. É um importante constituinte da qualidade da carne,

uma vez que está diretamente relacionado com sua textura e maciez. A variação da maciez ocorre em função de fatores *ante* e *post-mortem*, 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, 2007).

As células musculares são conhecidas como fibras musculares ou também como miócitos. São células alongadas, podendo ter um ou mais núcleos. Elas irão formar os tecidos musculares, que poderão ser de três tipos: muscular estriado cardíaco, muscular estriado esquelético ou muscular liso, cada um possuindo características funcionais e morfológicas próprias. No entanto, estes tipos de fibras musculares possuem em comum a característica a capacidade de gerar movimento pela contração. Isso se deve à presença de proteínas contráteis, principalmente actina e miosina. Estas proteínas estão organizadas de diferentes formas em cada tipo de tecido muscular. A cor avermelhada das fibras musculares é devido à mioglobina, uma proteína semelhante à hemoglobina presente nos glóbulos vermelhos, que cumpre o papel de conservar O₂ que vem da circulação para o metabolismo.

3.4 Pectoralis major

A evolução da produtividade, uniformidade e do processamento da carne de aves permitiu que os consumidores mudassem, nos últimos anos, sua preferência de compra. Houve aumento notável na demanda por carne de frango devido ao seu baixo preço, adequado perfil nutricional e facilidade de preparo. Essa demanda crescente pela carne de frango, portanto, pressionou os produtores e empresas avícolas a aumentarem a taxa de crescimento, eficiência alimentar, tamanho do músculo do peito e na redução da gordura abdominal, os quais resultaram em alterações das fibras musculares dos frangos (PETRACCI et al., 2015).

3.5 Qualidade da carne

Segundo Ismail e Joo (2017) para se produzir uma carne de frango de alta qualidade, é necessário entender os parâmetros de qualidade bem como os fatores que os controlam. Deste modo, o entendimento das características das fibras musculares e da qualidade da carne de frango atrelado com a taxa de crescimento rápido na indústria avícola

devem ser pesquisados constantemente. A definição para a qualidade da carne de frangos de corte é difícil por tratar-se de um conceito complexo, uma vez que é determinado pelas preferências dos consumidores (ISMAIL e JOO, 2017).

Entretanto, tal preferência está baseada nas respostas psicológicas e sensoriais únicas de cada indivíduo e que se relacionam diretamente aos cinco sentidos da percepção humana, tais como: audição, paladar, visão, olfato e tato (JOO et al., 2013). Fletcher (2002) afirmou que as principais características de qualidade da carne de aves são a aparência, textura, suculência, sabor e a funcionalidade. Segundo o autor, destes os mais importantes têm sido particularmente a aparência e a textura, em razão de influenciarem mais a seleção inicial e a satisfação final dos consumidores, respectivamente.

3.6 Força de cisalhamento

A força de cisalhamento é utilizada para avaliar a maciez da carne. Uma força maior para o cisalhamento indica maior dureza da carne. Durante o aquecimento até 50-60°C ocorre um aumento da força de cisalhamento. A 65°C ocorre uma queda brusca desta força, que aumenta novamente até chegar aos 80°C, para em seguida diminuir novamente. (LYON E LYON, 2001)

As medições da força de cisalhamento Warner-Bratzler são o indicador mais popular para a textura da carne (CULIOLI, 1995). O WB tem sido amplamente utilizado para prever a maciez ou qualidade da textura de filés de peito de frango (LYON E LYON, 2001).

Fatores como encurtamento do sarcômero, idade do frango e o teor de umidade da carne podem afetar negativamente a maciez da carne de peito de frango (MOREY; OWENS, 2017). No entanto, condições como a maturidade dos tecidos conjuntivos e o estado contrátil das proteínas miofibrilares são os principais contribuintes para a maciez da carne. A maturidade do tecido conjuntivo envolve a ligação cruzada do colágeno no músculo, ou seja, com o aumento da idade ocorre aumento das ligações cruzadas de colágeno, bem como o aumento no número de ligações cruzadas entre actina e a miosina. Em contrapartida, o estado contrátil das proteínas miofibrilares relaciona-se com a taxa e

gravidade do desenvolvimento do *rigor mortis* (MIR et al., 2017).

