

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CÂMPUS EXPERIMENTAL DE DRACENA**

**CARACTERÍSTICAS QUALITATIVAS DA CARNE DE
BUBALINOS SUBMETIDA A DIFERENTES
PERÍODOS DE MATURAÇÃO**

Patrícia Aparecida Cardoso da Luz

Zootecnista

2014

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CÂMPUS EXPERIMENTAL DE DRACENA**

**CARACTERÍSTICAS QUALITATIVAS DA CARNE DE
BUBALINOS SUBMETIDA A DIFERENTES
PERÍODOS DE MATURAÇÃO**

Patrícia Aparecida Cardoso da Luz

Orientadora: Profa. Dra. Cristiana Andrighetto

Co-Orientador: Prof. Dr. Rafael Silvio Bonilha Pinheiro

Dissertação apresentada ao Câmpus Experimental de Dracena – Unesp, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia Animal.

2014

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação
Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação da UNESP - Ilha Solteira.

L979c Luz, Patrícia Aparecida Cardoso da.
Características qualitativas da carne de bubalinos submetida a diferentes períodos de
maturação / Patrícia Aparecida Cardoso da Luz. – Ilha Solteira : [s.n.], 2014
80 f. : il.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de
Ilha Solteira. Área de conhecimento: Produção Animal, 2014

Orientadora: Cristiana Andrighetto
Coorientador: Rafael Silvio Bonilha Pinheiro
Inclui bibliografia

1. Colesterol. 2. Carne – Cor. 3. Resistência ao cisalhamento. 4. Microbiologia.
5. Carne – Qualidade. 6. Perda por cocção. 7. Potencial hidrogeniônico (pH).



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ILHA SOLTEIRA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: Características Qualitativas da Carne de Bubalinos Submetida à Diferentes Períodos de Maturação

AUTORA: PATRÍCIA APARECIDA CARDOSO DA LUZ
ORIENTADORA: Profa. Dra. CRISTIANA ANDRIGHETTO
CO-ORIENTADOR: Prof. Dr. RAFAEL SILVIO BONILHA PINHEIRO

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Ciência e Tecnologia Animal, Área: CIÊNCIA E TECNOLOGIA ANIMAL, pela Comissão Examinadora:


Profa. Dra. CRISTIANA ANDRIGHETTO
Campus Experimental de Dracena / Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"


Prof. Dr. GELCI CARLOS LUPATINI
Campus Experimental de Dracena / Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"


Prof. Dr. ERICO RODRIGUES
Unidade Diferenciada de Registro / Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"

Data da realização: 20 de janeiro de 2014.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Patrícia Aparecida Cardoso da Luz – nascida em 27 de abril de 1988, na cidade de Dracena/SP - Brasil, filha de Edna Aparecida Martins Cardoso da Luz e Moisés Aparecido da Luz. Em dezembro de 2011, concluiu a graduação em Zootecnia pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Câmpus Experimental de Dracena, UNESP - Brasil. Durante a graduação realizou experimentos na área do “Desenvolvimento testicular e no processo espermatogênico de búfalos”, como bolsista FAPESP. Em março de 2012, iniciou no Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia Animal, em nível de mestrado, área de concentração Produção Animal na Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Programa Interunidades do Câmpus Experimental de Dracena e Câmpus de Ilha Solteira, realizando estudos na área de “Qualidade da carcaça e carne de bubalinos”, como bolsista da CAPES, submetendo-se a banca em 20 de janeiro de 2014.

“Sonhe com o que você quiser. Vá para onde você queira ir. Seja o que você quer ser, porque você possui apenas uma vida e nela só temos uma chance de fazer aquilo que queremos. Tenha felicidade bastante para fazê-la doce. Dificuldades para fazê-la forte. Tristeza para fazê-la humana. E esperança suficiente para fazê-la feliz.”

Clarice Lispector

Dedico este trabalho aos meus exemplos de vida, meus pais Edna e Moisés, a minha Irmã Tamires e ao meu namorado Leonardo pelo amor, carinho, paciência e incentivos prestados nos momentos mais difíceis.

Com Amor, dedico!

