

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CÂMPUS DE BOTUCATU

CARACTERÍSTICAS DA CARNE DE BUBALINOS DE TRÊS GRUPOS
GENÉTICOS, TERMINADOS EM CONFINAMENTO E ABATIDOS À
MATURIDADE

VANESSA RAIKELLY MARQUES JACOB

Dissertação apresentada ao Programa
de Pós-graduação em Zootecnia como
parte das exigências para obtenção do
título de Mestre em Zootecnia.

BOTUCATU – SP

Abril- 2021

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CÂMPUS DE BOTUCATU

CARACTERÍSTICAS DA CARNE DE BUBALINOS DE TRÊS GRUPOS
GENÉTICOS, TERMINADOS EM CONFINAMENTO E ABATIDOS À
MATURIDADE

VANESSA RAIKELLY MARQUES JACOB

Zootecnista

Orientador: Prof. Dr. André Mendes Jorge

Co-orientadores: Dra. Caroline De Lima Francisco

Dr. André Michel de Castilhos

Dissertação apresentada ao Programa
de Pós-graduação em Zootecnia como
parte das exigências para obtenção do
título de Mestre em Zootecnia.

BOTUCATU – SP

Abril- 2021

J15c

Jacob, Vanessa Raikelly Marques

Características da carne de bubalinos de três grupos genéticos, terminados em confinamento e abatidos à maturidade / Vanessa Raikelly Marques Jacob. -- Botucatu, 2021

76 p. : tabs.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu

Orientador: André Mendes Jorge

Coorientadora: Caroline De Lima Francisco

1. Qualidade de carne. 2. Búfalo de rio. 3. Mediterrâneo, Murrah, Jafarabadi. 4. Cor, maciez, pH. 5. Maturidade fisiológica. I. Título.

BIOGRAFIA DO AUTOR

VANESSA RAIKELLY MARQUES JACOB - nascida no dia 15 de maio de 1993, na cidade de Itaituba/PA, filha de Rosinete Marques e Maikel Jackson Sena Jacob. Ingressou no curso de Zootecnia na Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), câmpus de Santarém/PA, em março de 2013 e graduou-se em junho de 2018. Em março de 2019, iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia na Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - UNESP- Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, câmpus de Botucatu, onde também foi bolsista pela CAPES.

“Dedico a Deus, a minha mãe Rosinete Marques e a minha avó Maria Senhorinha Marques (*in memória*) que com simplicidade e amor, moldaram meu caráter.”

Com muito amor e gratidão,

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus por me abençoar mesmo não sendo digna de tamanho amor e misericórdia, por ter me dado forças para suportar todas as adversidades e por colocar pessoas especiais em minha trajetória, as quais levarei para sempre no coração.

À minha família, Rosinete Marques (Mãe), Maria Senhorinha Marques (Avó *in memoria*), Caio Marques e Samuel Marques (Irmãos), Andreza Marques, Rebeca Marques e Junior Ribeiro (primos) e Daniel Oliveira (Padrasto) pelo apoio, amor e compreensão, e mesmo com a distância física, sempre se fizeram presentes.

Ao meu noivo Federico Grigolo pelo amor, apoio, compreensão e paciência.

Ao meu orientador Prof. Dr. André Mendes Jorge a quem serei eternamente grata pelos ensinamentos, amizade, confiança e oportunidade de orientação.

Aos meus co-orientadores Dra. Caroline de Lima Francisco e Dr. André Michel de Castilhos pela amizade, orientação, paciência e por contribuírem para realização desse trabalho.

As minhas eternas professoras e amigas Profa. Dra. Alanna do Socorro Lima da Silva, Profa. Dra. Isadora Karoline de Freitas e Profa. Dra. Fabrizia Sauyre Otani, que me serviram de inspiração como pessoas e profissionais, pelo apoio incondicional e por me mostrarem que é possível transformar o sonho em realidade.

Aos meus pastores Cezar Ricardo e Márcia Ricardo pelo o amor, cobertura espiritual e orações.

A todos os meus amigos Claudiane Martins, Ítalo Waughan, Daiane Viana, Rilene Soares, Davi Bentes, Mariane Felício, Juliano Mendes (*in memória*), Renato Dias, Leonardo Guimarães, Herivelton Fernandes, Pablo Prado, Marcela Silva, Gernilane Souza, Isabel Silvério e Guilherme Minssen pelo companheirismo e apoio, que me mostraram a importância da verdadeira amizade.

Aos meus colegas e companheiros de pós-graduação, Felipe de Barros e Camila Sabino, e aos estagiários, Matheus Oliveira, Vitor Fittipald, Maria Anita Souza, Ana Catarina Lima e Henrique Libanio pelo companheirismo e pela ajuda quando precisei, dentro e fora da universidade. Vocês fizeram meus dias mais leves e divertidos.

Aos meus professores da pós-graduação, em especial Prof. Dr. Mário de Beni Arrigoni, Prof. Dr. Luiz Edivaldo Pezzato e Prof. Dr. Rafael Silvio Bonilha Pinheiro que me serviram de inspiração como pessoas e profissionais, minha eterna gratidão pelos ensinamentos e momentos de conversa e apoio quando precisei, irei levá-los para sempre em meu coração e memória.

Aos funcionários da Área de Ensino, Pesquisa e Extensão (AEPE) em Bupalinos da FMVZ, UNESP, Arivaldo Inácio Primo Júnior “Dinho”, Wilson Bueno de Oliveira “Lipe” e Amarildo Vieira dos Santos “Liu”, pela amizade, companheirismo e por toda a ajuda nas atividades diárias.

A todos os animais que passaram pelo Centro de Pesquisas Tropicais em Bupalinos, agradeço pela oportunidade de tê-los utilizado em prol da pesquisa, educação e desenvolvimento do setor pecuário.

A toda a equipe do laboratório de Bromatologia da FMVZ – UNESP, chefiado pelo Prof. Dr. Paulo Roberto de Lima Meirelles. Obrigada por toda a assistência prestada.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior-Brasil (CAPES) – Código de financiamento 001, pela concessão da bolsa de mestrado.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pela concessão do auxílio financeiro na categoria Projeto Temático (Processo 2014/05473-7) sob a coordenação do Prof. Dr. André Mendes Jorge, ao qual a presente pesquisa faz parte.

Por fim, agradeço a todos aqueles que, de forma direta ou indireta, contribuíram com a realização desse projeto e com meu crescimento profissional e pessoal.

EPÍGRAFE

“A fé é a certeza de que vamos receber as coisas que esperamos e a prova de que existem coisas que não podemos ver”. (Hebreus-11: 1)

RESUMO GERAL

A crescente demanda por proteína animal, registrada nos últimos anos, vem impulsionando o aprimoramento na cadeia da bubalinocultura de corte, além disso, a carne bubalina apresenta excelentes índices com relação à composição química (alto teor de ferro, proteínas e ácidos graxos essenciais de alto valor biológico, baixas quantidades de gordura e colesterol). Assim, avaliou-se como o grupo genético (GG) e a maturidade fisiológica de bubalinos influenciam nos atributos de qualidade da carne. Foram utilizados 51 bubalinos machos não castrados de três grupos genéticos: Murrah, Mediterrâneo e Jafarabadi terminados em confinamento, com aproximadamente 14 meses. Para o desenvolvimento do trabalho foram feitas avaliações da qualidade da carne. A análise estatística utilizou o procedimento MIXED do SAS, para análise de modelos mistos com significância considerada se $P \leq 0,05$. O modelo incluiu GG como efeito fixo e o grau de maturidade (u) e o peso inicial foram adicionados como covariável caso fossem selecionados como tal. A umidade diferiu entre os GG ($P < 0,0001$), para qual grupo Jafarabadi exibiu maior teor (73,056g/100g de carne). Para proteína e gordura houve efeito do GG ($P < 0,05$), em que o grupo Murrah apresentou os maiores valores para ambas as variáveis (24,266 e 3,096 em g/100g de carne, respectivamente). Pode-se observar diferença de luminosidade (L^*), índice de vermelho (a^*) e ângulo de tonalidade (h^*) entre os grupos genéticos ($P < 0,05$). A luminosidade foi maior nos GG Mediterrâneo e Murrah, os quais diferiram entre si. O índice de vermelho foi maior no GG Jafarabadi. O ângulo de tonalidade foi maior no Mediterrâneo e Murrah e menor para o Jafarabadi. Ao avaliar as correlações entre maturidade e as características qualidade da carne houve correlação positiva entre o peso à maturidade e umidade ($r=0,3439$; $P=0,0071$) e negativa para proteína ($r= -0,2388$; $P=0,0662$) e gordura ($r= -0,3090$; $P=0,0163$). A umidade teve correlação negativa alta com a proteína ($r= -0,7309$; $P < 0,0001$) e gordura ($r= -0,8424$; $P < 0,0001$). Para proteína houve correlação positiva com a gordura ($r= 0,2559$; $P=0,0484$). Conclui-se que bubalinos dos grupos genéticos Jafarabadi, Mediterrâneo e Murrah terminados em confinamento e abatidos ao atingir a maturidade fisiológica apresentam variações em alguns parâmetros de qualidade da carne como: umidade, proteína, gordura e cor. Ao se comparar atributos de qualidade de carne de bubalinos de diferentes grupos genéticos, o grau de maturidade e o peso corporal vivo inicial são itens importantes, portanto, devem ser testados e adicionados como covariáveis no modelo estatístico, pois os grupos genéticos apresentam diferentes pesos à maturidade.

Palavras-chave: Búfalo de rio, carne, qualidade

ABSTRACT

The growing demand for animal protein, registered in recent years, has been driving the improvement in the buffalo beef culture chain, in addition, buffalo meat has excellent rates in terms of chemical composition (high content of iron, proteins and essential fatty acids of high biological value, low amounts of fat and cholesterol). Thus, it was evaluated how the genetic group (GG) and the physiological maturity of buffaloes influence the quality attributes of the meat. Fifty-one male non-castrated buffalo from three genetic groups were used: Murrah, Mediterranean and Jafarabadi finished in confinement, with approximately 14 months. For the development of the work, evaluations of the quality of the meat were made. The statistical analysis used the MIXED procedure of the SAS, for analysis of mixed models with significance considered if $P \leq 0.05$. The model included GG as a fixed effect and the degree of maturity (u) and the initial weight were added as a covariate if selected as such. The humidity differed between the GG ($P < .0001$), for which Jafarabadi group exhibited the highest content (73.056g / 100g of meat). For protein and fat there was an effect of GG ($P < 0.05$), in which the Murrah group had the highest values for both variables (24.266 and 3.096 in g / 100g of meat, respectively). A difference in luminosity (L^*), red index (a^*) and shade angle (h^*) can be observed between the genetic groups ($P < 0.05$). The luminosity was greater in the GG Mediterranean and Murrah, which differed from each other. The red index was higher in GG Jafarabadi. The tonality angle was higher in the Mediterranean and Murrah and lower for Jafarabadi. When evaluating the correlations between maturity and meat quality characteristics, there was a positive correlation between weight at maturity and moisture ($r = 0.3439$; $P = 0.0071$) and negative for protein ($r = -0.2388$; $P = 0.0662$) and fat ($r = -0.3090$; $P = 0.0163$). Moisture had a high negative correlation with protein ($r = -0.7309$; $P < .0001$) and fat ($r = -0.8424$; $P < .0001$). For protein, there was a positive correlation with fat ($r = 0.2559$; $P = 0.0484$). It is concluded that buffaloes from the Jafarabadi, Mediterranean and Murrah genetic groups finished in confinement and slaughtered when reaching physiological maturity present variations in some meat quality parameters such as: moisture, protein, fat and color. When comparing buffalo meat quality attributes of different genetic groups, the degree of maturity and the initial live body weight are important items, therefore, they should be tested and added as covariables in the statistical model, as the genetic groups present different weights to the maturity.

Keywords: Meat, quality, water buffaloes

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

CAPÍTULO 1	Página
Figura 1. Curva sigmoide de crescimento em diferentes tamanhos a maturidade (frame-size)	22
Figura 2. Curva de desenvolvimento dos tecidos corporais.....	22

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO	Página
Tabela1. Composição da carne de bubalinos não castrados em %.....	32
 CAPÍTULO 2	 Página
Tabela 1. Composição percentual dos ingredientes e características nutricionais da dieta.....	56
Tabela 2. Descrição e estatística das variáveis utilizadas para o ajuste do grau de maturidade (u) dos grupos genéticos de bubalinos.....	61
Tabela 3. Características de qualidade da carne não ajustadas dos três grupos genéticos de bubalinos abatidos próximos ao peso à maturidade.....	63
Tabela 4. Características de qualidade de carne ajustadas de acordo com o peso inicial (Pi) ou o grau de maturidade (u) de três grupos genéticos de bubalinos confinados e abatidos próximos ao peso à maturidade.....	64
Tabela 5. Coeficientes parcial de correlação de Pearson entre o peso à maturidade e as características de químicas da carne de bubalinos	69

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

ABCB - Associação Brasileira de Criadores de Búfalos

CA- Conversão alimentar

CEUA- Comissão de ética em uso de animais

CAPES- Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CPTB- Centro de Pesquisas Tropicais em Bubalinos

CRA- Capacidade de retenção de água

EA- Eficiência alimentar

EB- Eficiência biológica

EE- Extrato etéreo

EPM- Erro médio padrão

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations

FAPESP- Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo

FDA- Fibra em detergente ácido

FDN- Fibra em detergente neutro

FDNCP- Fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína

FDNi - Fibra em detergente neutro indigestível

FMVZ- Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia

GG- Grupo genético

GMC- Ganho médio de carcaça

GMD- Ganho médio diário

LD- *Longissimus dorsi*

MM- Matéria mineral

MO - Matéria orgânica

MS- Matéria seca

NRC - National Research Council

PB- Proteína bruta

NIRS- Near-Infrared Spectroscopy

NRC - National Research Council

PCQ- Peso de carcaça quente

PCVZ- Peso de corpo vazio

PPD-Perda por descongelamento

RC- Rendimento de carcaça

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1

1. Considerações Iniciais.....	17
2. Revisão de Literatura.....	18
2.1. Os bubalinos no Brasil.....	18
2.2. Caracterização dos grupos genéticos de bubalinos.....	19
2.2.1. Carabao	20
2.2.2. Mediterrâneo	20
2.2.3. Murrah	20
2.2.4. Jafarabadi	21
2.3. Crescimento animal e desenvolvimento dos principais tecidos da carcaça.....	21
2.4. A carne bubalina.....	23
2.5. Situação da bubalinocultura no Brasil.....	24
2.6. Qualidade da carne bubalina.....	25
2.6.1. Cor da carne.....	26
2.6.2. Potencial hidrogênionico	28
2.6.3. Capacidade de retenção de água.....	29
2.6.4. Força de cisalhamento.....	30
2.6.5. Composição centesimal.....	32
2.6.6. Marmoreio.....	32
2.6.7. Colágeno total.....	34
Referências.....	36
CAPÍTULO 2. “Características da carne de bubalinos de três grupos genéticos, terminados em confinamento e abatidos a maturidade”	49
Resumo	51
Abstract	52
1. Introdução	53
2. Material e Métodos.....	54
2.1. Local.....	54

2.2. Animais utilizados, instalações e período experimental	55
2.3. Dieta.....	55
2.4. Manejo pré-abate, abate, coletas de amostras.....	56
2.5. Análise da cor da carne.....	57
2.6. pH.....	57
2.7. Perda por descongelamento.....	58
2.8. Capacidade de retenção de água.....	58
2.9. Perda por cocção e Força de cisalhamento.....	58
2.10. Composição centésima e Colágeno total.....	59
2.11. Marmoreio.....	59
2.12. Grau de maturidade.....	60
2.13. Análises estatísticas	60
3. Resultados e Discussão	61
3.1. Qualidade da carne	62
4. Conclusões	70
5. Referências	71
CAPÍTULO 3	
IMPLICAÇÕES	76

CAPÍTULO I

1. Considerações Iniciais

A bubalinocultura de corte é uma atividade que tem conquistado espaço na pecuária brasileira, principalmente em função da versatilidade desses animais, adaptando-se as diferentes condições de clima e solo do país (JORGE, 2001; LUZ et al., 2012). Com expressivo crescimento em todo território nacional, a produção de búfalo tornou-se uma opção zootécnica viável para os pecuaristas que visam à maximização da eficiência do processo produtivo (JORGE et al., 2011).

A carne bubalina tem ganhando notoriedade no mundo e é considerada uma boa alternativa de fonte de proteína animal, atendendo um nicho de consumidores que buscam por produtos cárneos sustentáveis, de alta qualidade e mais saudáveis (NAVEENA; KIRAN, 2014). Dessa maneira, a carne desta espécie apresenta-se como ótima opção, com capacidade de suprir parte das necessidades proteicas dos consumidores (FRANCISCO et al., 2011), revelando grande potencial de produção e até mesmo de exportação.

A carne bubalina é comparada à carne bovina quanto a alguns atributos sensoriais (KANDEEPAN et al., 2009) o que faz com que seja comercializada em boa parte do país sem forma definida de identificação de suas características, principalmente de qualidade (JORGE & FRANCISCO, 2010).

A carne bubalina tem sido estigmatizada ao longo dos anos, devido a um conceito equivocado de que a mesma teria alta força de cisalhamento (pouco macia) e seria menos atrativa em virtude da sua coloração mais escura (ANDRIGHETTO et al., 2008), reflexo de uma carne de baixa qualidade oriunda do abate de fêmeas adultas de descarte ou ainda de machos não-castrados com idade avançada (BORGHESE et al., 2010).

Assim fica claro que, para estimular o consumo da carne bubalina, é essencial superar o preconceito comprovando, por meio de informação correta e fidedigna oriunda de pesquisa científica, a sua qualidade tornando-a desta forma mais conhecida do consumidor por seus atributos diferenciados.

As características que determinam a qualidade da carne são categorizadas com base em fatores como cor da carne, força de cisalhamento, composição centesimal, marmoreio, sabor e suculência (JOO; KIM, 2011). Todas essas características podem ser afetadas pela genética do animal (raça), ambiente de produção, nutrição, processamento da carne (HOPKINS et al., 2011), e maturidade fisiológica do animal (HALL; SCHÖNFELDT; PRETORIUS, 2016).

A maturidade fisiológica é uma característica que reflete diretamente na qualidade da carne. Com o aumento da idade, eleva-se também a concentração de ligações cruzadas maduras e maior estabilidade térmica do colágeno intramuscular, resultando em maior força de cisalhamento da carne (HILTON et al., 1998).

Outra característica da carne que está relacionada ao aumento da idade do animal é a quantidade de tecido adiposo (BERG; BUTTERFIELD, 1976), o que pode alterar, também, os teores de ácidos graxos (KOUBA; MOUROT, 2011) presentes, entre outras características diretamente relacionadas à qualidade da carne, refletindo na aceitação do produto pelo mercado consumidor.

Pesquisas voltadas para crescimento e desenvolvimento são informações importantes para a eficiência da produção, uma vez que, conhecendo o ritmo de crescimento dos tecidos que compõem a carcaça, será possível determinar com maior precisão o melhor momento de abate para cada grupo genético, favorecendo a padronização e a qualidade do produto ofertado (HASHIMOTO et al., 2012).