3.7 Diferença das fibras musculares

A textura do músculo é influenciada diretamente pela quantidade de fibras colágenas (LIRA, 1997) e estas variam sua porcentagem na composição muscular de acordo com a idade (LIRA, 1997), localização e propriedade funcional (SAKAKIBARA et al., 2000). Já para Nakamura et al. (1975), o aumento na quantidade de fibras colágenas também pode ser influenciado diretamente pela idade do animal.

Em frangos de corte, o exercício resulta em alterações no tamanho dos músculos e na modulação das suas fibras, confirmando que o padrão da atividade influencia na diferenciação do músculo. Tanto a colocação de barreiras quanto de rampas nos boxes convencionais de frangos de corte foi determinante para obtenção de músculos mais pesados após 3 a 4 semanas de exposição à nova situação (SANDUSKY & HEATH, 1988). O sistema de criação em semi confinamento, em comparação ao de confinamento, permite que as aves se movimentem continuamente e por maiores distâncias e, dependendo da intensidade e duração do exercício, incide em alterações significativas na musculatura esquelética das aves.

Segundo CAINE et al. (2003), a correlação entre a força de cisalhamento medida instrumentalmente com o uso da lâmina de Warner-Bratzler e a percepção sensorial, avaliada por uma equipe de provadores, é bastante variável. Apesar disso, os autores admitem que esse é o método de análise objetiva mais utilizado para avaliar a maciez da carne bovina. Por esse motivo, vários pesquisadores avaliaram os fatores que podem influenciar a análise, procurando otimizar os parâmetros dessa ferramenta analítica. FRANCIS et al. (1981) e POSTE et al. (1993) estudaram a influência dos parâmetros envolvidos na obtenção das amostras de carne a serem submetidas ao teste. BERRY (1993) estudou a influência do método de processamento térmico das amostras antes da análise. ZHUANG & SAVAGE (2009), trabalhando com filé de peito de frango, avaliaram a influência da posição da amostra retirada de diferentes pontos de um mesmo músculo. APPLE et al. (1999) estudaram a influência das técnicas de obtenção das amostras e da

forma de processamento térmico na avaliação da maciez da carne de porco. Diante disso, o USDA padronizou os parâmetros e procedimentos envolvidos na determinação da força de cisalhamento Warner-Bratzler, definindo um protocolo a ser adotado nessa avaliação (WHEELER et al., 1997). Esse protocolo especifica que a espessura da lâmina de cisalhamento deve ser de 1,016mm.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda de Experimentação da Universidade Federal de Uberlândia no setor de Aves (AVIEX-UFU). Foram utilizados 1.600 machos *Cobb Slow*, sendo alojados ao primeiro dia de vida permanecendo até o 42º dia de vida. Os manejos de todas as fases de criação, seguiram o modelo praticado na fazenda experimental da Universidade Federal de Uberlândia, semelhante às práticas de manejo avícola industrial da região, associadas ao recomendado pelo manual da linhagem de ave utilizada neste experimento. O programa de luz natural-artificial, consistia em duas horas de escuridão nas primeiras duas semanas, quatro horas de escuridão na terceira semana e uma hora de escuridão até a sexta semana.

O programa de alimentação teve quatro fases: ração inicial (1-7 dias), ração inicial (8-21 dias), ração de engorda (22-35 dias) e ração de abate (36-42 dias). As aves receberam ração e água potável ad libitum. As dietas de cada fase eram isoenergéticas e isonutritivas, produzidas com milho, farelo de soja, fosfato dicálcico, calcário, NaCl (sal de cozinha) e pré-mistura de vitaminas/minerais (Tabela 1). As exigências nutricionais foram seguindo os valores médios bromatológicos das tabelas brasileiras de aves e suínos segundo (ROSTAGNO et al., 2017).