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ser sempre tão generoso comigo, permitir que eu realize meus sonhos e por me amparar e me dar forças nos momentos difíceis de minha vida.

À minha Família, em especial aos meus pais, pelo apoio incondicional, confiança, carinho, amizade, amor, por nunca medirem esforços para proporcionar a mim uma ótima formação acadêmica e principalmente pelo exemplo que ajudou a definir meu caráter, aos quais eu dedico a minha vida.

Ao meu namorado Leonardo Henrique Zanetti e sua família, pelo apoio, compreensão, amizade, paciência, confiança e, sobretudo por todo amor, companheirismo, carinho e por todo empenho em fornecer o que precisei para executar essa minha caminhada.

À Profa. Dra. Cristiana Andrighetto pela incrível orientação, apoio, paciência, dedicação, compreensão, pela confiança depositada e sobretudo por ter sempre acreditado em mim. Obrigada por contribuir para meu crescimento profissional e, especialmente pelo respeito, atenção, carinho e amizade. A você professora, minha eterna gratidão.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) pela bolsa fornecida durante grande parte do mestrado.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pelo auxílio financeiro, número do processo (2012/09733-8).

À Coordenadora do Programa de Pós – Graduação em Ciência e Tecnologia Animal, Professora Doutora Rosemeire da Silva Filardi e a todos os professores pela oportunidade a mim oferecida para a realização do curso de mestrado, bem como pelo início da minha formação científica e acadêmica.

A todos meus amigos da Pós - Graduação, em especial Patrícia Andrade, Janaíne e agora a mais nova integrante “Helena”, Miguel, João Henrique, Lígia, Fernanda Oliveira, Tarcísio e Rafael Ono. A todos vocês que nos momentos de alegria e tristezas, tornaram minha caminhada mais suave.

Ao Fábio Sakamoto, por toda ajuda fornecida durante nossas longas horas de análises dentro do laboratório.

Ao Professor Doutor Roberto de Oliveira Roça e sua orientada de mestrado Carolina Toledo, por abrir as portas do laboratório e por todo auxílio fornecido durante a realização das minhas análises na FMVZ- Botucatu.

Aos funcionários do Laboratório de Bromatologia da Unesp - Câmpus Experimental de Dracena, Marcelo, Wanderson, Mirian e do Departamento de Tecnologia e Gestão Agroindustrial (DGTA) da Faculdade de Ciências Agronômicas (FCA), Unesp - Câmpus de Botucatu/SP pelo auxílio nas análises.

Aos membros da minha banca de qualificação e defesa, Professoras Doutoras Sirlei Aparecida Maestá e Maria Luiza Poiatti e Professores Doutores Gelci Carlos Lupatini e Érico Rodrigues, pelas considerações valiosas dadas durante a discussão dos meus dados.

Aos animais, aos quais dedicamos nossa profissão, nossos conhecimentos e com os quais sempre temos algo a aprender.

E a todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

Muito Obrigada!

SUMÁRIO

	Página
Resumo	iv
Abstract	v
Lista de Tabelas	vi
Lista de Figuras	viii
CAPÍTULO 1 – Considerações gerais	01
1. Introdução	01
2. Revisão de literatura	03
2.1. Situação atual da bubalinocultura	03
2.2. A bubalinocultura de corte no Brasil	03
2.3. Características da carcaça bubalina	04
2.4. Características da carne bubalina	06
2.5. Maturação da carne	10
3. Referências	13
CAPÍTULO 2 - Características da carcaça e análise química e microbiológica da carne de bubalinos Murrah submetida a diferentes períodos de maturação	20
1. Introdução	22
2. Material e métodos	23
2.1. Local, animais utilizados e separação das amostras	23
2.2. Área de olho de lombo	24
2.3. Espessura de gordura subcutânea	24
2.4. Marmorização	24
2.5. Composição centesimal	24
2.6. Colesterol	25
2.7. Perfil de Ácidos Graxos	25
2.8. Avaliação Microbiológica	26
2.9. Forma de análise dos resultados	27
3. Resultados e Discussões	27
3.1. Características da carcaça	27
3.2. Composição centesimal	30
3.3. Colesterol	31