Dessa forma, o conhecimento das características da qualidade da carne bubalina inicia-se com elucidações referentes à variabilidade genética dentro da espécie (diferentes grupos genéticos) e respectivas maturidades fisiológicas (pesos à maturidade), uma vez, que essa está diretamente relacionada ao crescimento e desenvolvimento dos tecidos corporais. Dessa forma, pode-se trazer maiores benefícios ao produtor e ao público consumidor quanto a garantia de um produto que atenda às suas exigências e faça parte do seu hábito alimentar.

2. Revisão de Literatura

2.1. Os bubalinos no Brasil

A inserção dos búfalos no Brasil deu-se no final do século XIX, com a importação de pequenos lotes originários da Ásia, Itália e Caribe para região Norte do país. Inicialmente o interesse pela criação desses animais foi incitada principalmente pela curiosidade de pecuaristas, pelo seu exotismo do que por seus atributos zootécnicos (BERNARDES, 2007). Dos mais de 200 animais introduzidos no país resultaram em um rebanho de 495 mil búfalos em 1980, a razão do seu expressivo crescimento deu-se

em virtude da ótima adaptabilidade desses animais aos mais variados ambientes, além de sua alta fertilidade e longevidade produtiva (BERNARDES, 2007).

Somente a partir da década de 80 que os búfalos obtiveram popularidade, em decorrência do aumento dos conhecimentos a cerca de suas características produtivas e potencialidades da espécie. Estimulada ainda por ações promocionais, o que impulsionou a expansão e disseminação da espécie para diversas regiões brasileiras, com a finalidade de ocupar os vazios pecuários, áreas em que, por suas características ambientais, outras espécies não se desenvolviam muito bem (BERNARDES, 2007).

Assim, bubalinocultura vem ganhando visibilidade no cenário da pecuária nacional, tornando-se uma atividade economicamente rentável, abandonando a ideia de ser apenas uma alternativa para ocupar terras impróprias para a criação de outras espécies (SILVA et al., 2014). Segundo dados da *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAOSTAT, 2019), a bubalinocultura brasileira já é uma realidade, possuindo um efetivo de 1,4 milhões de cabeças, colocando o Brasil como maior produtor das Américas.

A maior concentração do rebanho está situada na região Norte do país possuindo cerca de 66% do efetivo, e o restante distribuídos entre as regiões Sudeste (13%), Nordeste (9%), Sul (8%) e Centro-Oeste (4%) (IBGE, 2017). Os Estados do Pará e Amapá juntos reúnem 59,1% do rebanho nacional, dando a região norte o status de maior rebanho bubalino do Brasil (IBGE, 2017). De todos os animais domésticos, o búfalo (*Bubalus bubalis*) é a maior promessa e potencial para a produção de carne (COCKRILL, 1994).

2.2. Caracterização dos grupos genéticos de bubalinos

Das raças bubalinas introduzidas no Brasil, as reconhecidas oficialmente pela Associação Brasileira de Criadores de Búfalos (ABCB) são: Murrah, Jafarabadi, Mediterrâneo e Carabao, no entanto podem ser encontrados em todo território nacional animais sem raça definida (ROSA et al., 2007). As raças Murrah, Jafarabadi e Mediterrâneo, são denominados búfalos de rio ou de água (*Bubalus bubalis bubalis*) por possuírem dois conjuntos de cromossomos (células diploides; 2n) igual a 50; e a raça Carabao, o búfalo do pântano com 2n igual a 48 cromossomos. Porém, existem animais

de pelagem baia, denominados de tipo baio, que assim como a raça Carabao estão em risco de extinção (MARQUES; ALBUQUERQUE, 2016).

2.2.1. Carabao

O Carabao, também denominado como búfalo de pântano (*Bubalus bubalis* kerebau) no Oriente, termo utilizado em decorrência de sua origem nas áreas pantanosas do Sudeste Asiático. Conhecido como o trator vivo do Oriente, em virtude de sua facilidade de locomoção em áreas alagadas ou com lama, sendo bastante usado em trabalhos agrícolas como em plantações de arroz e também no transporte de materiais e pessoas. Na atualidade, esse grupo genético conta com um número restrito animais, correndo risco de extinção. São animais de médio a grande porte, as fêmeas apresentam peso médio de 550 kg e os machos, 750 kg, com pelagem, predominantemente rosilha. Possuem aptidão para a produção de carne e trabalho e exibem temperamento dócil. (MARQUES; ALBUQUERQUE, 2016).

2.2.2. Mediterrâneo

Os animais desta raça são descendentes de indivíduos importados da Itália, primeiramente para a Ilha do Marajó e depois para outros estados brasileiros (ANDRADE; GARCIA, 2005). São conhecidos como búfalo preto ou italiano, com aparência intermediária entre as raças Murrah e Jafarabadi (MARQUES, 2000). Apresentam pelagem, pele e chifres totalmente pretos, e os pêlos são mais abundantes nos indivíduos mais jovens (ANDRADE; GARCIA, 2005). Os animais dessa raça são utilizados tanto para a produção de leite como para a produção de carne, o seu peso adulto está em torno de 750 kg para os machos e 550 kg para as fêmeas (PEREIRA et al., 1996).

2.2.3. Murrah

Os búfalos da raça Murrah são originários do noroeste da Índia, bastante difundindo no norte do país e no Paquistão. Dentre as raças bubalinas é considerada a melhor para produção de leite, no entanto pode ser usada também para produção de carne, podendo assim ser considerada de dupla aptidão. A pele e a pelagem dos animais

desta raça apresentam cor preta, assim como os chifres (ANDRADE; GARCIA, 2005). O nome Murrah, vem do termo hindu que significa caracol, referenciando ao formato espiral dos chifres. Os animais desta raça alcançam o peso médio quando adultos de 450 a 900 kg para os machos e de 350 a 700 kg para as fêmeas.

2.2.4. Jafarabadi

A raça Jafarabadi é originária da Floresta do Gir, península Kathiavar, no oeste da Índia. Essa raça possui um fenótipo exótico, o formato de sua cabeça com seus chifres longos e caídos, sendo esse o diferencial desses animais, além disso, podem ser encontradas duas variedades desta raça a Gir e a Palitana (MARQUES, 2000). São animais de grande porte e considerados de aptidão mista, produção de carne e leite (ANDRADE; GARCIA, 2005). Os animais desta raça possuem peso médio variando de 500 a 1.200 kg nos machos e 450 a 900 kg nas fêmeas.

2.3. Crescimento animal, desenvolvimento dos principais componentes da carcaça e maturidade fisiológica

O crescimento corporal é um fenômeno biológico complexo, que envolve diversos fatores entre eles: hormonal, nutricional, genético e metabólicos (BULTOT et al., 2002), e é definido como o aumento do tamanho, resultante das mudanças na capacidade funcional de vários órgãos e tecidos do animal, que ocorrem desde a concepção até a maturidade (SILLENCE, 2004). Owens et al. (1993) define o crescimento como o aumento da massa tecidual, podendo se dar pelo desenvolvimento de novas células (Hiperplasia), ou pelo aumento no volume das células existente (hipertrofia). O crescimento tem dois aspectos: o primeiro o aumento na massa (peso) por unidade de tempo e o segundo envolve mudanças na forma e composição, resultantes do crescimento diferencial dos componentes do corpo (FOWLER, 1968).

A curva de crescimento dos animais é descrita por Owens et al. (1993) como sigmoide (Figura 1), a qual se comporta de diferentes formas em função do biótipo e idade do animal. Após o nascimento tem um crescimento lento, que aumenta sucessivamente e desacelerando na puberdade.

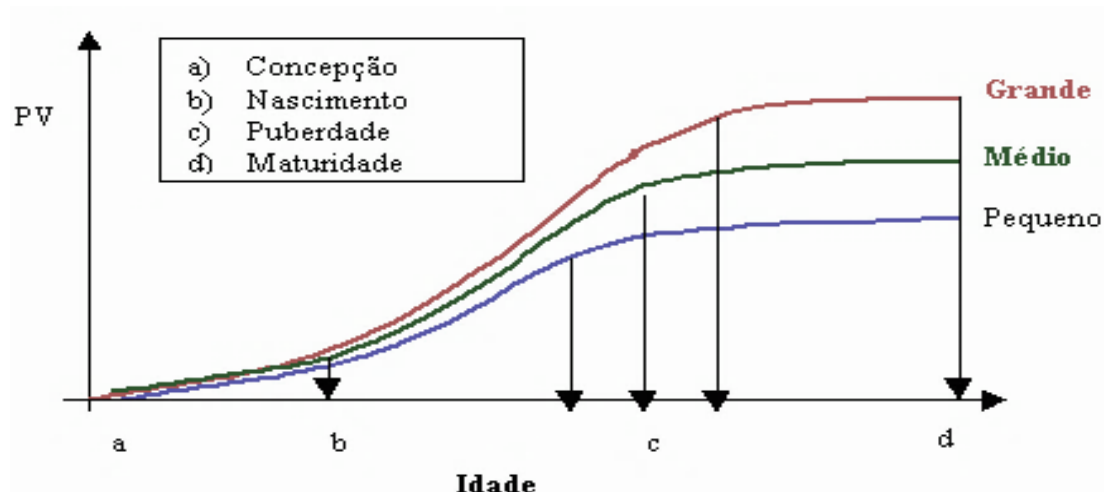


Figura 1. Curva sigmoide de crescimento em diferentes tamanhos a maturidade (frame-size). Fonte: Adaptado por Owens (1993).

Berg e Butterfield. (1976) relataram que o crescimento exibe característica alométrica (Figura 2). Esse crescimento alométrico defini o padrão de desenvolvimento das características de relevância econômica para a indústria e, por consequência, ao consumidor. As curvas de crescimento e os elementos mais importantes da carcaça são: osso, músculo e gordura.

Os tecidos muscular e ósseo possuem velocidades de crescimento proporcionalmente menor do que o tecido adiposo. Deste modo, conforme o animal avança na idade, o teor de gordura aumenta (BERG; BUTTERFIELD, 1976). Na maturidade o crescimento do músculo chega a ser praticamente zero, ou seja, a massa muscular alcança seu o ápice e nessa fase o ganho de peso é formado apenas por gordura (OWENS et al., 1995). Com isso, a distribuição do tecido adiposo é um aspecto importante no desenvolvimento animal que exerce influência direta na qualidade da carcaça.

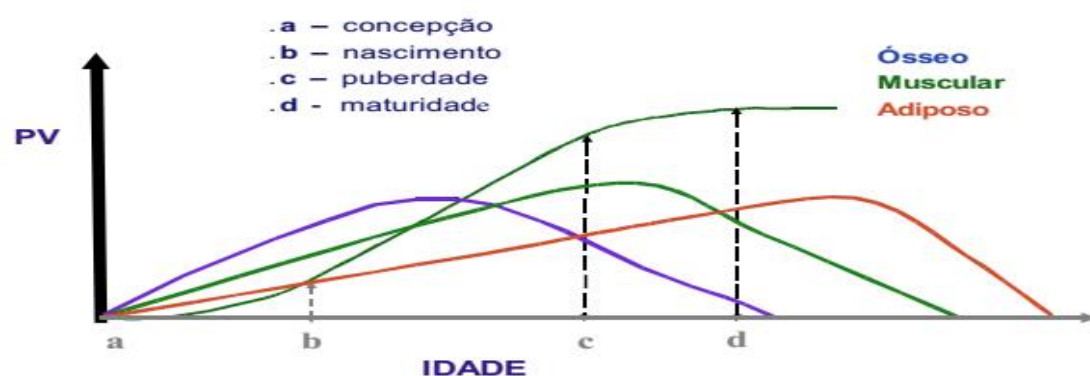


Figura 2. Curva de desenvolvimento dos tecidos corporais. Fonte: Adaptado por OWENS (1993).

Em suma, o osso se desenvolve antes da formação dos músculos e o acúmulo de gordura ocorre em último instante. Portanto, o peso de abate deve coincidir com o ponto de maturidade em que a gordura está em um nível desejável ou ótimo (BERG; BUTTERFIELD, 1976). O peso de abate tem grande influência no desempenho, consumo, eficiência alimentar, nas características da carcaça e na qualidade da carne produzida (COSTA et al., 2002; ARBOITTE et al., 2004).

Hashimoto et al. (2012) asseguraram que pesquisas voltadas para crescimento e desenvolvimento são informações importantes para a eficiência da produção, uma vez que, conhecendo o ritmo de crescimento das regiões e dos tecidos que compõem a carcaça, será possível determinar com maior precisão o melhor momento de abate para cada grupo genético, favorecendo a padronização e a qualidade do produto ofertado.

2.4. Situação da bubalinocultura de corte no Brasil

Segundo Jorge et al. (2016), as características edafoclimáticas e extensão territorial faz do Brasil o principal país produtor de carne no continente americano, tanto em termos qualitativos como quantitativos. Dessa maneira, deve-se fomentar a bubalinocultura de corte, em vista do espaço que tem conquistado na pecuária brasileira, principalmente em função da versatilidade dos búfalos, em se adaptar a solos de baixa fertilidade e terrenos alagadiços, onde algumas espécies utilizadas na produção animal, não apresentam a mesma produtividade (CHARLES; JOHNSON, 1975; MULLER et al., 1991; VAZ.,2003).

O desempenho dos bubalinos excede o de outras espécies em condições tropicais ou subtropicais, onde as pastagens são pobres em termos de qualidade. Além disso, os búfalos digerem melhor alimentos de baixa qualidade, possuem alta resistência a doenças e aceitabilidade a uma ampla gama de condições ambientais, de alimentação e manejo ((RANJAN, 1992; WANAPAT; KANG, 2013). Embora seja considerada como uma atividade promissora e rentável no segmento pecuário, a bubalinocultura de corte enfrenta grandes desafios no que diz respeito a sua expansão, dado a desvalorização da carne, a falta de padronização dos animais e a frequência de oferta do produto aos consumidores (JORGE, 2004).

A cadeia da carne bubalina encontra-se em expansão, uma vez que a carne se trata de um alimento nobre, tanto pelo seu valor nutricional (presença de proteínas de alto valor biológico, vitaminas e minerais, aminoácidos e ácidos graxos essenciais), quanto por suas características organolépticas (SANTOS, 2009).

2.5. A carne bubalina

Cerca de 90% da carne bubalina brasileira ainda é comercializada como carne bovina (CORRÊA; TRAMOSO, 2004). Ademais, a carne desta espécie tem sido tratada como commodity, similar ao que ocorre com a carne bovina, ou seja, vale quanto pesa, sem uma distinção fundamentada na identificação da carne, do rendimento e na qualidade, deixando de existir o estímulo para que o setor produtivo se atualize e invista na aquisição de um produto mais adequado, dirigido para atender os desejos e anseios do consumidor (JORGE, 2004).

A carne bubalina tornou-se atrativa em virtude de suas proteínas de alto valor biológico. A quantidade de proteína, especialmente nas frações miofibrilares, é o elemento básico que age como suporte, do qual a carne é formada. Além do mais, o teor de proteína da carne é altamente relacionado à capacidade de retenção de água, capacidade de emulsificação e melhor qualidade nutricional da carne (KANDEEPAN et al., 2013).

Dos micronutrientes indispensáveis na alimentação humana presentes na carne, o ferro é o elemento mais importante por estar numa forma biologicamente ativa. O conteúdo de ferro presente na carne é constituído por ferro-heme que está ligado à hemoglobina que é absorvido mais eficazmente pelo organismo (15 a 35% de absorção); enquanto o ferro encontrado em alimentos de origem vegetal e animal como: ovos, leite e derivados é não-heme, o que torna menor o aproveitamento (1 a 5% de absorção) (TORRES ; MACHADO, 2001; PEDRO et al., 2000).

Na carne de búfalo o elemento químico ferro está presente na quantidade de 2,12 mg/100g de carne (CRIPE., 1996). Ele participa de processos bioquímicos importantes, como conversão do beta caroteno em vitamina A, síntese de colágeno, formação de purina como ácido nucléico, retirada de lipídios do sangue, produção de anticorpos e síntese de carnitina (ABERLE et al., 2001; PARDI et al., 2001).

Zhang et al. (2016) pesquisando a composição da carne de búfalos e bovinos observaram semelhanças nas características químicas e físicas como umidade, matéria mineral, pH, força de cisalhamento e cor, entretanto, a espécie bubalina apresentou maior teor de proteína e a cor vermelha foi mais intensa e um menor teor de gordura. Caracterizada como branca, a gordura da carne bubalina exibe menor intensidade de amarelo, a exemplo do que ocorre com a gordura do leite de búfala, devido à ausência quase total de betacaroteno (provitamina A) em sua composição (TONHATI et al., 2000).

O consumo de carne vermelha vem sendo apontado como o principal fator de aumento do colesterol sérico, doenças cardiovasculares, formação de ateromas, formação de trombos e câncer. Em virtude de a carne vermelha conter comprovadamente altas proporções de ácidos graxos saturados (MCAFEE et al., 2010).

Por outro lado, estudo realizado por Giordano et al. (2010) demonstrou que a carne bubalina pode conferir benefícios significativos no que se refere a diminuição de risco cardiovascular, incluindo menor carga aterosclerótica carotídea e suscetibilidade ao estresse oxidativo. Essas descobertas sugerem que a carne bubalina pode ser recomendada como uma alternativa mais segura e saudável do que a carne de outras espécies, ao passo que continua a fornecer uma proporção substancial da dose diária recomendada de proteína.

Além disto, o perfil de ácido graxo é diferente ao observado em outras espécies, apresentando menores quantidades de ácidos graxos saturados e presença de ácidos graxos poli-insaturados (Omega-3), sendo aspectos extremamente positivos e desejáveis para uma nutrição saudável e que podem ser usados eficazmente para a divulgação da qualidade da carne bubalina (RIRDC, 2001; LEACH, 2001).

Assim, pesquisas com bubalinos criados em condições tropicais e que reportem os benefícios e as qualidades da sua carne se tornam relevantes frente a um mercado consumidor cada vez mais exigente.

2.6. Qualidade da carne bubalina

O conceito de qualidade de carne é bem abrangente, entre eles estão: atributos sensoriais (cor, textura, suculência, sabor, odor, maciez), tecnológicos (pH, capacidade de retenção de água), nutricionais (quantidade de gordura, perfil dos ácidos graxos, grau

de oxidação, porcentagem de proteínas, vitaminas e minerais), sanitários (ausência de agentes contagiosos como tuberculose, encefalopatia espongiforme bovina, salmoneloses), ausência de resíduos químicos e físicos (antibióticos, hormônios, dioxina ou outras substâncias contaminantes), éticos (bem-estar do homem e do animal) e preservação ambiental (se o modo de produção não afeta a sustentabilidade do sistema ou provoca poluição ambiental) (BRIDI, 2004).

A busca para determinar a qualidade da carne de forma concisa, à ciência por meio de análises laboratoriais, enfrenta a missão de entender as variáveis que às influenciam, com a finalidade de manipulá-las e aperfeiçoá-las (LIMA JÚNIOR et al., 2011). Dentre as características que determinam a qualidade organoléptica da carne as mais relevantes são: cor da carne, pH, força de cisalhamento, composição, marmoreio, sabor e suculência (JOO; KIM, 2011).

2.6.1. Cor da carne

A cor da carne é considerada como a característica aparente mais importante, por ser o primeiro fator determinante na decisão de compra de um corte cárneo (SMITH et al., 2017).