Tabela 1 - Níveis nutricionais das dietas experimentais utilizadas nos seguintes tratamentos

Níveis nutricionais	Rações			
	Pré- inicial	Inicial	Engorda	Abate
Energia Metabolizável (kcal kg ⁻¹)	2.955	3.054	3.152	3.200
Proteína Bruta (%)	22,4	21,2	19,9	18,9
Cálcio (%)	0,93	0,83	0,75	0,65
Fosforo disponível (%)	0,46	0,39	0,35	0,3
Sódio (%)	0,22	0,22	0,22	0,21
Metionina digestível (%)	0,66	0,6	0,56	0,51
Metionina+Cistina (%)	0,95	0,87	0,82	0,76
Treonina digestível (%)	0,85	0,78	0,72	0,68
Lisina digestível (%)	1,3	1,2	1,11	1,04
Triptofano digestível (%)	0,24	0,23	0,22	0,21
Milho moído 8,2	57,32	59,5	61,28	64,3
Farelo de soja 46,5 (%)	36,88	34,07	31,52	28,85
Óleo de soja	1,75	2,83	3,95	4,04
Fosfato dicálcico	1,78	1,41	1,2	0,93
Calcário	0,84	0,9	0,84	0,77
Sal	0,45	0,45	0,43	0,43
DL- metionina	0,18	0,13	0,12	0,13
L-lisina HCl	0,28	0,24	0,2	0,19
MC-Mix minerais e vitaminas	0,4	0,4	0,4	0,3
L-treonina	0,11	0,08	0,05	0,04

¹ Exigência nutricional média apresentada por Rostagno et al. (2017).

Aos 42 dias de idade, as aves e as sobras de ração foram pesadas para avaliação do desempenho: peso vivo (PV), consumo de ração (FI) e conversão alimentar (CA). Ao final do experimento, 40 aves com peso médio 2,2 Kg (+/- 2,5%), foram eutanasiadas após jejum de 8 horas para avaliação dos cortes cárneos.

Foram colhidas 40 amostras do músculo do lado esquerdo *Pectoralis major* (filé do peito de frango) de ave, aproximadamente 150 g, retiradas carcaça, em torno de 24 horas após o abate. As amostras foram embaladas e armazenadas congeladas (- 20°C). Posteriormente, as amostras foram descongeladas em refrigerador a 5°C durante 24 horas. Em seguida, amostras de 150 g, foram embaladas a vácuo e cozidas em banho-maria (85°C durante 1 hora) até que a temperatura interna do filé estabilizasse em 78° C. As temperaturas internas foram verificadas na parte mais espessa de cada filé com um termômetro digital portátil equipado com uma sonda “tipo espeto”, marca comercial. Após essa etapa, foram

colocadas sobre papel absorvente até chegarem à temperatura ambiente e então foram pesadas novamente para determinação da perda de água após cocção, segundo metodologia adaptada de Honikel (1998).

4.1 Análise da maciez

Para a avaliação da maciez foi utilizado o texturômetro TA XT-Plus Texture Analyser 2i, equipado com dispositivo Warner-Bratzler, sendo a velocidade de descida do dispositivo foi de 200 mm/min (AMSA,1995). Foram utilizadas as 40 amostras usadas para determinação da perda de água por cocção e retirando faixa seguindo as fibras musculares com 1,9 cm, os quais foram colocados com as fibras orientadas no sentido perpendicular a probe do aparelho Warner-Blatzler. A largura das tiras foi removida do filé do peitocortando ao lado de um gabarito alinhado paralelamente às fibras musculares e adjacente à extremidade cranial (ver Figura 1). Cada tira foi cisalhada em 3 locais (locais A, B e C) e alturas em cada ponto de cisalhamento foram padronizadas para evitar variação. Força máxima medida para cortar as tiras foi expresso como Newtons (N) e Área (Kg.seg-1). O diagrama das amostras está apresentado na figura 1.