3.4. Perfil de Ácidos Graxos	32
3.5. Avaliação Microbiológica	33
4. Conclusões	36
5. Referências	36
CAPÍTULO 3 - Características físicas e sensoriais da carne de bubalinos Murrah submetida a diferentes períodos de maturação	51
1. Introdução	53
2. Material e métodos.....	54
2.1. Local, animais utilizados e separação das amostras	54
2.2. pH	56
2.3. Força de cisalhamento e Perdas de peso por cocção	56
2.4. Cor da carne	56
2.5. Cor da gordura.....	57
2.6. Análise Sensorial	57
2.7. Forma de análise dos resultados	58
3. Resultados e Discussões	58
3.1. pH	58
3.2. Perdas de peso por cocção	59
3.3. Força de cisalhamento	60
3.4. Cor da carne.....	61
3.5. Cor da gordura	65
3.6. Análise Sensorial	66
4. Conclusões	67
5. Referências	67
CAPÍTULO 4 – Considerações finais	80



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Câmpus Experimental de Dracena

Comissão de Ética em Uso de Animais (CEUA)

Certificado

Certificamos que o Projeto intitulado "**Características qualitativas de carne de bubalinos abatidos em duas idades e submetidos a diferentes períodos de maturação**", protocolo nº 27/2012, sob a responsabilidade do(a) Prof.(a) Dr(a). Cristiana Andrighetto está de acordo com os princípios éticos de experimentação animal da Comissão de Ética em Uso de Animais (CEUA) do Curso de Zootecnia da UNESP de Dracena e foi aprovado pela referida Comissão. Este Certificado tem validade até 13/04/2013.

Dracena, 22 de junho de 2012.



Prof.ª Dra. Sirlei Aparecida Maestá
Presidente da CEUA - UNESP Dracena

Seção Técnica de Apoio Acadêmico
Rod. Cmte. João Ribeiro de Barros, km 651 Bairro das Antas CEP 17900-000 Dracena São Paulo Brasil
Tel. (18) 3821-8200 Fax. (18) 3821-8208 - academico@dracena.unesp.br

CARACTERÍSTICAS QUALITATIVAS DA CARNE DE BUBALINOS SUBMETIDA A DIFERENTES PERÍODOS DE MATURAÇÃO

RESUMO - O objetivo neste trabalho foi avaliar os efeitos dos diferentes tempos de maturação sobre as características de qualidade da carne bubalina, com o propósito de sugerir o ponto ideal da mesma para as características de cor e maciez da carne de búfalos jovens terminados em confinamento. Amostras do músculo *Longissimus* foram coletadas de 10 animais com idades entre 20 – 24 meses de idade às 24 horas *post mortem*. As amostras foram transportadas ao laboratório, para a realização primeiramente da área de olho de lombo (AOL), espessura de gordura subcutânea (EGS) e marmorização. Em seguida foram submetidas por 0, 7, 14 e 21 dias de maturação até o momento das análises de composição centesimal, colesterol, perfil de ácidos graxos, análise microbiológica, pH, perdas de peso por cocção, força de cisalhamento, cor da carne e da gordura e análise sensorial. De acordo com os dados, observou-se que a carcaça de bubalinos jovens da raça Murrah provenientes de rebanho leiteiro apresentou baixo rendimento de carcaça, alta EGS, menor desenvolvimento muscular justificado pela AOL e leve quantidade de marmorização. A maturação da carne dessa espécie afetou significativamente o teor de cinzas, o pH e o teor de vermelho da carne ($P < 0,05$), porém para esses parâmetros, as modificações encontradas em um determinado período de maturação não se mantiveram até os 21 dias. A maturação alterou o perfil do ácido graxo Linoléico ($P < 0,05$), por outro lado, não influenciou nas concentrações de colesterol, nas perdas de peso por cocção e no crescimento bacteriano ($P > 0,05$), porém foi evidenciada uma maior contaminação inicial durante os procedimentos higiênicos adotados ao longo das etapas de manipulação do produto. A maturação melhorou a maciez das carnes de bubalinos a partir dos 20,43 dias por reduzir significativamente a força de cisalhamento, sendo ainda evidenciada essa melhora na maciez pela análise sensorial, no entanto modificou a cor da carne, a qual sofreu alterações muito evidentes ao olho humano, e da gordura que se apresentou com menor luminosidade (L^*) e com maior intensidade de vermelho (a^*) e amarelo (b^*) ($P < 0,05$) ao longo do período de maturação. Dessa forma, conclui-se que a maturação da carne de bubalinos não interfere na qualidade microbiológica, na concentração de colesterol e na composição centesimal, exceto para os teores de cinzas, porém influencia no perfil do ácido graxo Linoléico, na maciez e na cor da carne e da gordura. Além disso, escolha do tempo de maturação mais adequado para carnes de bubalinos depende do atributo a ser valorizado.