A cor vermelha cereja brilhante nas carnes vermelhas, em sua maioria são formados por proteínas: a hemoglobina que é o pigmento sanguíneo e a mioglobina pigmento muscular que corresponde de 80 a 90% do total, e ainda podem ser encontrados outros pigmentos na carne como a catalase e citocromo-enzimas, porém sua contribuição na cor é muito menor (ROÇA, 1997). Dosi et al. (2006), avaliando as principais propriedades estruturais e funcionais da mioglobina da carne de búfalos e de bovinos notaram teores maiores de mioglobina na espécie bubalina.

As variações na cor da carne geralmente estão relacionadas à concentração de mioglobina presente no sarcoplasma (citoplasma) das fibras musculares. O conteúdo de mioglobina e consequentemente a intensidade da cor não depende exclusivamente do músculo, e sim do resultado de diversos fatores como: raça, sexo, idade, propriedades musculares contráteis, metabólicas e anatômicas, composição muscular, gordura intramuscular, pH, transporte e manejo dos animais, condições de armazenamento pós-abate e às práticas e condições comerciais durante a exposição no varejo (NEETHLING et al., 2017).

Jorge et al. (2006), trabalhando com bubalinos Mediterrâneo não castrados terminados em confinamento e abatidos em diferentes pesos, concluíram que a carne desses animais apresentou tendência a ser mais escura que a dos bovinos, embora essa diferença não tenha sido visualmente percebida pelo consumidor. Em contraponto, Andrighetto et al. (2008), avaliando a cor da carne em painel sensorial de bubalinos Murrah castrados e abatidos em diferentes períodos de confinamento, identificaram que a carne bubalina não apresentou cor escura, provavelmente por se tratar da carne de animais jovens (idade de 18-21 meses e confinados por 75 - 150 dias).

Alguns autores relatam que a carne e os produtos derivados da carne de búfalo são de cor mais escura (KANDEEPAN et al., 2013; LI et al., 2018) relatam que a principal razão desse escurecimento está correlacionada com as mudanças Moon et al. (2006) dos tipos de fibra glicolítica para oxidativa, o que resulta em maior concentração de mioglobina muscular com o avanço da idade do animal. A raça também pode interferir na cor e estabilidade da cor da carne, devido às diferenças na bioquímica de seus músculos (NEETHLING et al., 2017).

De acordo com Felício (2000), a carne de animais terminados em confinamento e abatidos aos 18 e 24 meses é mais clara do que àquela observada em animais mais velhos e terminados a pasto. Em todas as espécies, a cor se intensifica com o aumento da idade pelo aumento no nível de mioglobina (MONIN; OUALI, 1991).

Antigamente, mas não raramente até os dias atuais, os búfalos eram abatidos em idade avançada, o que gerou um conceito equivocado de que a carne bubalina é escura e dura (ROBERSON et al., 1983; OLIVEIRA, 2005). Dessa forma, o abate de bubalinos jovens deve ser incentivado para desfazer a concepção de que o búfalo apresenta uma carne de má qualidade (ANDRIGHETTO, 2007).

A acidez da carne é outro fator importante que afeta inúmeras propriedades funcionais da carne, especialmente a cor da carne e a estabilidade da cor. A taxa de declínio do pH *post mortem* em relação ao pH final da carne afeta criticamente a cor da carne. Em termos gerais, cor mais escuras é resultante de um pH mais alto, enquanto um pH mais baixo resulta em carnes com cor mais clara (NEETHLING et al., 2017). Dessa forma, como o pH, a cor da carne está intimamente relacionada a fatores como o estresse pré-abate e respectivo teor de glicogênio muscular (MCGILCHRIST et al., 2012).

2.6.2. Potencial hidrogeniônico (pH)

O valor do pH é determinado pela quantidade de ácido láctico no *post mortem*, o qual é produzido a partir do glicogênio muscular durante a glicólise anaeróbica, porém, esse processo pode ser alterado em animais sob condições de estresse antes do abate, em decorrência do consumo acelerado do glicogênio (ROÇA, 1997).

No *post mortem*, a glicólise acontece em um ambiente anaeróbico, onde o glicogênio é transformado em ácido pirúvico e este é convertido em ácido láctico e, por conseguinte ocorre a queda do pH, tornando-se ácido, então começa a fase acidificação gradual até que haja a estabilização em uma faixa de 5,6 a 5,8 e, posteriormente, há uma elevação progressiva do pH devido à formação de substâncias alcalinas relacionadas com as degradações proteicas (SEABRA et al, 2001). Esse processo acontece devido a ausência do fluxo sanguíneo e, assim o ácido láctico produzido não é transportado para o fígado para ser metabolizado, acumulando-se no tecido muscular ocasionando a queda do pH (FORREST et al., 1979; PARDI et al., 1993; OSÓRIO et al., 1998).

Em condições ideais, o pH final da carne e a velocidade de queda do mesmo estabiliza-se no intervalo de 24 a 48 horas após o abate, variando de acordo com espécie. A glicólise se desenvolve lentamente com pH inicial 7,0 antes do abate, e cai para 6,4 a 6,8 depois 5 horas do *post mortem*, e para 5,5 a 5,9 em 24 horas, sendo essa faixa ideal de pH (ROÇA, 1997).

Assim, o pH está relacionado com o acúmulo de ácido láctico oriundo das mudanças no *post mortem*. A quantidade e taxa de acúmulo de ácido láctico na carne tem influência importante na aparência dos cortes, modificando, direta ou indiretamente os atributos de qualidade como: a cor, o sabor e o aroma, a textura (maciez, suculência) e as propriedades funcionais (capacidade de retenção de água e capacidade emulsionante) (RAMOS; GOMIDE, 2007; MELO et al., 2015).

Neath et al. (2007), avaliando a diferença na maciez e declínio do pH entre a carne bovina e bubalina no *post mortem*, observou que o declínio do pH foi mais lento para a carne bubalina do que para a carne bovina. Aos 40 minutos do *post mortem*, o pH da carne bubalina foi de 6,7, mais alto do que o pH da carne bovina de 6,4. Embora as diferenças nos valores iniciais de pH, ambos obtiveram um pH final de 5,4.

Jorge et al. (2006), estudando bubalinos Mediterrâneo não castrados terminados em confinamento e abatidos em diferentes pesos e Andrighetto et al. (2008)

pesquisando bubalinos Murrah abatidos em diferentes períodos de confinamento encontraram valores médios de pH de 5,43 e 5,51, respectivamente, os resultados estão próximos aos observados por Mattos et al. (1997) que constataram pH 5,48, 24 horas após o abate e por Spanghero et al. (2004) que obtiveram pH de 5,47 no *Longissimus dorsi* de bubalinos Mediterrâneo.

Jorge et al. (2006) sugerem, que os valores baixos de pH podem estar relacionados ao temperamento mais adequado dos bubalinos, quando bem manejados, fazendo com que o estresse desses animais antes do abate seja moderado e, consequentemente há um menor esgotamento do glicogênio muscular.

Howard e Oward (1956) relataram que a taxa de declínio de pH tem relação inversa com a maciez. A queda do pH, quando este aproxima-se do ponto isoelétrico, todos os aminoácidos carregados positivamente e negativamente têm suas cadeias laterais iguais, o que causa uma forte atração. Esta atração mantém os filamentos juntos e não deixa que a água entre, reduzindo a capacidade de retenção de água da carne (SMULDERS et al., 1992).

2.6.3. Capacidade de retenção de água

Além de ser um parâmetro tecnológico relevante a capacidade de retenção de água (CRA) auxilia a classificar adequadamente a carne quanto à qualidade e que está diretamente relacionada com a extensão da desnaturação proteica, sendo, portanto, um indicativo importante da condição exsudativa das carnes (RAMOS; GOMIDE, 2007).

Quando o pH da carne encontra-se entre 5,2-5,3 há um equilíbrio de cargas positivas e negativas (ponto isoelétrico da maior parte das proteínas musculares) assim, a capacidade de retenção de água é menor. Porém, com o pH acima de 5,5 (maior que o ponto isoelétrico) desaparecem as cargas positivas ficando um excesso de cargas negativas que determinam a repulsão dos filamentos, deixando mais espaço para as moléculas de água, resulta em fenômeno de diminuição da força mecânica utilizada para o corte e redução das perdas por cozimento (ROÇA, 2002; FERNANDES et al., 2009).

Li et al. (2018), avaliando os efeitos da idade no desempenho ao abate e na qualidade da carne de búfalos machos, com diferentes idades (03 a 36 meses) mostraram que a taxa de perda de água do *Bíceps femoral* e do *Longissimus dorsi*

diminuiu gradativamente com a idade, no entanto, não relataram diferença nos valores de CRA.

Segundo Zelo et al. (2007), se capacidade de retenção de água do tecido muscular for baixa ocorrerá perda de peso durante o resfriamento e estocagem e, consequentemente resultará em perdas no valor nutritivo da carne por meio do exsudato liberado, gerando um mais seco e menos macio.

2.6.4 Força de Cisalhamento

Ao avaliar os parâmetros relacionados à qualidade da carne, a maciez é a característica de maior variabilidade e o atributo mais desejável pelo consumidor, afetando a satisfação e a percepção do paladar (NAVEENA et al., 2004).

A força de cisalhamento é uma medida instrumental utilizada na pesquisa como parâmetro em testes sensoriais que avalia a maciez da carne (HOLMAN; FOWLER; HOPKINS, 2016). Para isso utilizam-se instrumentos específicos (texturômetros) que mensura a força mecânica aplicada à amostra de carne e infere um nível predefinido de ruptura (PURCHAS, 2014). Huffman et al. (1996) e Wheeler et al. (1997) dividiram a maciez da carne em três categorias de aceitabilidade, usando o método de Warner Bratzler Shear Force (WBSF) sendo: <3,0 kgf (100% aceitável); 3,0 a 5,7 kgf (maciez intermediária); e >5,7 kgf (100% inaceitável), assim quanto menor a força de cisalhamento, mais macia é a carne (CROSS, 1994).

Hopkins et al (2011) observaram que a força de cisalhamento tem hereditariedade de moderada a alta com estimativas mais elevadas para carne de animais mais velhos. A maciez da carne é um importante parâmetro de qualidade, assim, carnes mais macias apresentam um maior valor comercial (PINHEIRO et al., 2009).

Robertson et al. (1983) em pesquisa com bubalinos castrados abatidos com 4 anos e terminados em pastagem obtiveram força de cisalhamento de 7,8 kgf. No entanto, Mattos et al. (1997) encontraram valores de 5,29 kgf para animais da raça Mediterrâneo e 5,19 kgf para animais da raça Jafarabadi abatidos aos 24 meses e terminados em pastagem. Resultados discordantes foram obtidos por Andrighetto et al. (2005) que relataram valor médio para força de cisalhamento de 3,55 kgf em bubalinos Mediterrâneo terminados em confinamento e abatidos aos 18 meses. Os valores descritos na literatura revelam dados conflitantes de força de cisalhamento, uma vez que

os animais possuem idades diferentes e são desafiados em diferentes tipos de sistemas de produção (pasto/confinamento).

Vaz et al. (2003) relataram que a maciez da carne bubalina foi significativamente correlacionada com a maturidade, onde houve declínio na maciez em animais com idade avançada. Desse modo, concluíram que o avanço na idade em bubalinos propícia maior força de cisalhamento e conseqüentemente menor maciez na carne.

Kandeepan et al (2009), avaliando o efeito da idade e do sexo em características de processamento da carne de búfalos, observaram menores valores para força de cisalhamento para a carne de machos jovens em comparação os animais mais velhos. Os autores notaram ainda que o valor da força de cisalhamento foi correlacionado positivamente ao diâmetro da fibra muscular e ao conteúdo de colágeno da carne. Por sua vez, o diâmetro da fibra muscular é influenciado pela idade, estado nutricional, ganho de peso, e níveis de desempenho muscular (CHOI; KIM, 2009).

A maciez da carne pode ser influenciada pela espécie animal. Neath et al. (2007), comparando a atividade proteolítica de bubalinos e bovinos Brahman observaram maior maciez para os bubalinos, sugerindo que esse fato foi devido a maior atividade da calpaína no músculo *post mortem*. Segundo Hadlich et al. (2008), nos zebuínos há uma maior atividade da calpastatina, inibidora a atuação da calpaína na degradação das fibras musculares, principal responsável pelo amaciamento da carne. A calpaína e a calpastatina são enzimas que possuem um importante papel na maciez da carne, atuando na degradação das fibras musculares após o *rigor mortis*.

Pesquisas realizadas com consumidores sugerem que a maciez da carne é um elemento muito importante e que alterações na maciez comprometem a decisão de recompra do produto (MALTIN et al., 2003).

2.6.5. Composição centesimal

A composição centesimal do músculo *Longissimus dorsi* de búfalos segundo alguns autores (Tabela 1), observa-se que os teores de umidade, proteína e cinzas não variaram muito e estão de acordo com os valores permitidos pela literatura, aproximadamente 75% de água, 19 a 25% de proteínas e 1 a 2% de minerais e carboidratos (GEAY et al., 2001).

Na Tabela 1 encontram-se dispostos os valores da composição química da carne bubalina em diferentes raças e idades em estudos realizados por diversos autores. Os valores apresentados são referentes ao músculo *Longissimus dorsi* (in natura).

Tabela 1 – Composição centesimal da carne de bubalinos machos não-castrados em %.

Fonte	Raça	Idade (meses)	Umidade	Cinzas	Proteína	Gordura
Sekon et al. (1995)	Cruzado	-	77,74	0,94	20,41	1,38
Mattos et al. (1997)	Jafarabadi	24	74,79	1,11	21,83	1,01
Mattos et al. (1997)	Mediterrâneo	24	74,31	1,08	22,73	0,60
Peixoto et al. (2002)	Murrah	38	75,90	1,05	21,91	0,04
Spanghero et al. (2004)	Mediterrâneo	10	75,40	1,11	20,85	2,24
Cédres et al. (2004)	Cruzado	29-32	72,26	1,06	23,43	0,52
Andrighetto et al. (2005)	Mediterrâneo	14	71,60	1,07	25,00	2,28
Andrighetto et al. (2008)	Murrah	15	74,70	1,08	20,87	3,15
Lapitan et al. (2008)	Cruzado	22	75,60	1,15	21,70	1,61
Kandeean et al. (2009)	Cruzado	18	73,42	-	21,61	2,76
Ilavarasan et al. (2016)	Cruzado	36	73,30	1,2	22,55	3,04

2.6.6. Marmoreio

A gordura intramuscular ou de marmorização é uma característica importante, pois é a fração do tecido adiposo que se deposita na fibra muscular e que, de modo geral, contribui para o sabor da carne (LUCHIARI FILHO, 2000). A gordura de marmoreio pode ser aumentada por meio de hiperplasia e hipertrofia de adipócitos intramusculares, no qual, a hiperplasia de adipócitos é a mais importante, pois esses adipócitos propiciam os locais para futura deposição dos lipídios. Os adipócitos são desenvolvidos principalmente durante os estágios fetal e neonatal (HAUSMAN et al., 2009; DU et al., 2010).

Conforme o local de deposição da gordura na carcaça, a mesma pode ser classificada como: gordura externa (subcutânea), gordura interna (envolvendo órgão e vísceras), gordura intermuscular (ao redor dos músculos) e gordura intramuscular (entre às fibras musculares). A marmorização é a gordura entremeada no músculo, que possui

como característica manchas brancas ou estrias de tecido adiposo, que não podem ser separadas da carne (BERG; BUTTERFIELD, 1976; HARPER et al., 2001).

Segundo Van Koeving et al. (1995), o depósito de gordura intramuscular ocorre na fase de terminação, quando o animal atinge seu potencial genético para acúmulo de gordura entre as fibras musculares, porém esse processo está atrelado a genética e ao tamanho do animal, a maturidade. Além desses, a deposição de gordura pode ser influenciada pelo sexo, a raça e a nutrição (RULE et al., 1997).

De acordo com Berg e Butterfield (1976) a diferença de sexo, interfere no ponto ideal de abate, onde as fêmeas terminam com peso inferior aos machos, por iniciar a deposição de gordura precocemente. O tamanho à maturidade de cada raça exerce grande influência na deposição de gordura na carcaça, uma vez que ocorrem grandes alterações no desenvolvimento dos tecidos de acordo o *frame size* do animal (tamanho corporal) onde raças maiores iniciam a deposição de gordura tardiamente em comparação a raças menores (BIANCHINI, 2005; HORIMOTO, 2005).

A alimentação é um item importante no processo de marmorização da carne, uma vez que a alimentação rica em concentrados resulta em carnes com maiores teores de gordura intramuscular (LEÃO et al., 2011), pois há uma maior ingestão de energia, assim, apresentam maiores taxas de crescimento o que afeta indiretamente, de forma positiva, a textura, a maciez e a suculência, por meio de maior deposição de gordura intramuscular. Nesse sentido, o sistema de terminação irá influenciar na composição química e, conseqüentemente, a qualidade da carne (LADEIRA; OLIVEIRA, 2006; WOOD et al., 2003).

Cedrés et al. (2002) estudaram o índice de marmorização em bubalinos da raça Murrah abatidos com 29 a 32 meses de idade e, observaram que o escore de marmorização foi de 1,5. Andrighetto et al. (2008), no entanto, observaram que o resultado obtido em amostras de carne de bubalinos da raça Murrah abatidos aos 100, 125 e 150 dias de confinamento foi superior ao descrito por esses autores (2,0; 2,0 e 2,20 respectivamente) que estudaram animais não castrados e criados em pastagem, e que apresentam menor deposição de gordura. Segundo Lawrie (2005) a gordura de marmoreio contribui para a diluição do tecido conjuntivo e isso explicaria a maior maciez em carnes com melhor marmorização.

2.6.7. Colágeno total

O tecido conjuntivo tem função estrutural de sustentação muscular, e também, de separar diferentes músculos, distinguindo-se pela transmissão eficiente da força contrátil dos elementos musculares ao esqueleto, via tendões, produzir o movimento (BAILEY e LIGHT, 1989). Dos elementos fibrosos do tecido conectivo, 95% são compostos pelo colágeno, enquanto os 5% restantes são compreendidos por elastina, proteoglicanos e glicoproteínas (OLIVEIRA et al, 1998)

No músculo, o colágeno apresenta-se de três formas morfológicamente distintas: epimísio, que são feixes de fibras bem espessas que envolvem os músculos e os separam; o perimísio, que é formado por bainhas de fibras de colágeno que envolve feixes de fibras musculares e os separa em grandes e pequenos; e o endomísio, que é uma camada do tecido conectivo que envolve as fibras musculares individualmente (McCORMICK, 1994).

A relação do colágeno com a maciez da carne está associada ao conteúdo total do mesmo e sua solubilidade (RAMOS; GOMIDE, 2007). Apenas 2% do total de proteínas dos músculos são provindas do colágeno, entretanto ele é responsável por várias mudanças que ocorrem na textura da carne durante cozimento. Em estudo realizado por Hall e Hunt (1982), indicaram que fatores como a alimentação do animal tem pouca influência na solubilidade do colágeno, porém esta solubilidade está relacionada à idade e ao grupo genético dos animais.

O colágeno se converte em gelatina quando cozido, o que melhora a maciez da carne, mas a presença de ligações cruzadas de colágeno trivalente complexo impede a gelatinização do colágeno e resulta em carne dura em animais maduros (DUBOST et al., 2013). Com o avanço da idade dos animais, o colágeno passa por alterações, na quantidade de ligações cruzadas, tornando a carne mais resistente ao corte, à mastigação e à hidrólise (ARIMA, 2006).