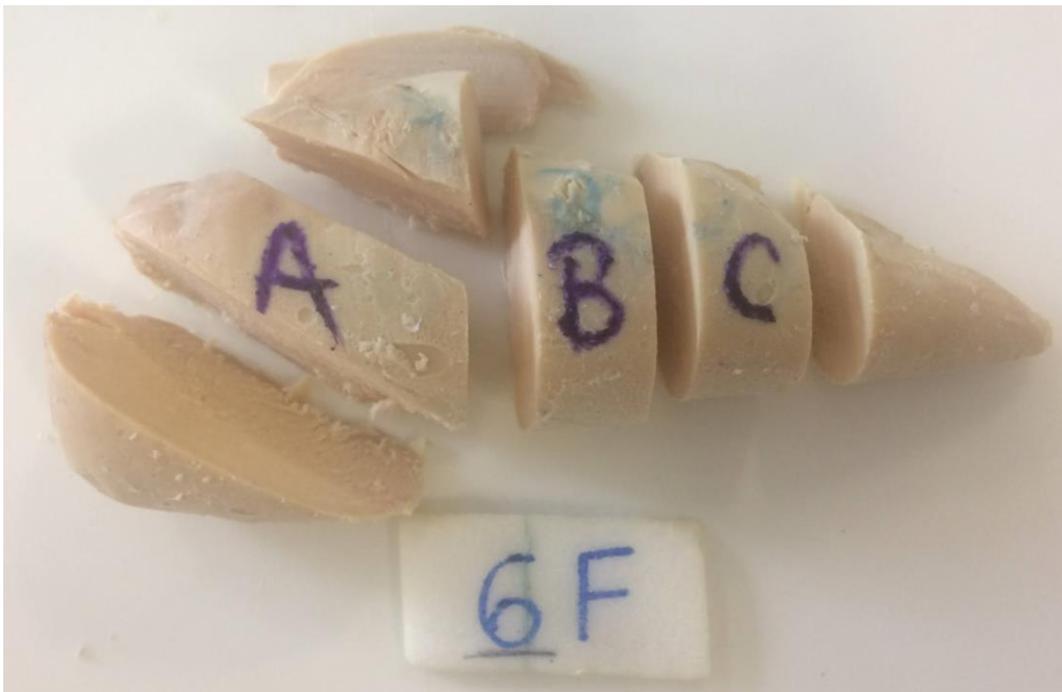


Figura 1 - Diagrama do esquema para seccionar o filé de peito de frango cozido para obter porções de teste ou tiras de 1,9 cm para medidas de maciez.

As variáveis foram checadas quanto à normalidade e submetidas à análise de variância (ANOVA) pelo procedimento GLM (*General Linear Models*) do pacote estatístico SAS (2008) as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de textura (maciez) nos três diferentes pontos (A, B e C) dos filés de frango (músculo *Pectoralis major*) estão apresentados na tabela 2. Observa-se que existe diferença ($P < 0,001$) entre a textura nos diferentes pontos propostos para avaliação da maciez no músculo *Pectoralis major*. O ponto A, porção mais cranial do filé de frango apresentou os maiores resultados de força de cisalhamento em comparação com os pontos B e C, mais caudais, apresentando os valores (3,67 Newtons ; 2,61 Newtons e 2,53 Newtons), respectivamente. Os pontos B e C avaliados não apresentaram resultados diferentes ($P > 0,05$), corroborando com outros resultados da literatura.

Diferenças nas medições de força entre locais intramusculares de filés de frango foram demonstrados por outros pesquisadores. Papa e Lyon (1989) relataram que para filés de frango com osso e quentes, os valores médios de dureza (Kgf) medidos por perfil de textura na localização craniana do músculo *Pectoralis major* eram maiores, significativamente, que nas partes médias e caudais do mesmo músculo. As diferenças encontradas neste estudo podem ser creditadas pelo diferente alinhamento das fibras musculares da parte cranial em relação a parte caudal do filé de frango. Outro possível motivo, seria em relação ao desenvolvimento do *rigor mortis* no músculo.

Tabela 2 - Resultados de textura nos segmentos A, B e C de filés de frango (músculo *Pectoralis major*)

Textura (maciez) ¹	Segmentos do filé de frango			CV% ²	SEM ³	P-valor ⁴
	A	B	C			
Newton (N)	3,67 ^a	2,61 ^b	2,53 ^b	27,57	0,072	<0,001
Área (Kg.seg ⁻¹)	5,85 ^a	4,34 ^b	4,08 ^b	38,36	0,160	<0,001

¹Médias de textura correspondentes aos três pontos avaliados no filé de frango (músculo *Pectoralis major*);

^{a e b} Foram encontradas diferenças na textura ($P < 0,001$) pelo teste de Tukey, com significância de 5%;

²CV(%) corresponde ao coeficiente de variação; ³SEM corresponde ao maior erro-padrão encontrado;

⁴Probabilidade estatística.

Segundo Papa e Fletcher (1988) demonstraram que a localização anterior de filé de frango com osso e quente, atingiu a fase de início do *rigor mortis* após 1 h, enquanto aqueles na localização posterior necessários entre 2 e 4 h *post-mortem*. Apesar de todos filés terem sido congelados após 24 h para posterior análise, após o estabelecimento do

rigor mortis, existe a formação de interações químicas e físicas, muitas vezes irreversíveis entre as fibras musculares, o que podem, em partes, explicar estes resultados.