Palavras-chave: colesterol, cor, força de cisalhamento, microbiologia, perda por cocção, pH

QUALITATIVE CHARACTERISTICS OF MEAT OF BUFFALOES SUBMITTED TO DIFFERENT PERIODS OF AGEING

ABSTRACT - The objective of this study was to evaluate the effects of different ageing times on the quality of buffalo meat, in order to suggest the ideal spot for the same color characteristics and beef tenderness of young buffalo feedlot finished. Longissimus muscle samples were collected from 10 animals aged 20-24 months old at 24 hours post mortem. Samples were transported to the laboratory for the realization of the first rib eye area (REA), fat thickness (SFT) and marbling. Then were submitted by 0, 7, 14 and 21 days of ripening yet analyzes of proximate composition, cholesterol, fatty acid profile, microbiological analysis, pH, weight losses by cooking, shear force, meat color and fat and sensory analysis. According to the data, it was observed that the carcass of young Murrah buffaloes from a dairy herd had low income housing, high EGS, less muscle development and justified by AOL slightest amount of marbling. The ageing of the meat of this species significantly affected the ash content, pH and red meat ($P < 0.05$), but for these parameters, the changes found in a certain period of ageing were not maintained until 21 days. Ageing altered the profile of the fatty acid linoleic ($P < 0.05$), on the other hand, did not influence the concentrations of cholesterol in weight loss by cooking and bacterial growth ($P > 0.05$), but there was evidence of higher initial contamination during the hygienic procedures adopted throughout the stages of product handling. The ageing improved the smoothness of buffalo meat from 20.43 days to significantly reduce shear force and is still evident that improvement in softness by sensory analysis, however changed the color of the meat, which suffered very obvious changes to human, and the fat that presented with lower lightness (L^*) and more redness (a^*) and yellow (b^*) ($P < 0.05$) over the period of ageing eye. Thus, it is concluded that ageing of buffalo meat does not interfere with the microbiological quality, the concentration of cholesterol and the chemical composition, except for the ash content, but influences the fatty acid Linoleic profile, softness and color meat and fat. Also, choose the most suitable ageing time of buffalo for meat depends on the attribute to be valued.

Keywords: cholesterol, color, shear force, microbiology, cooking loss, pH

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1

Página

Tabela 1. Composição centesimal do músculo <i>Longissimus dorsi</i> de bubalinos de acordo com diferentes autores	07
--	----

CAPÍTULO 2

Tabela 1. Composição percentual do concentrado usado no confinamento com base na matéria seca (MS)	43
---	----

Tabela 2. Características de carcaça de bubalinos da raça Murrah com idade entre 20 – 24 meses.....	44
--	----

Tabela 3. Médias e desvios-padrão da composição centesimal e das concentrações de colesterol do músculo <i>Longissimus</i> de bubalinos da raça Murrah submetido a diferentes períodos de maturação.....	45
---	----

Tabela 4. Médias e desvios-padrão do perfil de ácidos graxos do músculo <i>Longissimus</i> de bubalinos da raça Murrah submetido a diferentes períodos de maturação	46
--	----

Tabela 5. Médias e desvios-padrão da análise microbiológica do músculo <i>Longissimus</i> de bubalinos da raça Murrah submetido a diferentes períodos de maturação	47
---	----

CAPÍTULO 3

Tabela 1. Composição percentual do concentrado usado no confinamento com base na matéria seca (MS)	71
---	----