A maciez da carne está intimamente associada ao conteúdo de colágeno e da idade do animal. Vaz et al. (2003) e Kaandeepan et al. (2009), observaram que a maciez da carne bubalina e a força de cisalhamento foram expressivamente correlacionadas com a maturidade fisiológica, revelando que os animais maduros tendem a exibir carne com menor maciez e maior força de cisalhamento.

O peso de ideal de abate é um parâmetro que pode ser usado pelo produtor como ferramenta para melhor a qualidade da carne, entretanto, poucas informações estão

disponíveis para auxiliar os pecuaristas sobre estratégias de manejo para a produção de carcaças com características de qualidade satisfatórias.

O Capítulo 2, intitulado **Características da carne de bubalinos de três grupos genéticos, terminados em confinamento e abatidos à maturidade** foi redigido de acordo com as normas para publicação no periódico *Meat Science*, com exceção do idioma. Objetivou-se com o estudo avaliar o efeito dos grupos genéticos de bubalinos (Jafarabadi, Mediterrâneo e Murrah) terminados em confinamento e abatidos à maturidade, quanto aos atributos de qualidade da carne, como cor, pH, capacidade de retenção de água, força de cisalhamento, composição centesimal, marmoreio e colágeno total.

Referências

- ABERLE, E. D; FORREST, J. C. **Principles of meat science**. Kendall Hunt, 2001.
- ANDRADE, V. J; GARCIA, S. K. Alelos raciais e registro de bubalinos. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 29, p. 39-45, 2005.
- ANDRIGHETTO, C.; JORGE, A. M.; ATHAYDE, N. B.; FRANCISCO, C. L.; RODRIGUES, E; PICCININ, A. Composição química e maciez do músculo *Longissimus dorsi* de bubalinos jovens abatidos em diferentes períodos de confinamento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA CARNE, 3 ., 2005, São Pedro. **Anais...** São Paulo: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 2005. 1 CD-ROM, 3 p.
- ANDRIGHETTO, C; JORGE, A. M., ROÇA, R. D. O; RODRIGUES, É; Bianchini, W; FRANCISCO, C. D. L. Características físico-químicas e sensoriais da carne de bubalinos Murrah abatidos em diferentes períodos de confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 12, p. 2179–2184, 2008.
- ANDRIGHETTO, C. Características qualitativas da carne de bubalinos murrah castrados e abatidos em diferentes períodos de confinamento. 2007. viii, 80 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia de Botucatu, 2007.
- ANDRIGHETTO, C., JORGE, A. M., CALIXTO, M. G., STORTI, S. M. Características qualitativas da carcaça e da carne de bubalinos mediterrâneo terminados em confinamento e abatidos em diferentes pesos. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA CARNE**. 2005.
- ALVES, T. C; FRANZOLIN, R. Growth curve of buffalo grazing on a grass pasture. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 44, n. 9, p. 321-326, 2015.
- ARANHA, A. S. Determinação do peso à maturidade de bubalinos de três grupos genéticos utilizando composição química corporal. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia de Botucatu, 2019. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/183389>>.
- ARBOITTE, M. Z., RESTLE, J., ALVES FILHO, D. C., BRONDANI, I. L., PACHECO, P. S., MENEZES, L. F. G. D., PEROTTONI, J.. Composição física da carcaça, qualidade da carne e conteúdo de colesterol no músculo *Longissimus dorsi* de novilhos 5/8 Nelore-3/8 Charolês terminados em confinamento e abatidos em diferentes estádios de maturidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 4, p. 959-968, 2004.
- ARIMA, H. K. Maturação de carnes. In: CASTILLO, C. C. et al. Qualidade da carne. São Paulo: Varela, 2006. p. 153-172.
- BAILEY, A.J.; LIGHT, N.D. **Connective tissue in meat and meat**. Essex, London, ELSEVIER APPLIED SCIENCE LDTA, 1989. 355p.
- BELK, K. E.; DIKEMAN, M. E.; CALKINS, C. R.; ANDY KING, D.; SHACKELFORD, S. D.; HALE, D.; LAIRD, H. Research guidelines for cookery,

sensory evaluation, and instrumental tenderness measurements of meat. **American Meat Science Association, Champaign, IL**, p. 6-104, 2015.

BERNARDES, O. Bubalinocultura no Brasil: situação e importância econômica. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 31, n. 3, p. 293-298, 2007.

BERG, R. T; BUTTERFIELD, R. M. **Novos conceitos de criação de gado**. Sydney University Press, University of Sydney, 1976.

BERG, R. T.; WALTERS, L. E. The meat animal: changes and challenges. **Journal of Animal Science**, v. 57, n. suppl_2, p. 133-146, 1983.

BIONAZ, M.; CHEN, S.; KHAN, M. J.; LOOR, J. J. Functional Role of PPARs in Ruminants: Potential Targets for Fine-Tuning Metabolism during Growth and Lactation. **Physiological and Nutritional Roles of PPAR across Species**, v. 2013, p. 28, 2013.

BORGHESE, A.; TERZANO, G; MAZZI, M.; RAZZANO, M.; SABIA, E.; PACELLI, C. Fattening of Buffalo Young Bulis with Different Diets Fattening of Buffalo Young Bulis with Different Diets. In: Meat Production, January, **Anais...**2010.

BRIDI, Ana Maria. Qualidade da carne para o mercado internacional. **Universidade Estadual de Londrina (UEL), Paraná**, 2004.

BULTOT, D. DUFRASNE, I.; CLINQUART, A.; HOQUETTE, J.L.; ISTASSE, L. Performances and meat quality of Belgian Blue, Limousin and Aberdeen Angus bulls fattened with two types of diet. In RENCONTRE DES RECHERCHES SUR RUMINANTS, 2002, Paris. Proceedings... Paris, 2002. p. 271.

CEDRÉS, J. F.; CRUDELI, G. A.; PATIÑO, E. M.; REBAK, G. I.; BERNARDI, A. R.; PABLO, A.; BARRIENTOS, G. J. **Composición química y características físicas de la carne de búfalos criados en forma extensiva en la provincia de Formosa**. <http://www.unne.edu.ar/Web/cyt/cyt/2002/cyt.htm> Acessar em : 06 Jul. 2019., v. 4, n. 8, pag. 2008, 2002.

CHARLES, D.D.; JOHNSON, E.R. Liveweight gains and carcass composition of buffalo (*Bubalus bubalis*) steers on four feeding regimes. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.26, p.407-413, 1975.

COCKRILL, W. R. Present and Future of Buffalo Production in the world. In: **WORLD BUFFALO CONGRESS**, 4, 1994, São Paulo. **Proceedings...** São Paulo: FAO/FINEP, 1994. v.1, p.3-21.

CHOI, Y. M.; KIM, B. C. Muscle fiber characteristics, myofibrillar protein isoforms, and meat quality. **Livestock Science**, v. 122, n. 2–3, p. 105–118, 2009.

CORREA, A.; TRAMOSO, E. Búfalos. **Revista Produz.** n.6, p. 36-43. Dezembro, 2004.

CROSS, H.R. Características organolépticas de la carne. In: PRICE, J.F.; SCHWEIRGERT, B. S. (Eds.). **Ciencia de la carne y de los productos carneos**. Acibia,

1994. p. 279-294.

CRIFE, W. Water buffalo in the Americas. In: **INTERNATIONAL CONFERENCE ON LIVESTOCK IN THE TROPICS, Tampa**. 1996. p. 60-61.

CORAZZIN, M., BOVOLenta, S., SACCÀ, E., BIANCHI, G; PIASentier, E. Effect of linseed addition on the expression of some lipid metabolism genes in the adipose tissue of young Italian Simmental and Holstein bulls. **Journal of Animal Science**, v. 91, n. 1, p. 405-412, 2013.

COSTA, E. C. D., RESTLE, J., PASCOAL, L. L., VAZ, F. N., ALVES FILHO, D. C; ARBOITTE, M. Z. Desempenho de novilhos Red Angus superprecoces, confinados e abatidos com diferentes pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 1, p. 129-138, 2002.

DA LUZ, P. A. C; ANDRIGHETTO, C. Características da carne bubalina e benefícios da maturação sobre a sua qualidade buffalo meat characteristics and the benefits of ageing on its quality. **Revista Acadêmica Ciência Animal**, v. 11, n. 4, p. 413-420, 2013.

DE LIMA JÚNIOR, D. M., DO NASCIMENTO, R, A. H., URBANO, S. A., DO VALE, M. M; DE ARAÚJO. A, L. P.. Alguns aspectos qualitativos da carne bovina: uma revisão. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 5, n. 4, p. 351-358, 2011.

DIMOV, K.; KALEV, R.; TZANKOVA, M.; PENCHEV, P. Fatty-acid composition of the lipids in m. longissimus dorsi of bovine and buffalo calves and buffalo cows. **Bulgarian Journal of Agricultural Science**, v. 18, n. 5, p. 778-783, 2012.

DOSI, R.; DI MARO, A.; CHAMBERY, A.; COLONNA, G.; COSTANTINI, S.; GERACI, G.; PARENTE, A. Characterization and kinetics studies of water buffalo (*Bubalus bubalis*) myoglobin. **Comparative Biochemistry and Physiology - B Biochemistry and Molecular Biology**, v. 145, n. 2, p. 230-238, 2006.

DUBOST, A., MICOL, D., PICARD, B., LETHIAS, C., ANDUEZA, D., BAUCHART, D; LISTRAT, A. Structural and biochemical characteristics of bovine intramuscular connective tissue and beef quality. **Meat Science**, v. 95, n. 3, p. 555-561, 2013.

DU, M., TONG, J., ZHAO, J., UNDERWOOD, K. R., ZHU, M., FORD, S. P; NATHANIELSZ, P. W. Fetal programming of skeletal muscle development in ruminant animals. **Journal of animal science**, v. 88, n. suppl_13, p. E51-E60, 2010.

EBERLÉ, D., HEGARTY, B., BOSSARD, P., FERRÉ, P; FOUFELLE, F. SREBP transcription factors: master regulators of lipid homeostasis. **Biochimie**, v. 86, n. 11, p. 839-848, 2004.

FAOSTAT. **Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Statical Pocketbook Word food and agriculture**. 2019 Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QA>. Acesso em: 21 mai 2020.

FARIA, M. H.; ARRIGONI, M. D. B.; RESENDE, F. D. Estudo da variação do pH e temperatura durante o processo de resfriamento da carcaça de animais de diferentes

grupos genéticos abatidos em três pontos de acabamento. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2003. 1 CD-ROM.

FELÍCIO, P. E. Qualidade da carne Nelore e o mercado mundial. **IX Seminário do PMGRN: Comemoração dos**, v. 32, 2000.

FELÍCIO, P.E. Fatores ante e post mortem que influenciam na qualidade da carne bovina. **Produção de novilho de corte**, v. 1, p. 79-97, 1997.

FERNANDES, A. R. M., SAMPAIO, A. A. M., HENRIQUE, W., OLIVEIRA, 29 E. A. de, OLIVEIRA, R. V; LEONEL, F. R. Composição em ácidos graxos e qualidade da carne de tourinhos Nelore e Canchim alimentados com dietas à base de cana-de-açúcar e dois níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.328–337, 2009.

FOLCH, J., LEES, M; STANLEY, G. S. Um método simples para o isolamento e purificação de lipídeos totais de tecidos animais. **Jornal de química biológica**, v. 226, n. 1, pág. 497-509, 1957.

FORREST, C. J., ABERLE, D. E., HEDRICK, B. H., JUDGE, D. M; MERKEL, A. R. Fundamentos de Ciencia de la Carne. Editorial Acribia. **Zaragoza, España**, p. 21, 1979.

FRANCISCO, Caroline de Lima. Caracterização histológica e bioquímica dos músculos longissimus dorsi e semitendinosus de bubalinos mediterrâneo abatidos em diferentes pesos. 2009. viii,74 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia de Botucatu, 2009. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/95332>>.

FRANCISCO, C. L.; JORGE, A. M.; DAL-PAI-SILVA, M.; CARANI, F. R.; CABEÇO, L. C.; SILVA, S. R. Muscle fiber type characterization and myosin heavy chain (MyHC) isoform expression in Mediterranean buffaloes. **Meat Science**, v. 88, n. 3, p. 535–541, 2011.

FOWLER, V. R. Body development and some problems of its evaluation. **Growth and development of mammals**, p. 195-211, 1968.

GIARETTA, E., MORDENTI, A.L, CANESTRARI, G., BROGNA, N., PALMONARI, A; FORMIGONI, A. Assessment of muscle Longissimus thoracis et lumborum marbling by image analysis and relationships between meat quality parameters. **PloS one**, v. 13, n. 8, p. e0202535, 2018.

G. GIORDANO, P. GUARINI, P. FERRARI, G. BIONDIZOCCAI, B. SCHIAVONE, A. GIORDANO. Beneficial impact on cardiovascular risk profile of water buffalo meat consumption. **European journal of clinical nutrition**, v. 64, n. 9, p. 1000-1006, 2010.

GIVENS, D. I. The role of animal nutrition in improving the nutritive value of animal-derived foods in relation to chronic disease. **Proceedings of the Nutrition Society**, v. 64, n. 03, p. 395–402, 2005.

GEAY, Y.; BAUCHART, D.; HOCQUETTE, J.; CULIOLI, J. Effect of nutritional factors on biochemical, structural and metabolic characteristics of muscles in ruminants,

consequences on dietetic value and sensorial qualities of meat. **Reproduction Nutrition Development**, Les Ulis, v. 41, n. 1, p. 1-26, 2001.

GOÑI, S. M.; SALVADORI, V. O. Prediction of cooking times and weight losses during meat roasting. **Journal of Food Engineering**, v. 100, n. 1, p. 1-11, 2010.

HADLICH, J. C.; LONGHINI, L. G. R; MASON, M. C. A influência do colágeno na textura da carne. **Pubvet**, v. 2, n. 32, 2008.

HALL, J.B.; HUNT, M.C. Collagen Solubility of A-Maturity Bovine Longissimus Muscle as affected by Nutritional Regimen. **Journal of Animal Science**, v. 55, p.321-328, 1982.

HALL, N.; SCHÖNFELDT, H. C.; PRETORIUS, B. Effect of animal age and trimming practices on the physical composition of Bonsmara beef. **Food Chemistry**, v. 193, p. 160–165, 2016.

HAMM, R. Biochemistry Of Meat Hydration. **Advances in Food Research**, v. 10, n. C, p. 355–463, 1961.

HARPER, G. S., PETHICK, D., ODDY, V., TUME, R., BARENDSE, W; HYGATE, L., Biological determinants of intramuscular fat deposition in beef cattle: current mechanistic knowledge and sources of variation. **Meat Livest. Australia, Sydney**, 2001.

HARTMAN, L. Rapid preparation of fatty acid methyl esters from lipids. **Laboratory practice**, v. 22, n. 494, p. 475–477, 1973.

HASHIMOTO, J. H.; OSÓRIO, J.; OSÓRIO, M.; BONACINA, M; LEHMEN, R. I. P. Qualidade de carcaça, desenvolvimento regional e tecidual de cordeiros terminados em três sistemas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, n. 2, p. 438-448, 2012.

HAUSMAN, G. J. et al. Revisão por convidados do conselho: a biologia e a regulação de pré-adipócitos e adipócitos em animais de corte. **Journal of Animal Science** , v. 87, n. 4, pág. 1218-1246, 2009.

HARVATINE, K. J; BAUMAN, D. E. SREBP1 and thyroid hormone responsive spot 14 (S14) are involved in the regulation of bovine mammary lipid synthesis during diet-induced milk fat depression and treatment with CLA. **The Journal of nutrition**, v. 136, n. 10, p. 2468-2474, 2006.

HILTON, G. G.; TATUM, J. D. WILLIAMS, S. E; BELK, K. E; WILLIAMS, F. L.; WISE, J. W.; SMITH, G. C. An evaluation of current and alternative systems for quality grading carcasses of mature slaughter cows. **Journal of Animal Science**, v. 76, n. 8, p. 2094-2103, 1998.

HOCQUETTE, J. F., BOTREAU, R., PICARD, B., JACQUET, A., PETHICK, D. W; SCOLLAN, N. D.. Opportunities for predicting and manipulating beef quality. **Meat science**, v. 92, n. 3, p. 197-209, 2012.

HOLMAN, B. W. B.; FOWLER, S. M.; HOPKINS, D. L. Are shear force methods

adequately reported? **Meat Science**, v. 119, p. 1–6, 2016.

HONIKEL, K. O. Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. **Meat Science**, v. 49, n. 4, p. 447–457, 1998.

HOPKINS, D. L.; FOGARTY, N. M.; MORTIMER, S. I. Genetic related effects on sheep meat quality. **Small Ruminant Research**, v. 101, n. 1–3, p. 160–172, 2011.

HOWARD, A.; LAWRIE, R. A. Special report of food investigators Bd. **Abington Hall, Abington: Woodhead Publishing Limited**, 1956.

HUFFMAN, K. L.; MILLER, M. F.; HOOVER, L. C. et al. Effect of beef tenderness on consumer satisfaction with steaks consumed in the home and restaurant. **Journal of Animal Science**, v.74, p.91-97, 1996.

HUSS, J. M.; KELLY, D. P. Nuclear receptor signaling and cardiac energetics. **Circulation Research**, v. 95, n. 6, p. 568–578, 2004.

ILAVARASAN, R., ABRAHAM, R. J., RAO, V. A., RUBAN, S. W; RAMANI, R. Effect of age on meat quality characteristics and nutritional composition of Toda Buffalo. **Buffalo Bulletin**, v. 35, n. 2, p. 215-224, 2016.

INFASCELLI, F.; CUTRIGNELLI, M. I.; BOVERA, F.; PICCOLO, V. Nutritional characteristics of buffalo meat : Cholesterol content and fatty acid composition. n. May 2016, 2003.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Agropecuária. Pesquisa da Pecuária Municipal, 2017. Disponível em:. Acesso em: 07 Set. 2020

IRIE, M.; Kohira, K. Simple spot method of image analysis for evaluation of highly marbled beef. **Asian-Australasian journal of animal sciences**, v. 25, n. 4, p. 592, 2012.

ISO 936:1998. International standards meat and meat products – Determination of ash content. Geneva: International Organization for Standardization, 1998.

JORGE, A. M. JORGE. Produção e qualidade da carne bubalina. **Simpósio Paulista De Bubalinocultura, II**, p. 1-47, 2001.

JORGE, A.M. Produção de Carne Bubalina. In: ZOOTECH 2004 – VI CONGRESSO INTERNACIONAL DE ZOOTECHNIA, XIV CONGRESSO NACIONAL DE ZOOTECHNIA, X REUNIÃO NACIONAL DE ENSINO EM ZOOTECHNIA, XVII FÓRUM DE ENTIDADES DE ZOOTECHNISTAS, 2004, Brasília, Anais..., Brasília: ABZ, AZOODEF, Faculdades UPIS, 2004, v.1, p.1-36.

JORGE, A. M.; ANDRIGHETTO, C.; MILLEN, D. D.; CALIXTO, M. G.; RODRIGUES, E.; STORTI, S. M. M.; VILELA, L. C. Características bioquímicas da carne de bubalinos Mediterrâneo terminados em confinamento e abatidos em diferentes pesos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 5, p. 1534-1539, 2006.