O músculo peitoral das aves é dividido em *Pectoralis major* ou Peitoral superficial e *Pectoralis minor* ou supracoracoideu (ZAPATA, 2012). Na indústria de alimentos estes músculos são respectivamente reconhecidos como Filé (de peito) e Filézinho ou Sassame. Os músculos *Pectoralis* constituem os músculos do apêndice das aves, mas especificamente aos músculos do cingulo peitoral e do membro torácico (VANDEN BERGE, 1975). Esse músculo é o mais volumoso das aves, formando, em parte, a massa carnosa associada com o peito. É o maior músculo do voo e o mais importante componente do movimento de descida, da potência do movimento rítmico do bater de asas. (VANDEN BERGE, 1975). Ele tem origem na quilha do esterno e da clavícula, seguindo diretamente para a superfície ventral do tubérculo dorsal do úmero. Localiza-se dorsalmente ao rádio e seu curto tendão passa subcutaneamente sobre a superfície crâniodorsal da articulação do carpo e termina na extremidade proximal do osso metacárpico (DYCE e WENSING, 2010).

Os resultados deste estudo podem demonstrar ainda mais as variações da textura ou maciez e suas relações entre os diferentes pontos dentro dos filés de peito de frango (ZHUANG e SAVAGE, 2009). Os resultados também devem ser úteis para pesquisadores avícolas em relação a qualidade da carne, para melhor compreender os resultados da análise de textura publicada e planejar projetos experimentais.

6. CONCLUSÕES

Concluimos, que os valores demonstram variações de maciez e suas relações entre os diferentes pontos dos filés de peito de frango desossados (*Pectoralis major*), utilizando a lâmina de **WARNER-BRATZLER** (WB) no aparelho texturômetro. Os pontos que apresentaram maior maciez foram os locais B e C dos filés. O ponto A, apresentou maior força de cisalhamento, logo, maior dureza na carne. Concluimos que, a força de cisalhamento apresentou diferença, sugerindo que devemos ser cautelosos quando usamos a medição de um local para indicar a textura de todo o músculo.

REFERÊNCIAS

AMERICAN MEAT SCIENCE ASSOCIATION (AMSA). **Research guidelines for 26 cookery sensory and instrumental tenderness measurement of fresh meat.** Chicago, 27 48 p. 1995.

APPLE, J.K. . WHEELERS. SHACKELFORD M. Cooking and shearing methodology effects on warner-bratzler shear force values of pork. **Journal of Muscle Foods**, v.10, n.3, p.269-277, 1999. Disponível em: <<http://www3.interscience.wiley.com/cgi-bin/fulltext/119938665/PDFSTART>>. Acesso em: 12 de set. de 2021.

APPLE, J.K. T. WHEELERS. SHACKELFORDM. KOOHMARAIE Cooking and shearing methodology effects on warner-bratzler shear force values of pork. **Journal of Muscle Foods**, v.10, n.3, p.269-277, 1999. Disponível em: <<http://www3.interscience.wiley.com/cgi-bin/fulltext/119938665/PDFSTART>>. Acesso em: 29 de set. de 2021.

AVICULTURA INDUSTRIAL. **Brasil deve produzir em 2021 até 14,3 milhões de toneladas de carne de frango, alta de 3,5%** Disponível em:<<https://www.aviculturaindustrial.com.br/imprensa/brasil-deve-produzir-em-2021-ate-143-milhoes-de-tonelas-de-frango-alta-de-35/20210929-135709-T04>> Acesso em: 29 de set. de 2021

BANKS, W.J. **Tecido muscular.** In: **Histologia veterinária aplicada.** 2. ed. São Paulo: Manole., 1992. cap. 13, p. 215-236

BATISTA, P. S. **Tempos de recuperação da avicultura brasileira.** Anualpec, p. 237-239, 2001.

BERAQUET, N. **Influência de fatores ante e pos mortem na qualidade da carne de aves.** Revista Brasileira de Ciência Avícola, v. 1, n. 2, p. 155-166, 1999.

BERRY, B.W. Tenderness of beef loin steaks as influenced by marbling level, removal subcutaneous fat, and cooking method. **Journal of Animal Science**, v.71, n.9, p.2412- 2419, 1993. Disponível em: <<http://jas.fass.org/cgi/reprint/71/9/2412>>. Acesso em: 12 de set. de 2021.