Tabela 2. Médias e desvios-padrão dos valores de pH, perdas de peso por cocção, força de cisalhamento, cor da gordura e cor do músculo <i>Longissimus</i> de bubalinos da raça Murrah submetido a diferentes períodos de maturação	72
---	----

Tabela 3. Médias e desvios-padrão dos valores da análise sensorial do músculo <i>Longissimus</i> de bubalinos da raça Murrah submetido a diferentes períodos de maturação	73
--	----

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 2	Página
Figura 1. Protocolo utilizado nas colheitas para identificação das amostras de carne de bubalinos submetida a diferentes períodos de maturação	48
Figura 2. Teor de cinzas do músculo <i>Longissimus</i> de bubalinos ao longo do tempo de maturação	49
Figura 3. Perfil dos ácidos graxos linoléico (a) e ômega 6 (b) do músculo <i>Longissimus</i> de bubalinos ao longo do tempo de maturação.....	50
CAPÍTULO 3	
Figura 1. Protocolo utilizado nas colheitas para identificação das amostras de carne de bubalinos submetida a diferentes períodos de maturação	74
Figura 2. pH (a) e força de cisalhamento (b) do músculo <i>Longissimus</i> de bubalinos ao longo do tempo de maturação	75
Figura 3. Luminosidade (a) e intensidade de vermelho (b) do músculo <i>Longissimus</i> de bubalinos ao longo do tempo de maturação.....	76
Figura 4. Ângulo de tonalidade (a) e teor de oximioglobina/metamioglobina (b) do músculo <i>Longissimus</i> de bubalinos ao longo do tempo de maturação	77
Figura 5. Alterações globais de cor (ΔE_{1-7} , ΔE_{1-14} e ΔE_{1-21}) em amostras do músculo <i>Longissimus</i> de bubalinos ao longo do tempo de maturação.....	78
Figura 6. Luminosidade (a), intensidade de vermelho (b) e intensidade de amarelo (c) da gordura do músculo <i>Longissimus</i> de bubalinos ao longo do tempo de maturação	79

CAPÍTULO 1 - Considerações Gerais

1. Introdução

A bubalinocultura de corte é uma atividade que tem conquistado cada vez mais espaço na pecuária brasileira, principalmente em função da boa adaptabilidade desses animais aos trópicos (JORGE, 2001). Além disso, a carne bubalina apresenta-se como uma excelente fonte de proteína com alto valor biológico para a alimentação dos consumidores brasileiros, principalmente por apresentar-se macia e succulenta, com altos níveis de proteína e baixo teor de gordura e colesterol (MURTHY; DEVADSON, 2003). Entretanto, estas boas características da carne bubalina, não são ainda conhecidas por boa parte da população. Sem uma diferenciação baseada na caracterização e identificação da carne, do rendimento e na qualidade, deixa de existir o estímulo para que o setor produtivo se modernize e invista na obtenção de um produto mais adequado, orientado para o atendimento dos desejos e anseios do consumidor (JORGE, 2005).

No Brasil, aproximadamente 90% da carne de búfalo é comercializada como carne bovina (CORRÊA; TRAMOSO, 2004). Existe o conceito equivocado de que a carne de bubalinos é dura e escura em razão da maioria dos animais destinados ao abate ser composta de fêmeas de descarte e/ou de animais velhos. Por isso, é necessário incentivar o abate de animais jovens e a caracterização de sua carne, padronizando e criando a identidade do produto para que a comercialização da carne bubalina seja melhorada (ANDRIGHETTO et al., 2008).

Nos últimos anos, a propaganda da carne com qualidade tem estimulado um maior nível de exigência dos consumidores internos, o que fez com que o comércio varejista passasse a exigir dos frigoríficos o fornecimento de carnes e carcaças com características qualitativas adequadas (cor, maciez e succulência). Quando avaliados os parâmetros que envolvem a qualidade da carne bubalina, a maciez é o fator de maior variabilidade, sendo o atributo mais desejável pelo consumidor (NAVEENA; MENDIRATTA; ANJANEYULU, 2004). Uma alternativa tecnológica muito difundida e utilizada pela indústria para melhorar as características qualitativas da carne, é a maturação.