JORGE, A. M.; FRANCISCO, C. L. Predicting Beef Carcass Quality of Buffaloes. In:

International Buffalo Conference on “Optimizing buffalo Productivity through Conventional and Novel Technologies”, **Anais...**2010.

JORGE, A.M.; LUZ, P.A.C.; FRANCISCO, C.L.; ARANHA, H.S.; CORREA, H.L.; ARANHA, A.S. Sensory and microbiological characteristics of buffalo heifer meat subjected to different aging times. In: The 11th World Buffalo Congress, 2016, Cartagena. Disponível em: <<http://www.wbc2016.net/images/Research-papers-WBC%202016.pdf>>. Acesso em: 15 Set. 2020.

JORGE, A. M. **Bubalinocultura: Raças bubalinas**. Disponível em: <<http://www.fwvz.unesp.br>>. Acesso em: 07.mar.2020.

KANDEEPAN, G.; MENDIRATTA, S. K.; SHUKLA, V.; VISHNURAJ, M. R. Processing characteristics of buffalo meat-a review. **Journal of Meat Science and Technology**, v. 1, n. 1, p. 1–11, 2013.

KANDEEPAN, G.; ANJANEYULU, A. S. R.; KONDAIAH, N.; MENDIRATTA, S. K.; LAKSHMANAN, V. Effect of age and gender on the processing characteristics of buffalo meat. **Meat Science**, v. 83, n. 1, p. 10–14, 2009.

KERSTEN, S. Mechanisms of nutritional and hormonal regulation of lipogenesis. **EMBO reports**, v. 2, n. 4, p. 282-286, 2001.

KOUBA, M.; MOUROT, J. A review of nutritional effects on fat composition of animal products with special emphasis on n-3 polyunsaturated fatty acids. **Biochimie**, v. 93, n. 1, p. 13-17, 2011.

KRZYWICKI, K. Assessment of relative content of myoglobin, oxymyoglobin and metmyoglobin at the surface of beef. **Meat Science**, v. 3, n. 1, p. 1-10, 1979.

KUSS, F.; RESTLE, J.; KOSLOSKI, G.V.; DESCHAMPS, F.; MOLETTA, J.L.; SANTOS, A.P.; JARLEI FIAMONCINI, J. Perfil de ácidos graxos da gordura intramuscular da carne de vacas de descarte de diferentes grupos genéticos terminadas em confinamento, abatidas com distintos pesos. **Ciência Rural**, v. 37, n. 3, p. 815-820, 2007.

KWON, E. G.; PARKA, B. K.; KIM, H. C.; CHO, Y. M.; KIM, T.I.; CHANG, S. S.; OH, Y. K.; KIM, N. K.; KIM, J. H.; KIM, Y. J.; KIM, E. J.; IM, S. K.; CHOI, N. J. Effects of fattening period on growth performance, carcass characteristics and lipogenic gene expression in Hanwoo steers. **Asian-Australasian Journal of Animal Science**, v. 22, n. 22, p. 1654-1660, 2009.

LADEIRA, M. M.; OLIVEIRA R. L. Estratégias nutricionais para melhoria da carcaça bovina In: SIMPÓSIO SOBRE DESAFIOS E NOVAS TECNOLOGIAS NA BOVINOCULTURA DE CORTE, 2., 2006, Brasília. Anais...Brasília: [s. n.], 2006.

LAPITAN, R. M., DEL BARRIO, A. N., KATSUBE, O., BAN-TOKUDA, T., ORDEN, E. A., ROBLES, A. Y; FUJIHARA, T. Comparison of carcass and meat characteristics of Brahman grade cattle (*Bos indicus*) and crossbred water buffalo (*Bubalus bubalis*) fed on high roughage diet. **Animal Science Journal**, v. 79, n. 2, p. 210-217, 2008.

LEACH, R. C. **Maximising marketing opportunities for buffalo products**: a report for the Rural Industries Research and Development Corporation. Publication n. 01/15, Barton, AUS: RIRDC, 2001. p. 17.

LEE, S. H.; PARK, E. W.; CHO, Y. M.; KIM, K. H.; OH, Y. K.; LEE, J. H.; LEE, C. S.; OH S. J; YOON, D. H. Lipogenesis gene expression profiling in longissimus dorsi on the early and late fattening stage of Hanwoo. **Journal of the Korean Society of Animal Science and Technology**. 48: 345-352. 2006.

LEÃO, A. G., SOBRINHO, A. G. D. S., MORENO, G. M. B., SOUZA, H. B. A. D., PEREZ, H. L; LOUREIRO, C. M. B.. Características nutricionais da carne de cordeiros terminados com dietas contendo cana-de-açúcar ou silagem de milho e dois níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 5, p. 1072-1079, 2011.

LI, W.; BICKHART, D. M.; RAMUNNO, L.; IAMARTINO, D.; WILLIAMS, J. L.; LIU, G. E. Comparative sequence alignment reveals River Buffalo genomic structural differences compared with cattle. **Genomics**, n. October 2017, p. 0–1, 2018.

LI, Q., WANG, Y., TAN, L., LENG, J., LU, Q., TIAN, S; MAO, H. . Effects of age on slaughter performance and meat quality of Binlangjang male buffalo. **Saudi journal of biological sciences**, v. 25, n. 2, p. 248-252, 2018.

LUCHIARI FILHO, A. **Pecuária da carne bovina**. Nova Odessa: Laboratório de Análises de Carne - Limbife, 2000. 140 p.

MCAFEE, A. J. MCSORLEY, E. M., CUSKELLY, G. J., MOSS, B. W., WALLACE, J. M., BONHAM, M. P; FEARON, A. M. Red meat consumption: An overview of the risks and benefits. **Meat science**, v. 84, n. 1, p. 1-13, 2010.

MALTIN, Charlotte et al. Determinants of meat quality: tenderness. **Proceedings of the Nutrition Society**, v. 62, n. 2, p. 337-347, 2003.

MARQUES, J. R. F. **Búfalos: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental; Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000., 2000.

MARQUES, JRF; ALBUQUERQUE, M. Núcleos de conservação de bubalinos. **Embrapa Amazônia Oriental-Capítulo em livro científico (ALICE)**, 2016.

MATTOS, J. C. A.; NOGUEIRA, J. R.; OLIVEIRA, A. A. D.; ARIMA, H. K.; GAZZETTA, M. C. R. R. Comparasion on carcass, meat cuts and some meat quality characteristis of buffaloes and of zebu. In: WORLD BUFFALO CONGRESS, 5., 1997, Caserta. **Proceedings...** Caserta: [s.n.], 1997. p. 442-446.

MCGILCHRIST, P.; ALSTON, C. L.; GARDNER, G. E.; THOMSON, K. L.; PETHICK, D. W. Beef carcasses with larger eye muscle areas, lower ossification scores and improved nutrition have a lower incidence of dark cutting. **Meat Science**, v. 92, n. 4, p. 474–480, 2012.

McCORMICK, R.J. The Flexibility of the Comportament of Muscle. **Meat Science**,

v.36, p. 79-91, 1994.

MELO, A. F., MOREIRA, J. M., ATAÍDES, D. S., GUIMARÃES, R. A. M., LOIOLA, J. L.; DE OLIVEIRA, R. Q. Fatores que influenciam na qualidade da carne bovina: Revisão. **Pubvet**, v. 10, p. 721-794, 2015.

MONIN, G., OUALI, A. Muscle differentiation and meat quality. In: RALSTON, L. (Ed.) **Developments in meat science**. Elsevier applied science, 1991. p. 89-138.

MOON, S. S.; YANG, H. S.; PARK, G. B.; JOO, S. T. The relationship of physiological maturity and marbling judged according to Korean grading system to meat quality traits of Hanwoo beef females. **Meat Science**, v. 74, n. 3, p. 516–521, 2006.

MULLER, L., AGUIRRE, L.; RESTLE, J. Carcass and meat quality of cattle and buffalo (*Bubalus bubalis*). In: **INTERNATIONAL CONGRESS OF MEAT SCIENCE AND TECHNOLOGY**. 1991. p. 165-169.

NAVEENA, B. M.; KIRAN, M. Buffalo meat quality, composition, and processing characteristics: Contribution to the global economy and nutritional security. **Animal Frontiers**, v. 4, n. 4, p. 18–24, 2014.

NAVEENA, B. M.; KIRAN, M.; REDDY, K. S.; RAMAKRISHNA, C.; VAITHIYANATHAN, S.; DEVATKAL, S. K. Effect of ammonium hydroxide on ultrastructure and tenderness of buffalo meat. **Meat Science**, v. 88, n. 4, p. 727–732, 2011.

NAVEENA, B. M.; MENDIRATTA, S. K.; ANJANEYULU, A. S. R. Tenderization of buffalo meat using plant proteases from *Cucumis trigonus* Roxb (Kachri) and *Zingiber officinale* roscoe (Ginger rhizome). **Meat Science**, v. 68, n. 3, p. 363-369, 2004.

NEATH, K. E., DEL BARRIO, A. N., LAPITAN, R. M., HERRERA, J. R. V., CRUZ, L. C., FUJIHARA, T.; KANAI, Y. Difference in tenderness and pH decline between water buffalo meat and beef during postmortem aging. **Meat science**, v. 75, n. 3, p. 499-505, 2007.

NEATH, K. E.; DEL BARRIO, A. N.; LAPITAN, R. M.; HERRERA, J. R. V.; CRUZ, L. C.; FUJIHARA, T.; MUROYA, S.; CHIKUNI, K.; HIRABAYASHI, M.; KANAI, Y. Protease activity higher in postmortem water buffalo meat than Brahman beef. **Meat Science**, v. 77, n. 3, p. 389–396, 2007.

NEETHLING, N. E.; SUMAN, S. P.; SIGGE, G. O.; HOFFMAN, L. C.; HUNT, M. C. Exogenous and Endogenous Factors Influencing Color of Fresh Meat from Ungulates. **Meat and Muscle Biology**, v. 1, n. 1, p. 253, 2017.

NOGALSKI, Z.; WIELGOSZ-GROTH, Z.; PURWIN, C.; SOBCZUK-SZUL, M.; MOCHOL, M.; POGORZELSKA-PRZYBYTEK, P.; WINARSKI, R. Effect of slaughter weight on the carcass value of young crossbred ('Polish Holstein Friesian'x'Limousin') steers and bulls. **Chilean journal of agricultural research**, v. 74, n. 1, p. 59-66, 2014.

OLIVEIRA, D. M.; CHALFUN-JUNIOR, A.; CHIZZOTTI, M. L.; BARRETO, H. G.;

COELHO, T.C.; PAIVA, L. V.; COELHO, C. P.; TEIXEIRA, P. D.; SCHOONMAKER, J. P.; LADEIRA, M. M. Expression of genes involved in lipid metabolism in the muscle of beef cattle fed soybean or rumen-protected fat, with or without monensin supplementation. **Journal of animal science**, v. 92, n. 12, p. 5426-5436, 2014.

OLIVEIRA, A.L. Qualidade da carne bovina. Informe Agropecuário, v.21, n.205, p.39-47, 2000.

OLIVEIRA, L. B., SOARES, G; ANTUNES, P. Influência da maturação de carne bovina na solubilidade do colágeno e perdas de peso por cozimento. **Current Agricultural Science and Technology**, v. 4, n. 3, 1998.

OSÓRIO, J. C. S., ASTIZ, C. S., OSÓRIO, M. T. M; ALFRANCA, I. Produção de carne ovina, alternativa para o Rio Grande do Sul. **Pelotas: Universidade Federal de Pelotas**, 1998.

OWENS, F.N., GILL, D.R., SECRIST, D.S., COLEMAN, S. W. Review of some aspects of growth and development of feedlot cattle. **Journal of animal science**, v. 73, n. 10, p. 3152-3172, 1995.

OWENS, F. NELLORE; DUBESKI, P.; HANSON, C. F. Factors that alter the growth and development of ruminants. **Journal of animal science**, v. 71, n. 11, p. 3138-3150, 1993.

PARDI, M. C., SANTOS, I. F., SOUZA, E. R; PARDI, H. S. Ciência, higiene e tecnologia da carne: tecnologia da sua obtenção e transformação. **Goiânia: Universidade de Goiás**, v. 1, p. 586, 1993.

PEDRO, N. A. R.; FILI, S. P.; OLIVEIRA, E. de. Determinação de nutrientes minerais em alguns produtos cárneos. **Braz. J. Food Technol**, v. 3, p. 121-27, 2000.

PEIXOTO, M.R.S.; SOUZA, C.L.; NEVES, E.C.A. Avaliação físico-química, microbiológica e sensorial da carne bubalina maturada sob diferentes aspectos. **Revista de Ciências Agrárias Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**. n.37, p.43-52, 2002.

PEREIRA, R. D. A., MAGALHAES, J., SILVA NETTO, F. D., TAVARES, A; COSTA, N. D. L. **Búfalo, a máquina de produzir carne, leite e trabalho**. EMBRAPA-CPAF Rondônia, 1996.

PFLANZER, S. B.; DE FELÍCIO, P. E. Moisture and fat content, marbling level and color of boneless rib cut from Nellore steers varying in maturity and fatness. **Meat Science**, v. 87, n. 1, p. 7–11, 2011.

PINHEIRO, R. S. B.; JORGE, A. M.; MOURÃO, R. C.; POLIZEL-NETO, A.; ANDRADE, E. N.; GOMES, H. F. B. Qualidade da carne de cordeiros confinados recebendo diferentes relações de volumoso: concentrado na dieta. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 29, n. 2, p. 407–411, 2009.

RAMOS, E.M.; GOMIDE, L.A.M. Avaliação da qualidade de carnes. **Fundamentos e Metodologias. Viçosa/MG: Ed. UFV**, 2007.

ROBERTSON, J.; BOUTON, P.E. HARRIS, P.V. ROBERTSON, J., BOUTON, P. E., HARRIS, P. V., SHORTHORSE, W. R; RATCLIFF, D. A comparison of some properties of beef and buffalo (*Bubalus bubalis*) meat. **Journal of Food Science**. v. 48, p. 686-694, 1983.

ROÇA, R.O. **Tecnologia da carne e produtos derivados**. Botucatu: Departamento de Gestão e Tecnologia Agroindustrial, FCA, UNESP, 1997, 205p.

RODRIGUES, V. C; ANDRADE, I. F. D. Características físico-químicas da carne de bubalinos e de bovinos castrados e inteiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 6, p. 1839-1849, 2004.

ROSA, B. R. T., FERREIRA, M. M. G., AVANTE, M. L., ZANGIROLAMI FILHO, D. Z; MARTINS, I. S. Introdução de búfalos no Brasil e sua aptidão leiteira. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária-publicação científica da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia de Garça/Famed. Ano iv**, n. 8, 2007.

RULE, D. C.; MACNEIL, M. D.; SHORT, R. E. Influence of sire growth potential, time on feed, and growing-finishing strategy on cholesterol and fatty acids of the ground carcass and longissimus muscle of beef steers. **Journal of Animal Science**, v. 75, n. 6, p. 1525-1533, 1997.

Rural Industries Research and Development Corporation (RIRDC). Maximising marketing opportunities for buffalo products. A report for the Rural Industries Research and Development Corporation.17 p., 2001.

SEABRA, L. M. J.; GONÇALVES, L. A. G.; ZAPATA, J. F. F. O papel das enzimas musculares no processo de maturação de carnes. **Higiene alimentar**, São Paulo, v. 15, n. 83, p. 15-19, 2001.

SEKON, K.S.; BAWA, A.S.; KAKKAR, V. K; MAKKAR, G. S. Effect of Location of Muscle, Level of Nutrition and Age on the Proximate Composition of Meat from Male Buffalo Calves. **Journal of food science and technology-mysore**, v. 32, n. 4, p. 320-322, 1995.

SILLENCE, M. N. Technologies for the control of fat and lean deposition in livestock. **The Veterinary Journal**, v. 167, n. 3, p. 242-257, 2004.

SILVA, J. B. D., LOPES, C. T. D. A., SOUZA, M. G. S. D., GIBSON, A. F. B., VINHOTE, W. M. D. S., FONSECA, A. H. D; BARBOSA-NETO, J. D. . Detecção sorológica e molecular de *Anaplasma marginale* em búfalos na Ilha de Marajó, Pará. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 34, n. 1, p. 11-14, 2014.

SMITH, M. A.; BUSH, R. D.; VAN DE VEN, R. J.; HALL, E. J. S.; GREENWOOD, P. L.; HOPKINS, D. L. The impact of gender and age on the nutritional parameters of

alpaca (*Vicugna pacos*) meat, colour stability and fat traits. **Meat Science**, v. 123, p. 21–28, 2017.

SMITH, S. H.; JUDGE, M. D. Relationship between pyridinoline concentration and thermal stability of bovine intramuscular collagen. **Journal of Animal Science**, v. 69, n. 5, p. 1989-1993, 1991.

SMULDERS, F. J. M., TOLDRA, F., FLORES, J; PRIETO, M. New technologies for meat and meat products. **Utrecht: Audet Tijdschriften**, v. 182, p. 186-188, 1992.

SPANGHERO, M., GRACCO, L., VALUSSO, R; IASENTIER, E. In vivo performance, slaughtering traits and meat quality of bovine (Italian Simmental) and buffalo (Italian Mediterranean) bulls. **Livestock Production Science**, v. 91, n. 1-2, p. 129-141, 2004.

TAYLOR, R.E. **Produção de carne bovina e indústria da carne: a perspectiva de um produtor de carne bovina** . Burgess Publishing Company, 1984.

TONHATI, H., MÚÑOZ, M. C., DE OLIVEIRA, J. A., DUARTE, J. C., FURTADO, T. P; TSEIMAZIDES, S. P. Parâmetros genéticos para a produção de leite, gordura e proteína em bubalinos. **Revista Brasileira de Zootecnia= Brazilian Journal of Animal Science**, p. 2051-2056, 2000.

TORRES, E.A.F.S; MACHADO, F.M.S. **Alimentos em questão**. 1a ed. São Paulo, Ponto Crítico, 2001. p.12-6.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE - USDA. **Official United States standards for grades of carcass beef**. Washington, D.C.: MAS-USDA, 1997.

VAN KOEVERING, M. T.; GILL, D. R.; OWENS, F. N.; DOLEZAL, H. G.; STRASIA, C. A. Effect of time on feed on performance of feedlot steers, carcass characteristics, and tenderness and composition of *Longissimus muscles*. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 73, n. 1, p. 21-28, 1995.

VAZ, F. N., RESTLE, J., BRONDANI, I. L; PACHECO, P. S. Estudo da carcaça e da carne de bubalinos Mediterrâneo terminados em confinamento com diferentes fontes de volumoso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.2, p.393-404, 2003.

WANG, X.; COLL INS, H. L.; RANALLETTA, M.; FUKI, I. V.; BILLHEIMER, J. T.; ROTHBLAT, G. H.; TALL, A. R.; RADER, D. J. Macrophage ABCA1 and ABCG1, but not SR-BI, promote macrophage reverse cholesterol transport in vivo. **Journal of Clinical Investigation**, v. 117, n. 8, p. 2216–2224, 2007.

WILHELM, A. E.; MAGANHINI, M. B.; HERNÁNDEZ-BLAZQUEZ, F. J.; IDA, E. I.; SHIMOKOMAKI, M. Protease activity and the ultrastructure of broiler chicken PSE (pale, soft, exudative) meat. **Food Chemistry**, v. 119, n. 3, p. 1201–1204, 2010.