BRESSAN, M.C. **Efeito dos fatores pre e pós-abate sobre a qualidade da carne de peito de frango**. 1998. 201 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas, SP. Disponível em: <<http://www.repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/255242>>. Acesso em: 04 de ago. de 2021

CAI, K, W SHAO, X CHEN, Y L CAMPBELL, M N NAIR, S P SUMAN, C M BEACH, M C GUYTON, M W SCHILLING **Meat quality traits and proteome profile of woody broiler breast (*Pectoralis major*) meat**. **Poultry Science**, v. 97, p. 337–346, 2018.

CAINE, W.R., J L AALHUS, D R BEST, M E R DUGAN, L E JEREMIAH Relationship of texture profile analysis and Warner-Bratzler shear force with sensory characteristics of breed rib steaks. **Meat Science**, v.64, n.4, p.333-339, 2003.

CULIOLI, J. **Maciez da carne: Avaliação mecânica**. In Expression of Tissue Proteinases and Regulation of Protein Degradation Conforme Related to Meat Quality. A. Ouali, DI DeMeyer e FJM Smulders, ed. ECCEAMST, Utrecht, Holanda. Páginas 239-263, 1995.

DYCE, K.M.; WESING, C.J.G. **Anatomy of birds. In: Textbook of veterinary anatomy. 4.ed. St. Louis: Saunders Elsevier, Cap.37, p.784-813, 2010.**

DVIR Z. **Isocinética: avaliações musculares, interpretações e aplicações clínicas**. 1ª ed. Barueri: Manole; 2002

FLETCHER, D. L. **Poultry meat quality**. World's Poultry Science Journal, v. 58, p. 131–145, 2002.

FRANCIS, S.J., D. M. ALLEN, C. L. KASTNER, P. E. DE FELICITHE Effect of coring method on beef Longissimus muscle shear force values. **Journal of Animal Science**, v.52, n.6, p.1294-1297, 1981. Disponível em: <<http://jas.fass.org/cgi/reprint/52/6/1294?maxtoshow=&hits=10&RESULTFO>>

RMAT=&andorexactfulltext=and&searchid=1& FIRSTINDEX=20&sortspec=relevance& volume=52&resourcetype=HWCIT>. Acesso em: 12 de set. de 2021.

GONZALES, E.; SARTORI, J. R. **Crescimento e metabolismo muscular**. In: MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. (Ed.). *Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte*. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, p. 279-297, 2002.

HUANG, H., SAVAGE, E.M., KAYS, S.E., HIMMELSBACH, D.S. **A survey of the quality of six retail brands of boneless skinless chicken breast fillets obtained from retail supermarkets in Athens, Georgia area**. *Journal of Food Quality*. 30:1068-1082, 2007.

ISMAIL, I.; JOO, S. T. **Poultry Meat Quality in Relation to Muscle Growth and Muscle Fiber Characteristics**. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, v. 37, n. 6, p. 873–883, 2017.

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

LYON, BG E CE LYON. **Qualidade da Carne: Sensorial e avaliações instrumentais**. Páginas 97-120 em *Processamento de Carne de Aves*. AR Sams, ed. CRC Press, Boca Raton, FL., 2001

MOREIRA, J.; MENDES, A. A.; ROÇA, R. O.; GARCIA, E. A.; NAAS, I. A.; GARCIA, R. G.; ALMEIDA, I. C. L. **Efeito da densidade populacional sobre desempenho, rendimento de carcaça e qualidade da carne em frangos de corte de diferentes linhagens**. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 33, n. 6, p. 1506-1519, 2004.

MOREY, A.; OWENS, C. M. **Methods for Measuring Meat Texture**. In: PETRACCI, M.; BERRI, C. (Eds.). **Poultry Quality Evaluation: Quality Attributes and Consumer Values**. 1. ed. Cambridge: Woodhead Publishing, 2017. p. 115–132.

NAKAMURA, R.; SEKOGUCHI, S.; SATO, Y. **The contribution of intramuscular collagen to the tenderness of meat from chickens with different ages.** Poultry Science, Champaign, v. 54, p. 1604- 1612, 1975.