WHEELER, T. L.; SHACKELFORD, S. D.; KOOHMARAIE, Mohammad. Cooking and palatability traits of beef longissimus steaks cooked with a belt grill or an open hearth electric broiler. **Journal of Animal Science**, v. 76, n. 11, p. 2805-2810, 1998.

WOOD, J. D.; ENSER, M.; FISHER, A.V.; NUTE, G.R.; SHEARD, P.R.; RICHARDSON, R.I.; HUGHES, S.I.; WHITTINGTON, F.M. Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. **Meat science**, v. 78, n. 4, p. 343-358, 2008.

WOOD, J. D., RICHARDSON, R. I., NUTE, G. R., FISHER, A. V., CAMPO, M. M., KASAPIDOU, E; ENSER, M. Effects of fatty acids on meat quality: a review. **Meat science**, v. 66, n. 1, p. 21-32, 2004.

ZELOA, M.B.L; SOUZA, P.A; SOUZA, H.B.A; SILVA SOBRINHO, A.G.; Parâmetros qualitativos da carne ovina: um enfoque à maturação e marinação. **Revista portuguesa de ciências veterinárias**, v. 102, n. 563-564, p. 215-224, 2007.

ZHANG, Y.; WANG, H.; GUI, L.; WANG, H.; MEI, C.; ZHANG, Y.; XU, H.; JIA, C.; ZAN, L. Profile of muscle tissue gene expression specific to water buffalo: Comparison with domestic cattle by genome array. **Gene**, v. 577, n. 1, p. 24-31, 2016.

CAPÍTULO II

“Características da carne de bubalinos de três grupos genéticos, terminados em confinamento e abatidos à maturidade”

¹Agradecimento à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP (Processo 2014/05473-7, Auxílio Pesquisa-Projeto Temático) e a Coordenadoria de Aperfeiçoamento de pessoal de Nível Superior. - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 pelo Auxílio Financeiro.

Características da carne de bubalinos de três grupos genéticos, terminados em confinamento e abatidos à maturidade.

RESUMO – O presente estudo avaliou como o grupo genético (GG) de bubalinos influenciam nos atributos de qualidade da carne. Foram utilizados 51 bubalinos machos não castrados de três grupos genéticos: Murrah, Mediterrâneo e Jafarabadi terminados em confinamento, com aproximadamente 14 meses e abatidos com peso próximo à maturidade fisiológica. As análises de qualidade da carne incluíram: cor, pH, capacidade de retenção de água, força de cisalhamento, composição da carne, marmoreio e colágeno total). Observou-se, que a umidade diferiu entre os GG ($P < 0,001$), para qual grupo Jafarabadi exibiu maior teor (73,056g/100g de carne). Para proteína e gordura houve efeito ($P < 0,05$), do GG em que o grupo Murrah apresentou os maiores valores para ambas as variáveis (24,266 e 3,096 em g/100g de carne, respectivamente). Pode-se observar diferença de luminosidade (L^*), índice de vermelho (a^*) e ângulo de tonalidade (h^*) entre os grupos genéticos ($P < 0,05$). A luminosidade foi maior nos GG Mediterrâneo e Murrah, os quais diferiram entre si. O índice de vermelho foi maior no GG Jafarabadi. O ângulo de tonalidade foi maior no Mediterrâneo e Murrah e menor para o Jafarabadi. Ao avaliar as correlações entre maturidade e as características qualidade da carne houve correlação positiva entre o peso à maturidade e umidade ($r=0,3439$; $P=0,0071$) e negativa para proteína ($r= -0,2388$; $P=0,0662$) e gordura ($r= -0,3090$; $P=0,0163$). A umidade teve correlação negativa alta com a proteína ($r= -0,7309$; $P < 0,0001$) e gordura ($r= -0,8424$; $P < 0,0001$). Para proteína houve correlação positiva com a gordura ($r= 0,2559$; $P=0,0484$). Bubalinos dos grupos genéticos Jafarabadi, Mediterrâneo e Murrah terminados em confinamento e abatidos ao atingir a maturidade fisiológica apresentam variações em alguns parâmetros de qualidade da carne como: umidade, proteína, gordura e cor. Ao se comparar atributos de qualidade de carne de bubalinos de diferentes grupos genéticos, o grau de maturidade e o peso corporal vivo inicial são itens importantes, portanto, devem ser testados e adicionados como covariáveis no modelo estatístico, pois os grupos genéticos apresentam diferentes pesos à maturidade.

Palavras-chave: Composição química, força de cisalhamento, Jafarabadi, Mediterrâneo, Murrah, carne.

Meat characteristics of buffaloes from three genetic groups, finished in feedlot and slaughtered at maturity.

ABSTRACT - The present study evaluated how the buffalo genetic group (GG) influences meat quality attributes. Fifty-one male non-castrated buffalo from three genetic groups were used: Murrah, Mediterranean and Jafarabadi finished in confinement, aged approximately 14 months and slaughtered with a weight close to physiological maturity. Meat quality analyzes included: color, pH, water holding capacity, shear strength, meat composition, marbling and total collagen). It was observed that the humidity differed between the GG ($P < 0.001$), for which Jafarabadi group exhibited the highest content (73.056g / 100g of meat). For protein and fat there was an effect ($P < 0.05$), of the GG in which the Murrah group had the highest values for both variables (24.266 and 3.096 in g / 100g of meat, respectively). A difference in luminosity (L^*), red index (a^*) and shade angle (h^*) can be observed between the genetic groups ($P < 0.05$). The luminosity was greater in the GG Mediterranean and Murrah, which differed from each other. The red index was higher in GG Jafarabadi. The tonality angle was higher in the Mediterranean and Murrah and lower for Jafarabadi. When evaluating the correlations between maturity and meat quality characteristics, there was a positive correlation between weight at maturity and moisture ($r = 0.3439$; $P = 0.0071$) and negative for protein ($r = -0.2388$; $P = 0.0662$) and fat ($r = -0.3090$; $P = 0.0163$). Moisture had a high negative correlation with protein ($r = -0.7309$; $P < 0.0001$) and fat ($r = -0.8424$; $P < 0.0001$). For protein, there was a positive correlation with fat ($r = 0.2559$; $P = 0.0484$). Buffaloes from the Jafarabadi, Mediterranean and Murrah genetic groups finished in confinement and slaughtered when reaching physiological maturity present variations in some meat quality parameters such as: moisture, protein, fat and color. When comparing buffalo meat quality attributes of different genetic groups, the degree of maturity and the initial live body weight are important items, therefore, they should be tested and added as covariables in the statistical model, since the genetic groups present different weights to the maturity.

Keywords: Chemical composition, shear force, Jafarabadi, Mediterranean, Murrah, meat.

Introdução

A carne bubalina está ganhando notoriedade no mundo, atendendo a um nicho de consumidores que buscam por produtos de alta qualidade e mais saudáveis (NAVEENA; KIRAN, 2014). Dessa maneira, a carne desta espécie apresenta-se como ótima opção, com capacidade de suprir as necessidades de proteína animal dos consumidores (FRANCISCO et al., 2011), revelando grande potencial de produção e exportação. Entretanto, esse produto é pouco apreciado devido a um conceito equivocado de que a carne bubalina seria pouco atrativa por apresentar características de qualidade não desejáveis, como a cor e a maciez (ANDRIGHETTO et al., 2008), em virtude de ser um produto resultante do abate de fêmeas de descarte ou, ainda, de machos com idade avançada (BORGHESE et al., 2010).

As características que determinam a qualidade da carne são cor da carne, força de cisalhamento, composição centesimal, marmoreio, sabor e suculência (JOO; KIM, 2011). Todas essas características podem ser afetadas pela alteração da genética do animal (grupo genético), ambiente de produção, processamento da carne (HOPKINS et al., 2011) e maturidade fisiológica do animal (HALL; SCHÖNFELDT; PRETORIUS, 2016).

Na maturidade, o crescimento do músculo chega a ser praticamente zero, ou seja, a massa muscular alcança seu o ápice e nessa fase o ganho de peso é formado apenas por gordura (OWENS et al., 1995). Assim, o crescimento e distribuição deste tecido nos músculos e revestimento da carcaça do animal exercem influência em sua qualidade. Em suma, o tecido ósseo se desenvolve antes da formação dos tecidos muscular e adiposo, que ocorre em último instante. Portanto, o peso de abate deve coincidir com o ponto de maturidade em que a gordura está em um nível desejável ou ótimo (BERG; BUTTERFIELD, 1976).

A velocidade de deposição de tecidos está relacionada ao “frame”, que é a relação entre o peso com o grau de maturidade do animal e está associado com o tamanho do esqueleto (altura e comprimento), em função da idade (LUCHIARI FILHO, 2000). O peso de abate tem grande influência no desempenho, consumo, eficiência alimentar, nas características da carcaça e na qualidade da carne produzida (COSTA et al., 2002; ARBOITTE et al., 2004). De acordo com Paulino et al. (2009), são vários fatores de ordem genética e ambiental os quais exercem influências no padrão de deposição dos tecidos com destaque para grupo genético, idade, sexo e nível nutricional.

Portanto, as informações obtidas nas pesquisas voltadas para crescimento e desenvolvimento são importantes para a eficiência da produção, uma vez que, conhecendo o ritmo de crescimento dos tecidos que compõem a carcaça, será possível determinar com maior precisão o melhor momento de abate para cada grupo genético, favorecendo a padronização e a qualidade do produto ofertado (HASHIMOTO et al., 2012).

Considerando os pontos expostos, o trabalho foi desenvolvido partindo da hipótese que bubalinos de diferentes grupos genéticos e peso a maturidade, apresentam variações quanto aos parâmetros de qualidade da carne. Além disso, o uso de ferramentas estatísticas que possibilitem comparar animais de diferentes GG em um ponto desenvolvimento torna incontestável a avaliação para as variáveis desejadas.

Dessa maneira, objetivou-se avaliar como os grupos genéticos de bubalinos podem se diferenciar quanto aos atributos de qualidade da carne, como: cor, pH, capacidade de retenção de água, força de cisalhamento, composição da carne, marmoreio e colágeno total, quando analisados nos respectivos pesos à maturidade (idade adulta). Para isso, o índice do grau de maturidade foi adotado para possibilitar a identificação dos animais de cada grupo genético que apresentaram pesos próximos aos respectivos pesos à maturidade e, assim, permitir a comparação dos animais de cada grupo genético em condições semelhantes para as variáveis analisadas.

2. Material e métodos

2.1. Local

O manejo e os procedimentos com os animais foram conduzidos de acordo com os princípios éticos na experimentação animal determinados pela Comissão de Ética em Uso de Animais da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – Universidade Estadual Paulista – FMVZ – UNESP, Botucatu/SP, Brasil, sob o protocolo nº 05/2015 - CEUA.

O experimento foi realizado no Centro de Pesquisas Tropicais em Bubalinos, da Fazenda Experimental Edgárdia, em Botucatu, unidade pertencente à Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, localizada no centro-oeste do Estado de São Paulo, em uma altitude média de 556 metros, situada a 22°49'6.43" de latitude Sul e 48°24'29.55" de longitude Oeste. O clima, segundo Koppen, é classificado como temperado quente (mesotérmico) úmido, com estação chuvosa de Outubro a Março.

2.2. Animais utilizados, instalações e período experimental

Foram utilizadas amostras do músculo *Longissimus thoracis* de búfalos machos não castrados de três grupos genéticos: Murrah (peso inicial 308,61 kg $\pm$ 61 kg), Mediterrâneo (peso inicial 334,38 kg $\pm$ 93,25 kg) e Jafarabadi (peso inicial 402,97 kg $\pm$ 128 kg), com idade média de 14,8 $\pm$ 1,2 meses, terminados em confinamento. As amostras são oriundas de 51 animais (15 Jafarabadi, 29 Mediterrâneos e 22 Murrah) que foram selecionados de acordo com a proximidade do peso a maturidade fisiológica, correspondente a cada grupo genético de acordo com os valores descrito por Aranha et al. (2020): Jafarabadi (568,30 kg/PV), Mediterrâneo (556,10 kg/PV) e Murrah (474,82 kg/PV), a partir de um banco de dados proveniente de dois experimentos idênticos (Ano I e II) realizados em anos distintos: Ano I (n = 75; 25 de cada GG) e Ano II (n = 78; 26 de cada GG). Assim, toda a descrição sobre as metodologias utilizadas a campo e no laboratório será única.

Ao chegarem ao local do experimento, os animais foram pesados, identificados com brincos eletrônicos (para identificação por “Rádio Frequência”), submetidos ao controle de endo e ectoparasita, separados de acordo com a raça e alojados em baias coletivas, com dimensão de 867 m², sendo 4 m de concreto na linha do cocho e o restante de terra batida, com cobertura (sombrite) de 4 m de largura e 16m de comprimento, sendo o restante destinado ao solário, com sistema de cocho e bebedouro-balança Intergado® (n = 4 unidades de cochos e 1 unidade do bebedouro-balança por baia; Intergado®, Betim/MG, Brasil), utilizados para determinar a ingestão de matéria seca e água. A adaptação dos animais às instalações e à dieta foi de 28 dias, o período experimental teve um total de 153 dias.

2.3. Dieta

Os animais tiveram acesso *ad libitum* à água e à dieta, o alimento foi ofertado três vezes ao dia às 6h, 11h e 18h, numa proporção de 20%, 25% e 55% do total da dieta, respectivamente. Amostras do alimento oferecido foram coletadas para análise bromatológica pelo princípio de espectrometria de refletância no infravermelho próximo (NIRS) por meio do aparelho FOSS NIRS DS2500TM Feed and Forage Analyzer, (Foss NIR Systems, Inc., USA).

No início da fase de adaptação foram coletadas amostras dos ingredientes da dieta para análise bromatológica, visando obter os teores de matéria seca (MS), proteína bruta

(PB), extrato etéreo (EE), matéria mineral (MM), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp) e lignina. Para estabelecimento das exigências e características nutricionais da dieta, foi utilizado o programa NRC (2000) nível 2, que se baseia em simulação ruminal para animais não castrados em crescimento (Tabela 1). As análises foram efetuadas no Laboratório de Bromatologia do Departamento de Melhoramento e Nutrição Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Júlio de Mesquita Filho (FMVZ – UNESP), câmpus de Botucatu.

Tabela 1. Composição percentual dos ingredientes e características nutricionais da dieta.

Item	% Matéria Seca (MS)
Ingredientes	
Silagem de milho	34,58
Milho grão moído	48,56
Farelo de algodão	13,83
Calcário calcítico	0,30
Ureia	0,69
Sal mineral ¹	2,05
Nutrientes²	
Matéria Seca, %MN	52,00
Proteína Metabolizável, % MS	14,60
Energia Metabolizável, Mcal/kg MS	1,68
Energia Líquida, Mcal/kg MS	1,07
Nutrientes Digestíveis Totais, % MS	71
Fibra em Detergente Neutro, % MS	32,80
Cálcio, % MS	0,49
Fósforo, % MS	0,47
Amido, % MS	38,76

¹ Composição do Sal Mineral (kg do produto) 180g Ca, 80g P, 5g Mg, 17g S, 140g Na, 215g Cl, 12mg Se, 650mg Cu, 826mg Fe, 2400mg Zn, 1500mg Mn, 150mg I, 80mg Co, 900mg Fl, 440 mg de monensina. ² Valores estimados pelos LRNS-CNCPS model versão 5.0.40 (Fox et al., 2004).

2.4. Manejo pré-abate, abate e coleta dos dados

Os animais foram pesados a cada 28 dias, para acompanhamento do crescimento. Para o abate, os animais foram submetidos a um período de jejum de 16 horas, com livre acesso à água. O abate foi realizado em frigorífico comercial, obedecendo ao fluxo normal

do estabelecimento, a insensibilização foi realizada com pistola de dardo cativo e posteriormente sangria por secção da veia jugular. Em seguida, as carcaças foram submetidas ao resfriamento convencional, por 24 horas a uma temperatura de 4°C. Após o resfriamento e estabelecimento pleno do *rigor mortis*, de cada meia carcaça esquerda, foi retirado uma amostra do músculo *Longissimus thoracis* (LT) localizado entre a 10ª e 13ª costelas, depois foram embaladas e congeladas a uma temperatura de -20°C. Para a realização das análises o LT ainda congelado foi dividido em 4 bifos, sendo que o: bife 1 (10ª costela) foi usado para análise de cor, pH, marmoreio, perda por cocção e força de cisalhamento, bife 2 (11ª costela)-composição centesimal e colágeno total e bife 3 (12ª costela)-capacidade de retenção de água e bife 4 (13ª costela)-amostra extra.

2.5. Análise de cor da carne

Para obtenção da cor da carne, as amostras congeladas foram transferidas para um refrigerador onde permaneceram por 24 horas a 3°C $\pm$ 1 para o descongelamento. Posteriormente, as amostras descongeladas foram retiradas do refrigerador, da embalagem a vácuo, e colocadas à temperatura ambiente (25 °C) por 30 min, para permitir a oxigenação. Foram feitas leitura em três pontos distintos no músculo *Longissimus thoracis* (entre a 10ª e 11ª costelas). Para avaliação objetiva da cor foi utilizado espectrofotômetro, modelo Chroma Meter CM-700d (Konica Minolta Inc, Osaka, Japão), com iluminante padrão D65, 8mm, ângulo de observação de 10 ° e abertura de obturador de 30 mm . As variáveis L * (luminosidade), a * (intensidade do vermelho), b* (intensidade do amarelo), C* (saturação) e h* (ângulo de tonalidade) de cada amostra foram obtidas por meio da média de três leituras aleatórias.

2.6. Potencial hidrogeniônico (pH)

A mensuração do pH foi realizada com utilização de um peagômetro de medição contínua da marca TESTO modelo 205 (Konica Minolta Inc, Osaka, Japão), provido de um eletrodo e uma sonda para aferição da temperatura com penetração direta no músculo. Antes do início da mensuração foi realizada a calibração do aparelho com tampões básico (pH 7) e ácido (pH 4). Avaliação foi feita em três pontos no músculo, inserindo o eletrodo de pH e a

sonda de temperatura no músculo simultaneamente, as três medidas foram usadas para calcular a média do valor de pH.

2.7. Perda por descongelamento

A perda de peso por descongelamento foi calculada pela diferença de peso entre a amostra embalada e congelada a -20°C, e o peso da mesma amostra após o descongelamento a 3°C ± 1. O peso da embalagem foi registrado para que pudesse ser desconsiderado no cálculo e não interferisse no valor final, expresso em percentual.

2.8. Capacidade de retenção de água (CRA)

A CRA foi determinada pelo método proposto por Hamm (1961), adaptado por Wilhelm et al.(2010), utilizando 1/3 de um bife, foi retirado amostra de carne com 2,0g (± 0,10) cortada em cubo da parte cranial, colocada entre dois papéis filtros entre duas placas de acrílico. Posteriormente colocado sob um peso de 10 kg por cinco minutos em temperatura ambiente. Em seguida, as amostras foram pesadas e a CRA foi determinada pela porcentagem de água exsudada por meio da equação abaixo:

$$100 - [(P_i - P_f / P_i) \times 100]$$

Onde: P_i e P_f são os pesos iniciais e finais respectivamente.

2.9. Perda por cocção e força de cisalhamento

A perda por cocção foi determinada por diferença entre os pesos inicial (carne in natura) e final (carne após a cocção), expressa em porcentagem (WHEELER et al., 1998).

Para avaliar a força de cisalhamento foi utilizado o texturômetro TA XT - Plus Texture Analyser 2i (Konica Minolta Inc, Osaka, Japão) equipado com lâmina Warner-Bratzler, com velocidade de descida do dispositivo de 20 cm/min (BELK et al., 2015). Bifes com 2,5 cm de espessura foram assados em forno com temperatura aproximada de 170°C, para o controle da temperatura das amostras foi usado termômetros individuais (Datalogger Testo-Modelo 176T4) no centro das amostras até atingir a temperatura interna de 70°C. Depois de previamente assados, foi retirado de cada um dos bifes sub amostras, seis

cilindros com 1,27cm de diâmetro retirado com auxílio de uma furadeira de bancada, os quais foram colocados com as fibras orientadas no sentido perpendicular às lâminas do aparelho Warner-Blatzler (AMSA, 1978).

2.10. Composição química e colágeno da carne

Para a avaliação da composição química do músculo, as amostras foram descongeladas, para isso foram mantidas em refrigerador por 24 horas a $3^{\circ}\text{C} \pm 1$. Após o descongelamento, foi retirada toda a gordura subcutânea da carne e depois moídas em processador de alimentos. E posteriormente analisadas no equipamento FoodScan LabTM (Foss NIR Systems, Inc., USA), onde foi determinado os valores de umidade, proteína e gordura. Os teores de resíduo mineral fixo (Cinzas) da carne foram obtidos pelo método descrito na norma ISO 936, o resultado obtido foi expresso em “g/100g” com duas casas decimais. A avaliação do colágeno total foi realizada por meio da espectrometria de reflectância do infravermelho próximo (NIR), utilizando o equipamento FoodScan Lab (Foss, Hillerød, Dinamarca) e curva calibrada com valores de referência obtidos de acordo com o método da AOAC 990.26.

2.11. Marmoreio

Foram utilizados bifes obtidos entre a 10° e 11° costelas. As amostras congeladas foram transferidas para um refrigerador onde permaneceram por 24 horas a $3^{\circ}\text{C} \pm 1$ C para o descongelamento. Posteriormente, as amostras descongeladas foram retiradas do refrigerador, da embalagem a vácuo, e colocadas à temperatura ambiente (25°C) por 30 min, para permitir a oxigenação. Cada amostra foi preparada para a captura da imagem, secando a superfície com papel toalha para evitar interferências de reflexos causados pela umidade. As amostras foram alinhadas individualmente em uma posição padrão que incluía uma escala de medida (régua) e a identificação da amostra. A captura da imagem foi realizada por meio de câmera fotográfica digital (Canon Inc, Tóquio, Japão). Para a avaliação do marmoreio da carne foi utilizado o sistema AUS-MEAT Marbling (sistema Australiano de tipificação de carcaça) o qual fornece uma indicação subjetiva da quantidade de marmoreio na carne por meio de escalas de que vão de 0 (ausente) a 9 (muito abundante).

2.12. Grau de maturidade (u)

O grau de maturidade (u) foi calculado como a relação entre o peso à maturidade, em kg de peso vivo em jejum, e o peso vivo final em jejum de cada animal. O peso à maturidade utilizado como referência para cada grupo genético considerou os pesos obtidos por Aranha et al. (2020), em kg de peso do corpo vazio (PCVz), para os três grupos genéticos de bubalinos. Posteriormente, esses valores foram transformados em kg de peso vivo em jejum a partir da equação geral descrita por Jorge et al. (2020) e desenvolvida para os três grupos genéticos de bubalinos. Dessa forma, o grau de maturidade foi adotado para possibilitar a identificação dos animais de cada grupo genético que apresentaram os pesos mais próximos aos respectivos pesos à maturidade e, assim, permitir a comparação daqueles animais de cada grupo genético que estavam em condições semelhantes quanto as variáveis utilizadas.

2.13. Análises estatísticas

A análise estatística dos dados foi realizada utilizando o animal como unidade experimental, o delineamento foi inteiramente casualizado. Os dados foram testados para distribuições normais utilizando o procedimento UNIVARIATE (SAS Inst. Inc., Cary, NC) e o teste de Shapiro-Wilk (W), com o auxílio do comando plot para a visualização de possíveis dados suspeitos (outliers).

Os dados relacionados às variáveis de desempenho e características da carne foram analisados utilizando o procedimento MIXED (SAS Inst. Inc., Cary, NC) com o comando *Satterthwaite* para ajuste dos graus de liberdade do denominador (DDF) para testes de efeito fixo. O modelo incluiu o efeito do GG. O grau de maturidade (u) e o peso inicial foram testados e utilizados como covariável. Dessa maneira, quando não houve efeito da covariável do grau de maturidade ($P > 0,05$), o peso inicial foi testado como tal. As covariáveis foram testadas individualmente e removidas do modelo estatístico caso não tenham demonstrado significância ($P > 0,05$). A variável aleatória utilizada foi descrita como animal ($GG \times Ano$). Os resultados são apresentados como média dos quadrados mínimos e separados utilizando LSD de acordo com o efeito principal observado.

O procedimento CORR (SAS Inst. Inc., Cary, NC) foi utilizado para analisar a correlação de Pearson do peso à maturidade e as variáveis químicas da carne (umidade, proteína, gordura e cinzas), utilizando o comando Parcial para que as observações com

valores ausentes fossem excluídas da análise e o grau de maturidade considerado. Para todos os resultados, significância foi considerada se $P \leq 0,05$.

3. Resultados e Discussões

Crescimento e/ou taxa de engorda são distintos entre as raças, dessa forma, equiparar as raças com diferentes pontos de maturidade fisiológica, pode acarretar em desclassificação de animais por não apresentarem atributos desejáveis, assim, a avaliação das características da carcaça e qualidade da carne, usando o grau maturidade, tem por objetivo comparar os animais em um ponto comum (BONILHA, 2008), uma vez que, a classificação da carcaça dos animais está atrelada, ao peso ideal de abate para cada grupo genético (KOCH, 1979; WHEELER et al., 1996).

Tabela 2 – Descrição e estatística das variáveis utilizadas para o ajuste do grau de maturidade (u) dos grupos genéticos de bubalinos.

Item	Grupo Genético			EPM ⁴	P-value
	Jafarabadi	Mediterrâneo	Murrah		
N	15	29	22	-	-
Descrição					
Peso à Maturidade ¹ , kg PCVz	505,93	494,90	423,79	-	-
PCVz/PV ² , %	0,8909	0,8909	0,8909	-	-
Peso à Maturidade ³ , kg PV	567,89	555,51	475,69	-	-
Estatística					
Peso final, kg	562,70 ^a	549,62 ^a	490,09 ^b	12,464	<0,001
u , %	0,99	0,99	1,02	0,024	0,1995

¹Peso à maturidade descrito de acordo com o estudo de Aranha et al. (2020), em kg de peso do corpo vazio (PCVz), para os três grupos genéticos de bubalinos; ²Relação obtida de acordo com a equação geral descrita por Jorge et al. (2020), para os três grupos genéticos de bubalinos; ³Peso à maturidade em kg de peso vivo em jejum obtido a partir da relação dos valores do Peso à Maturidade (PCVz) e entre o peso do corpo vazio e o peso vivo em jejum (PCVz/PV); ⁴Erro padrão médio. Letras diferentes na mesma linha demonstram diferença entre as médias. Significância considerada se $P \leq 0,05$.

Houve diferença entre os três GG ($P < 0,001$) quanto ao peso final obtido, o Jafarabadi e Mediterrâneo apresentaram peso superior ao Murrah. Quanto ao grau de maturidade, não houve diferença entre os grupos genéticos estudados (Tabela 2). Dado ao exposto demonstra que, os objetivos buscados para que a análise fosse desenvolvida e os animais pudessem ser comparados nos respectivos pesos à maturidade foram alcançados. Assim, ao comparar os GG no peso à maturidade, esperava-se que os pesos finais realmente fossem diferentes, uma vez, que cada grupo genético possui seu peso a maturidade, porém, o

grau maturidade colocou os animais igualados, indicando que os GG estão no mesmo grau de desenvolvimento dos tecidos que compõe a carcaça (osso, músculo e gordura).

A diferença do peso final entre os grupos genéticos está associada ao tamanho corporal (*frame size*) dos animais que são desiguais (Tabela 2), corroborando com as informações encontradas na literatura, onde descreve que o tamanho corporal exerce influência sobre determinadas características entre elas: o ganho de peso, grau de maturidade fisiológica dos animais, duração da terminação, conversão alimentar, que por consequência interfere no retorno econômico adquirido na produção (ROCHA et al., 2003). Na Tabela 2, ao observar os valores entre os grupos genéticos para o grau de maturidade u , todos os grupos apresentaram valores próximos de um (1,00) demonstrando que a análise foi realizada considerando animais em um mesmo ponto de desenvolvimento com relação ao crescimento dos tecidos, mesmo tratando-se de animais de diferentes GG. Tais resultados reforçam a importância de analisar os animais, com valores ajustados ao grau de maturidade, obtendo assim, um ponto comum para então poder compará-los de forma igual, no que se refere às características de qualidade da carne.

3.1. Qualidade da carne

Tabela 3- Características de qualidade da carne não ajustadas dos três grupos genéticos de bubalinos abatidos próximos ao peso à maturidade.

Item	Grupo Genético			EPM ⁷	P-value
	Jafarabadi	Mediterrâneo	Murrah		
n	15	29	22	-	-
pH ¹	5,619	5,593	5,578	0,031	0,432
PPD ² , %	8,044	7,961	8,117	0,680	0,969
CRA ³ , %	69,809	69,914	69,585	0,865	0,906
Umidade, g/100g	73,056 ^a	71,921 ^b	71,416 ^b	0,319	<,0001
Proteína, g/100g	23,709 ^b	24,172 ^a	24,220 ^a	0,188	0,025
Gordura, g/100g	2,163 ^b	2,826 ^a	3,096 ^a	0,225	0,001
Cinzas, g/100g	1,072	1,080	1,052	0,027	0,485
Colágeno, g/100g	1,300	1,239	1,328	0,070	0,299
<i>Cor⁴</i>					
L*	36,803 ^b	38,562 ^a	37,915 ^a	0,577	0,017
a*	10,646	9,590	9,711	0,485	0,100
b*	9,031	9,061	8,902	0,372	0,886
C*	13,981	13,223	13,201	0,568	0,369
h*	40,476 ^b	43,459 ^a	42,485 ^a	0,990	0,018
Marmoreio	1,429	1,536	1,546	0,215	0,861
PPC ⁵ , %	26,312	24,805	25,241	1,622	0,662
FC ⁶ , kg	4,393	3,827	3,839	0,275	0,117

¹Potencial hidrogeniônico; ²Perda por descongelamento; ³Capacidade de retenção de água; Cor: luminosidade (L*), índice de vermelho (a*), índice de amarelo (b*), saturação (C*) e ângulo de tonalidade (h*); ⁵Perda por cocção(PPC); ⁶Força de cisalhamento(FC) ; ⁷Erro padrão médio. Letras diferentes na mesma linha demonstram diferença entre as médias. Significância considerada se $P \leq 0,05$.

Tabela 4 – Características de qualidade da carne ajustadas de acordo com o peso inicial (Pi) ou o grau de maturidade (u) de três grupos genéticos de bubalinos confinados e abatidos próximos ao peso à maturidade.

Item	Grupo Genético			EPM ⁷	P-value	P-Covariável	
	Jafarabadi	Mediterrâneo	Murrah			Pi	u
n	15	29	22	-	-	-	-
pH ¹	5,615	5,587	5,594	0,030	0,622	-	0,013
PPD ² , %	9,186	7,823	7,491	0,786	0,183	0,007	-
CRA ³ , %	69,809	69,914	69,585	0,865	0,906	-	-
Umidade, g/100g	73,056 ^a	71,921 ^b	71,416 ^b	0,319	<,0001	-	-
Proteína, g/100g	23,696 ^b	24,156 ^a	24,266 ^a	0,187	0,015	-	0,044
Gordura, g/100g	2,163 ^b	2,826 ^a	3,096 ^a	0,225	0,001	-	-
Cinzas, g/100g	1,072	1,080	1,052	0,027	0,485	-	-
Colágeno, g	1,300	1,239	1,328	0,070	0,299	-	-
<i>Cor⁴</i>							
L*	36,803 ^b	38,562 ^a	37,915 ^a	0,577	0,017	-	-
a*	10,796 ^a	9,670 ^b	9,497 ^b	0,465	0,027	-	0,002
b*	9,031	9,061	8,902	0,372	0,886	-	-
C*	14,129	13,301	12,977	0,559	0,164	-	0,011
h*	40,193 ^b	43,308 ^a	42,818 ^a	0,957	0,007	-	0,004
Marmoreio	1,429	1,536	1,546	0,215	0,861	-	-
PPC ⁵ , %	26,312	24,805	25,241	1,622	0,662	-	-
FC ⁶ , kg	4,393	3,827	3,839	0,275	0,117	-	-

¹Potencial hidrogeniônico; ²Perda por descongelamento; ³Capacidade de retenção de água; Cor: luminosidade (L*), índice de vermelho (a*), índice de amarelo (b*), saturação (C*) e ângulo de tonalidade (h*); ⁵Perda por cocção(PPC); ⁶Força de cisalhamento(FC); ⁷Erro padrão médio. Letras diferentes na mesma linha demonstram diferença entre as médias. Significância considerada se $P \leq 0,05$.

A umidade apresentou diferença entre os grupos genéticos ($P < 0,001$) sendo o Jafarabadi com o maior teor de umidade e o Mediterrâneo e Murrah com os menores valores não diferindo entre si, não havendo efeito da covariável *u* no modelo. O resultado obtido

para umidade confirma as informações disposta na literatura, que relata que a umidade possui correlação negativa com a gordura, ao observar a tabela 3 e 4, o grupo Jafarabadi exibe o menor teor de gordura em relação aos demais grupos, dessa maneira, quanto maior a gordura na carcaça menor será o teor de umidade. Segundo Santos et al (2008), o teor de umidade da carne está positivamente e altamente correlacionado aos teores de proteínas e não de gordura, isso porque a proteína corporal é responsável pela captação da molécula de água.

No entanto, os valores de umidade encontram-se dentro do padrão descrito na literatura, que preconiza que a carne vermelha magra possui cerca de 75% de água, em peso (GEAY et al., 2001). Por ser um elemento abundante, a água influencia na qualidade da carne, podendo interferir na suculência, textura, cor e sabor (ROÇA, 2008). Lapitan et al. (2008) ao comparar bovinos e bubalino e Mattos et al. (1997) pesquisando a carne de bovinos Nelore e de búfalos Mediterrâneo e Jafarabadi encontram valores de umidade de 75,5% e 74,3; 74,8% respectivamente resultados maiores aos observados no presente estudo (Tabela 3 e 4).

Para proteína houve significância entre os GG estudados ($P < 0,05$). Ao adicionar a covariável *u* ao modelo demonstrou diferença entre os grupos, o Murrah e Mediterrâneo apresentando maior teor de proteína, não diferindo entre si e menor no Jafarabadi. Este fato pode estar associado à fase da curva de crescimento em que o grupo Jafarabadi se encontrava, no qual, cessou a deposição de tecido muscular, dando início à deposição de tecido adiposo. De acordo com o avanço da idade do animal e grau de engorda, há decréscimos nos teores de proteínas, cinzas e água (BERG; BUTTERFIELD, 1976) devido à desaceleração do crescimento muscular, onde há menor ganho de proteína por kg de ganho de peso corporal vazio à medida que se eleva o peso do animal, ao mesmo tempo em que ocorre maior desenvolvimento do tecido adiposo (FERREIRA, 1997).

Andrighetto et al (2008), ao avaliar o *Longissimus dorsi* de bubalinos Murrah abatidos em diferentes tempos de confinamento (75, 100, 125 e 150 dias), obtiveram valores para proteína de 22,06, 21,62, 21,03 e 21,30%, valores inferiores aos apresentados neste estudo (Tabela 3 e 4). Tais diferenças no teor de proteína, pode estar relacionado à condição (não castrado) dos animais do presente trabalho, diferente de Andrighetto et al (2008), que utilizou animais castrado, o que favorece a deposição de gordura mais precocemente, alterando assim as proporções de musculo e gordura na carcaça, resultando em um menor teor de proteína. Contudo, os dados encontram-se conforme com os valores citados pela

literatura, que relata que a carne possui aproximadamente 19 a 25% de proteínas (GEAY et al., 2001).

Houve diferença ($P<0,05$) para os teores de gordura entre os grupos genéticos com os maiores valores sendo apresentados pelos grupos Murrah e Mediterrâneo, que não diferiram entre si, e menor valor para o grupo Jafarabadi (Tabela 3), não sofrendo efeito quando ajustado pela covariável u (Tabela 4). A gordura é a característica mais variável da carcaça, tanto em quantidade quanto em distribuição, além disso, é o componente da carne de maior importância, pois atribuem características sensoriais almejadas, como suculência, sabor e aroma (LUCHIARI FILHO, 2000; ZORZI et al., 2013).

Os animais jovens possuem menor teor de gordura, maiores quantidade de músculo e maior porcentagem no teor de umidade (água); por outro lado, com o aumento no teor de gordura essa proporção diminui (EMBRAPA, 2002). Assim, conforme o animal avança na idade, o teor de gordura aumenta (BERG; BUTTERFIELD, 1976). Dado ao exposto sugere-se que os animais avaliados, estavam em pontos semelhantes de maturidade, comprovado por meio do ajuste da covariável u , demonstrando não havendo diferença entre os grupos.

Corroborando com os dados apresentados, pesquisas realizadas por Rodrigues (2014) e Kandeepan et al. (2009), trabalhando com bubalinos abatidos aos 18 meses de idade, obtiveram valores de teor de gordura 3,14 e 2,67% respectivamente, resultados próximos aos obtidos no presente estudo (tabela 3 e 4). Em contrapartida Mattos et al. (1997), ao avaliarem a carne de bovinos Nelore e búfalos Mediterrâneo e Jafarabadi, relatam teores de gordura 1,2, 0,6 e 1,0% respectivamente, sendo inferiores ao do presente trabalho.

Pode-se observar diferença de luminosidade (L^*), índice de vermelho (a^*) e ângulo de tonalidade (h^*) entre os grupos genéticos ($P<0,05$). A luminosidade foi maior no Mediterrâneo e Murrah não diferindo entre si e menor no Jafarabadi, todavia não houve efeito da covariável u no modelo. A luminosidade está relacionada à capacidade de retenção de água, que promove uma maior quantidade de água retida que desfavorece a difusão da luz, resultando em menor quantidade de luz sendo transmitida. De acordo com Olivo (2005), quanto maior for o valor da luminosidade menor será a capacidade de retenção de água, porém não houve diferença para capacidade de retenção de água entre os grupos. Outros fatores podem influenciar na luminosidade, como por exemplo, grupo genético, idade, maior pH final, menor marmoreio, ou aumento do conteúdo de mioglobina

no músculo (FALCITANO et al. 2008), dessa forma sugere-se que as diferenças exibidas entre GG, pode estar associado a essas variáveis, as quais, podem ser confirmadas ao observar as Tabelas 3 e 4.