OLIVEIRA, F.A. de, SALVADOR, F.C. **Determinação da contaminação microbiológica da carne de frango na cidade de Apucarana e Califórnia PR** Revista F@pciência, Apucarana PR, ISSN 1984 2333, v 8, n. 15, p. 159 171, 2011. Disponível em <http://docplayer.com.br/38169678Revistaapucaranaprisnv8n-p.html> Acessado em 27 de set. de 2021.

PAPA, C. M., AND C. E. LYON. **Shortening of the pectoralis muscle and meat tenderness of broiler chickens.** Poult. Sci. 68:663–669, 1989

PAPA, C. M., AND D. L. FLETCHER. **Pectoralis muscle shortening and rigor development at different locations within the broiler breast.** Poult. Sci. 67:635–640. 1988

PEARSON, A. M.; YOUNG, R. B. **Muscle and meat biochemistry.** San Diego: Academic Press, p. 457, 1989.

PETRACCI, M.; CAVANI, C. **Muscle Growth and Poultry Meat Quality Issues.** *Nutrients*, v. 4, p. 1–12, 2012.

POSTE, L.M. G.BUTLERD. MACKIEV.E. AGARB.K. THOMPSONR.L. CLIPLEFR. M.MCKAY **Correlations of sensory and instrumental meat tenderness value as affected by sampling techniques.** *Food Quality and Preference*, v.4, n.4, p.207-214, 1993.

RAMOS, E.M.; GOMIDE, L.A.M. **Textura e maciez da carne. In: Avaliação da qualidade de carnes – Fundamentos e metodologias.** Viçosa, MG: Ed. UFV, p. 375-454, 2007

SANDUSKY, C.L.; HEATH, J.L. **Growth characteristics of selected broiler muscles as affected by age and experimental pen design.** Poultry Science, v.67, n.11, p.1557-1567, 1988.

SOUZA, P.S. **Comparação dos efeitos da temperatura de cocção e espessura da lâmina de corte na força máxima de cisalhamento Warner-Bratzler, no *Longissimus dorsi* e determinação de um modelo matemático que correlacione estes parâmetros com a força máxima de cisalhamento.** PubVet, v.2, n.7, ed.18, art.155, 2008. Disponível em: <<http://www.pubvet.com.br/texto.php?id=149>>. Acesso em: 29 de set. de 2021.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA). **Poultry and Products Annual – Brazil. Poultry and Products Annual.** Brasil 2020. Disponível em: <https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/Report/DownloadReportByFileName?fileName=Poultry%20and%20Products%20Annual_Brasilia_Brazil_09-01-2021.pdf> Acesso em: 20 de out. de 2021.

VANDEN BERGE, J. C. Myology. In: Getty, R. (Ed.). **The anatomy of the domestic animals. 5th ed. Philadelphia: Saunders**, v.2, cap.61, p.1802-1848, 1975

VIEIRA, N.M. & DIAS, R.S. **Uma abordagem sistêmica da avicultura de corte na economia brasileira.** In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA E SOCIEDADE RURAL, 43, 2005, Ribeirão Preto. Anais... Ribeirão Preto: SOBER, 2005.

WHEELER, T.L, S. D. SHACKELFORD, AND M. KOOHMARAIE Standardizing collection and interpretation of Warner-Bratzler shear force and sensory tenderness data. **Proceedings of the Reciprocal Meat Conference**, v.50, p.68-77, 1997.

WHEELER, T.L , S. D. SHACKELFORD, AND M. KOOHMARAIE. Standardizing collection and interpretation of Warner-Bratzler shear force and sensory tenderness data. **Proceedings of the Reciprocal Meat Conference**, v.50, p.68-77, 1997. Disponível em: <<http://www.ars.usda.gov/sp2userfiles/place/54380530/1997500068.pdf>>. Acesso em: 29 de set. de 2021

ZAPATA, I. et al. **Comparative proteomic characterization of the sarcoplasmatic proteins in the pectoralis major and supracoracoideus breast muscle in 2 chicken genotypes.** Poultry Science, Champaign, v.91, n.7, p.1654-1659, Jul, 2012.

ZHUANG, H.; SAVAGE, E.M. **Variation and Pearson correlation coefficients of Warner-Bratzler shear force measurements within broiler breast fillets.** Poultry Science, v.88, n.1, p.214-220, 2009.