O índice de vermelho foi maior no Jafarabadi. O ângulo de tonalidade (descoloração) foi maior no Mediterrâneo e Murrah e menor para o Jafarabadi. Tanto o índice de vermelho como o ângulo de tonalidade, sofreu efeito da covariável de grau de maturidade, porém, não alterou a comparação das médias entre os GG ($P= 0,027$ e $P= 0,007$ respectivamente). A percepção da cor é um dos parâmetros mais relevantes na avaliação da qualidade da carne pelos consumidores. A cor da carne indica a concentração de mioglobina e seu estado de oxigenação ou oxidação na superfície do músculo. A quantidade de mioglobina varia com a espécie, sexo, idade, localização anatômica do músculo, atividade física, pelo tipo de fibra muscular bem como pelo nível de sangria do animal no abate (CORNFORTH, 1994). A coloração da carne obtida neste estudo pode ser considerada vermelha brilhante em consequência das médias encontradas para L^* e a^* . Os valores L^* (Tabela 3 e 4) observados estão dentro da faixa normal de L^* (33 a 41), conforme sugerido por Muchenje et al. (2009).

Resultados descritos por Jorge et al. (2006) em pesquisa com bubalinos da raça Mediterrâneo obteve 12,99 de índice de vermelho, 35,91 de luminosidade e 5,18 de índice de amarelo, sendo que o a^* foi maior, L^* e b^* foram menores, quando comparados aos valores exibidos neste estudo. Lapitan et al. (2008), trabalhando com bovinos e bubalinos cruzados abatidos com 22 meses de idade, nas Filipinas, encontraram valores próximos para luminosidade (39,7 e 36,9), valores superiores para a intensidade de vermelho (15,4 e 15,8) e valores inferiores de intensidade de amarelo (3,68 e 3,11), para bovinos e bubalinos, respectivamente, quando comparados ao presente estudo. Para o índice de amarelo (b^*) e saturação (C^*) não foi encontrado diferença entre os grupos genéticos em estudo.

Para a perda por descongelamento, a covariável Pi foi significativa para o modelo, mas não ao ponto de ocasionar efeito do GG nas variáveis. O processo de descongelamento pode resultar em modificações indesejáveis nos alimentos e na matéria viva, em decorrência de reações químicas (insolubilização de proteínas, oxidação de lipídios) ou físicas (recristalização, mudanças de volume) (COLLA et al, 2003). Andrighetto et al. (2005) avaliando características qualitativas da carcaça e da carne de bubalinos Mediterrâneo terminados em confinamento e abatidos em diferentes pesos, obteve valor de 7,1 (450 kg);

6,5(480 kg); 5,9 (510 kg) e 5,2% (540) para PPD, semelhante ao encontrado para mesmo grupo em estudo (Tabela 3 e 4).

Não houve diferença ($P < 0,05$) para os valores de pH nos grupos genéticos avaliados. Quando os valores foram ajustados a covariável *u*, apresentou significância ($P < 0,05$), mas não a ponto de alterar o efeito do GG nos resultados, para a mesma variável. A literatura reporta que o pH final da carne deve ser em torno de 5,5 a 5,9, sendo essa a faixa ideal de pH (ROÇA, 1997). Diante de tal informação os resultados exibidos no presente trabalho encontram-se dentro do estabelecido.

Não houve diferença significativa ($P < 0,05$) para a capacidade de retenção de água, cinzas e colágeno. A covariável não foi significativa e por isso não permaneceu no modelo.

O grau de marmoreio não apresentou diferença entre os grupos genéticos ($P > 0,05$), não havendo também efeito da covariável *u*. A deposição de gordura corporal durante a vida do animal segue uma sequência cronológica, sendo que a gordura visceral é a primeira a ser constituída, seguida pela gordura de cobertura e por último a gordura intramuscular (Di MARCO, 1998). Considerando que, os animais se encontravam no mesmo grau de maturidade fisiológica, era esperado que estes apresentassem semelhanças quanto teor de gordura intramuscular, visto que essa é a última gordura a ser depositada na carcaça. Não obstante, foi observado que mesmo tratando-se de grupos genéticos diferentes, o grau de marmoreio foi baixo, sugerindo que essa é uma característica da espécie bubalina.

Os resultados para perdas por cocção não apresentaram diferenças entre os grupos genéticos avaliados ($P < 0,05$). Não foi observado diferenças ($P > 0,05$) na maciez da carne entre GG, no entanto os valores de força de cisalhamento encontrados foram inferiores a 5,0 kgf (Tabela 3 e 4), o que, segundo Felício (1997), permite classificar a carne como macia. Não houve efeito da covariável *u* para perda por cocção e força de cisalhamento.

A carne possui três componentes que exercem influência direta na sua qualidade são eles: umidade, gordura e proteína. A quantidade destes componentes são parâmetros essenciais de qualidade para a industrialização, pois, definirão as características finais dos produtos (LOPES et al, 2010).

Tabela 5 – Coeficientes parciais de correlação de Pearson entre o peso à maturidade e as características de químicas da carne de bubalinos de três grupos genéticos

Item		Umidade	Proteína	Gordura	Cinzas
Peso à Maturidade ¹	r	0,3439	-0,2388	-0,3090	0,1506
	P	0,0071	0,0662	0,0163	0,2509
Umidade	r		-0,7309	-0,8424	0,1987
	P		<0,001	<0,001	0,1281
Proteína	r			0,2559	-0,2132
	P			0,0484	0,1019
Gordura	r				-0,2240
	P				0,0853

¹Peso à maturidade considerado de acordo com os estudos de Aranha et al. (2020) e Jorge et al. (2020), para os três grupos genéticos de bubalinos. Significância considerada se $P \leq 0,05$.

Observou-se correlação positiva baixa entre o peso à maturidade e umidade ($r=0,3439$; $P=0,0071$) e negativa baixa para proteína ($r= -0,2388$; $P=0,0662$) e gordura ($r= -0,3090$; $0,0163$).

A umidade teve correlação negativa alta com a proteína ($r= -0,7309$; $P<, 0001$) e gordura ($r= -0,8424$; $P <, 0001$). Quando os níveis de gordura aumentam, os níveis de umidade diminuem e vice-versa, havendo assim uma compensação entre esses dois constituintes (OLIVO; SHIMOKOMAKI, 2002). Resultado semelhante ao deste estudo foi observado por Li et al. (2018) ao avaliarem a qualidade da carne de búfalos machos, no qual o teor de gordura foi negativamente correlacionado com a umidade da carne. Pinheiro et al (2012) estudando a aceitação sensorial e composição centesimal da carne de ovelhas abatidas em diferentes estágios de maturidade fisiológica, também observaram uma correlação negativa entre os teores de umidade e proteína da carne. Para proteína houve correlação positiva baixa com a gordura ($r= 0,2559$; $P=0,0484$). Não ocorreu correlação ($P>0,05$) entre gordura e o teor de cinzas da carne.

É de suma importância à compreensão da dinâmica das correlações entre as principais características química da carne, sendo que tais características estão diretamente ligadas ao desenvolvimento corporal e sofrem variações no decorrer da vida dos animais. O peso a maturidade entre os grupos genéticos de bubalinos são diferentes, dessa forma, a determinação do ponto ideal de abate para cada grupo torna-se primordial, quando se almeja a produção de carnes de alta qualidade.

4. Conclusões

Bubalinos dos grupos genéticos Jafarabadi, Mediterrâneo e Murrah terminados em confinamento e abatidos ao atingir a maturidade fisiológica apresentam variações em alguns parâmetros de qualidade da carne como: umidade, proteína, gordura e cor.

Ao se comparar atributos de qualidade de carne de bubalinos de diferentes grupos genéticos, o grau de maturidade e o peso corporal vivo inicial são itens importantes, portanto, devem ser testados e adicionados como covariáveis no modelo estatístico, pois os grupos genéticos apresentam diferentes pesos à maturidade.

5. Referências

- Andrighetto, Cristiana et al. Características físico-químicas e sensoriais da carne de bubalinos Murrah abatidos em diferentes períodos de confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 12, p. 2179-2184, 2008.
- Andrighetto, Cristiana et al. Características qualitativas da carcaça e da carne de bubalinos mediterrâneo terminados em confinamento e abatidos em diferentes pesos. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA CARNE**. 2005.
- AUS-MEAT (Ed.). (2005). Handbook of Australian meat International red meat manual. 7th ed. Sydney, Australia: AUS-MEAT.
- Aranha, Aline S. et al. PSVII-24 Weight at maturity of water buffaloes determined by body chemical composition. **Journal of Animal Science**, v. 98, n. Supplement_4, p. 306-307, 2020.
- Bailey, A.J.; Light, N.D. **Connective tissue in meat and meat**. Essex, London, ELSEVIER APPLIED SCIENCE LDIA, 1989. 355p.
- Berg, R.T., Butterfield, R.M. 1976. **New concepts of cattle growth**. Sydney: Sydney Univerty Press. 240p.
- Bonilha, S. F. M. et al. Evaluation of carcass characteristics of Bos indicus and tropically adapted Bos taurus breeds selected for postweaning weight. **Journal of Animal Science**, v. 86, n. 8, p. 1770-1780, 2008.
- Borghese, A. et al. Fattening of buffalo young bulls with different diets. **Revista Veterinaria**, v. 21, n. 1, p. 511-516, 2010.
- Cornforth, D. Color—its basis and importance. In: **Quality attributes and their measurement in meat, poultry and fish products**. Springer, Boston, MA, 1994. p. 34-78.
- Colla, Luciane Maria; PRENTICE-HERNÁNDEZ, Carlos. Congelamento e descongelamento—sua influência sobre os alimentos. 2003.
- Di Marco, O. NELLORE. Crecimiento de vacunos para carne. **Mar Del Plata: Oscar N. Di Marco**, 1998.
- EMBRAPA. Gado de Corte. Conhecendo a carne que você consome. Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/qualidadecarnebovina_000fecp2_98c02wx5eo006u55t1jcnus5.pdf>. Acesso em: 25 fev. 2021.
- Faucitano, L. et al. Comparison of alternative beef production systems based on forage finishing or grain-forage diets with or without growth promotants: 2. Meat

- quality, fatty acid composition, and overall palatability. **Journal of animal science**, v. 86, n. 7, p. 1678-1689, 2008.
- Fennema, Owen R. et al. **Low-temperature preservation of foods and living matter**. 1973.
- Felício, P.E. Fatores ante e post mortem que influenciam na qualidade da carne bovina. In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C.; FARIA, V.P. (Eds.) **Produção do novilho de corte**. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários “Luis de Queiroz”, 1997. P.79-97.
- Ferreira, M. A. Desempenho, exigências nutricionais e eficiência de utilização da energia metabolizável para ganho de peso de bovinos F1 Simental x Nelore. **Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa**, 1997.
- Francisco, C. L. et al. Muscle fiber type characterization and myosin heavy chain (MyHC) isoform expression in Mediterranean buffaloes. **Meat Science**, v. 88, n. 3, p. 535-541, 2011.
- Geay, Yves et al. Effect of nutritional factors on biochemical, structural and metabolic characteristics of muscles in ruminants, consequences on dietetic value and sensorial qualities of meat. **Reproduction Nutrition Development**, v. 41, n. 1, p. 1-26, 2001.
- Goes, R.H.T.B. (2013). Alimentos e alimentação animal. 1ª. Ed. UFGD Editora, Dourados.
- Hall, N.; Schönfeldt, H. C.; Pretorius, B. Effect of animal age and trimming practices on the physical composition of Bonsmara beef. **Food Chemistry**, v. 193, p. 160–165, 2016.
- Hamm, R. Biochemistry Of Meat Hydration. **Advances in Food Research**, v. 10, n. C, p. 355–463, 1961.
- Hilton, G. G. et al. An evaluation of current and alternative systems for quality grading carcasses of mature slaughter cows. **Journal of Animal Science**, v. 76, n. 8, p. 2094-2103, 1998.
- Hopkins, D. L.; Fogarty, N. M.; Mortimer, S. I. Genetic related effects on sheep meat quality. **Small Ruminant Research**, v. 101, n. 1–3, p. 160–172, 2011.
- Irie, Masakazu; KOHIRA, K. Simple spot method of image analysis for evaluation of highly marbled beef. **Asian-Australasian journal of animal sciences**, v. 25, n. 4, p. 592, 2012.
- ISO 936:1998. International standards meat and meat products – Determination of ash content. Geneva: International Organization for Standardization, 1998.
- Jorge, Andre M. et al. PSVII-8 Equations for prediction of empty body weight of water buffaloes finished in feedlot. **Journal of Animal Science**, v. 98, n. Supplement_4, p. 305-306, 2020.

- Jorge, André. M. et al. Características bioquímicas da carne de bubalinos Mediterrâneo terminados em confinamento e abatidos em diferentes pesos. **Ciência Rural**, v. 36, n. 5, p. 1534-1539, 2006.
- Kandeepan, G. et al. Effect of age and gender on the processing characteristics of buffalo meat. **Meat Science**, v. 83, n. 1, p. 10-14, 2009.
- Konarska, M., Kuchida, K., Tarr, G., Polkinghorne, R.J. 2017. Relationships between marbling measures across principal muscles, *Meat Science*, 123, 67–78.
- Koch, R. M et al. Caracterização dos tipos biológicos de bovinos - Ciclo II: III. Composição, qualidade e palatabilidade da carcaça. **Journal of Animal Science** , v. 49, n. 2, pág. 448-460, 1979.
- Lapitan, Rosalina M. et al. Comparison of carcass and meat characteristics of Brahman grade cattle (*Bos indicus*) and crossbred water buffalo (*Bubalus bubalis*) fed on high roughage diet. **Animal Science Journal**, v. 79, n. 2, p. 210-217, 2008.
- Lopes, L. S. Metodologias utilizadas para avaliar as características físicas, químicas e organolépticas da carne. **Pubvet**, v. 4, p. Art. 844-849, 2010.
- Li, Q. et al. Effects of age on slaughter performance and meat quality of Binlangjang male buffalo. **Saudi journal of biological sciences**, v. 25, n. 2, p. 248-252, 2018.
- Lanari, M. C. et al. Atmosphere and blooming time affect color and lipid stability of frozen beef from steers supplemented with vitamin E. **Meat science**, v. 40, n. 1, p. 33-44, 1995.
- Mattos, J. C. A. et al. Comparison on carcass, meat cuts and some meat quality characteristics of buffaloes and of zebu. In: **Proceedings 5th World Buffalo Congress, Royal Palace, Caserta, Italy, 13-16 October, 1997**. 1997. p. 442-446.
- Muchenje, V. et al. Alguns aspectos bioquímicos relativos à qualidade da carne bovina e à saúde do consumidor: Uma revisão. **Química alimentar** , v. 112, n. 2, pág. 279-289, 2009.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL et al. Nutrient requirements of beef cattle. 7th EdNational Academy of Press. **Washington, DC**, 2000.
- Naveena, B. M.; Kiran, M. Buffalo meat quality, composition, and processing characteristics: Contribution to the global economy and nutritional security. **Animal Frontiers**, v. 4, n. 4, p. 18–24, 2014. Disponível em:<<http://academic.oup.com/af/article/4/4/18/4638806> >. Acesso em: 23 Out. 2020.
- Olivo, R.; Olivo, N. The World of Meat. **Science, Technology and Market (O mundo das carnes, Ciência, Tecnologia e Mercado)**, Criciúma,, p. 211, 2005.
- Owens, F. N., Gill, D.R., Secrist, D.S. et al. Review of some aspects of growth and development of feedlot cattle. *J. Anim. Sci.*, v.73, n.10, p.3152. 1995.

- Paulino, Pedro V. R. et al. Deposição de tecidos e componentes químicos corporais em bovinos Nelore de diferentes classes sexuais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 12, p. 2516-2524, 2009.
- Pinheiro, R. S. B.; Jorge, A. M.; Souza, H. B. A. Aceitação sensorial e composição centesimal da carne de ovelhas abatidas em diferentes estágios fisiológicos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 64, n. 4, p. 1053-1059, 2012.
- Renner, M ; Labas, R. Biochemical factors influencing metmyoglobin formation in beef muscles. **Meat Science**, v. 19, n. 2, p. 151-165, 1987.
- Resconi, V. C. et al. Color, lipid oxidation, sensory quality, and aroma compounds of beef steaks displayed under different levels of oxygen in a modified atmosphere package. **Journal of Food Science**, v. 77, n. 1, p. S10-S18, 2012.
- Rocha, E. D. et al. Tamanho de vacas Nelore adultas e seus efeitos no sistema de produção de gado de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 55, n. 4, p. 474-479, 2003.
- Roça, R. de O. Composição química da carne. **Laboratório de Tecnologia dos Produtos de Origem Animal. Fazenda Experimental Lageado, FCA UNESP-Campus de Botucatu, SP.[Sd]**, 2008.
- Rodrigues, A. B. B. Características qualitativas e quantitativas do músculo Longissimus de bubalinos e bovinos terminados em confinamento. 2014. xiii, 39 p. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2014. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/115605>>.
- Santos, C. L. D. et al. Análise centesimal dos cortes da carcaça de cordeiros Santa Inês e Bergamácia. **Food Science and Technology**, v. 28, n. 1, p. 51-59, 2008.
- Storti, S. M. M. Características da carne de bubalinos jovens da raça Murrah em dois sistemas de terminação. 2007. v, 28 f. Dissertação(mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, 2007. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/96658>>.
- Wheeler, T. L.; Shackelford, S. D.; Koohmaraie, Mohammad. Cooking and palatability traits of beef longissimus steaks cooked with a belt grill or an open hearth electric broiler. **Journal of Animal Science**, v. 76, n. 11, p. 2805-2810, 1998.
- Zorzi, ZORZI, K. et al. Meat quality of young Nellore bulls with low and high residual feed intake. **Meat Science**, v. 93, n. 3, p. 593-599, 2013.

CAPÍTULO III

Implicações

A bubalinocultura de corte no Brasil encontra-se em expansão e, as pesquisas apontam para o potencial excepcional desses animais como produtores de carne. Com o advento da informação e consumidores cada vez mais exigentes, a carne bubalina têm se tornado um produto de origem animal atrativo, para um seleto grupo de pessoas que buscam por proteína animal de alta qualidade.

Estudos recentes revelam que a carne bubalina pode ser considerada como um alimento nutracêutico, que são alimentos que apresentam benefícios à saúde, incluindo a prevenção e/ou tratamento de doenças, no caso da carne desses animais destacam-se, sobretudo o seu menor teor de gordura, baixo colesterol e presença de ácidos graxos poliinsaturados (ômega 3 e 6) e maior teor de proteínas, vitaminas e minerais em comparação a outras carnes vermelhas.

Porém, certos desafios precisam ser superados para que haja o pleno desenvolvimento da bubalinocultura, entre eles estão: a produção obsoleta (uso de poucas tecnologias), falta de reconhecimento do próprio pecuarista do potencial da espécie, ausência de organização e coordenação ao longo de toda a cadeia produtiva, o preconceito sobre o consumo da carne e a falta de valorização do produto (preço mais justo, frente à qualidade da carne). Dado ao exposto é de fundamental importância a realização de pesquisas que possam auxiliar na adoção de técnicas modernas de produção.

Assim, acreditamos que os resultados do presente trabalho serão bastante valiosos para a elaboração de técnicas mais precisas de manejo com o objetivo de obter carcaças com qualidade superior, auxiliar na tomada de decisão sobre o melhor peso de abate aproveitando a máxima eficiência do animal e por fim tornar pública a qualidade extraordinária da carne bubalina.