Uma fase da transformação do músculo em carne que ocorre após o abate e está diretamente ligada à maciez da carne é o *rigor mortis*, sendo caracterizado pela rigidez do músculo após a morte do animal. Tal rigidez se deve a formação de ligações cruzadas permanentes entre a actina e miosina, uma vez que, o músculo já não dispõe de energia necessária para o relaxamento. A maciez da carne será então definida pelo balanço entre o endurecimento induzido pelo rigor muscular e o amaciamento natural, durante a maturação (HEINEMANN; PINTO, 2003).

Sendo assim, a maturação natural pode ser prolongada quando se mantêm a carne embalada a vácuo, após o processo de *rigor mortis*, sob-refrigeração (temperatura em torno de 0°C), por um período de tempo após o abate que pode variar de 7 a 28 dias. O objetivo da maturação é melhorar as características organolépticas da carne, sendo as mais importantes, a maciez, a suculência e o sabor (ANDRIGHETTO et al., 2006). Tal processo tecnológico de amaciamento progressivo durante períodos variáveis de acondicionamento da carcaça ou de cortes comerciais sob-refrigeração tem sido extensivamente estudado em carne bovina (ANDRADE et al., 2010; BIANCHINI et al., 2007; SANTOS, 2011), entretanto existe uma grande deficiência de informações relacionadas para a carne bubalina.

Em função dos aspectos colocados anteriormente, bem como o aumento do nível de exigência dos consumidores e a deficiência de pesquisas ligadas ao ponto ideal de maturação para a espécie bubalina, é necessário à geração de mais respostas com impacto sobre a exploração de seu potencial produtivo. A maturação repercute nos aspectos qualitativos da carne, uma vez que está diretamente atrelada com a sua maciez e, nesse contexto, esse processo é de grande importância. Todavia, vários fatores ou variáveis precisam ser analisados em conjunto para que permitam o entendimento, a elucidação e o ponto ideal desse processo na qualidade da carne bubalina.

Dessa forma, o presente trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar os efeitos dos diferentes tempos de maturação sobre as características químicas, físicas, sensoriais e microbiológicas, bem como sugerir o ponto ideal de maturação para as características de cor e maciez da carne de búfalos jovens terminados em confinamento.

2. Revisão de Literatura

2.1. Situação atual da bubalinocultura

O rebanho mundial bubalino corresponde a aproximadamente 173 milhões de animais dos quais 53% do rebanho, se localizam na Índia, seguido de 15% na China e 13% no Paquistão (FAO, 2007). Na América do Sul, o Brasil é o detentor do maior rebanho seguido da Venezuela e da Argentina (VALLE, 1999).

Segundo estimativas da Anualpec (2012), o rebanho bubalino brasileiro está em torno de 1,18 milhões de cabeças, embora a Associação Brasileira dos Criadores de Búfalos o estime em 3,5 milhões de cabeças (BERNARDES, 2007). Essa diferença entre as estatísticas é atribuída ao cadastramento errôneo dos búfalos que são tradicionalmente cadastrados como bovinos no momento das declarações de vacinação, do imposto territorial rural, na entrada e no abate em frigoríficos. Deste modo, o registro de bubalinos se confunde com o de bovinos, resultando na subestimação da dimensão real do rebanho bubalino (BASTIANETTO, 2005).

2.2. A bubalinocultura de corte no Brasil

No Ocidente, o Brasil figura como primeiro produtor de carne bubalina e, dada a sua extensão territorial aliada às condições favoráveis de clima e de solo tem tudo para ostentar, a médio e longo prazo, a maior produção de carne bubalina, em termos quantitativos e qualitativos (JORGE e ANDRIGHETTO, 2005).

Entretanto, a bubalinocultura de corte no Brasil enfrenta muitas barreiras em relação a comercialização do seu principal produto (carne), pois a maior parte da população desconhece ou não sabe distinguir este produto, conseqüentemente seu escoamento será em um limitado nicho de mercado, como carne exótica, sendo consumido muitas vezes por uma parcela pequena da população de maior poder aquisitivo.

Esse desconhecimento dos produtos aliado ao pré-conceito dos consumidores em relação ao potencial dos bubalinos como produtores de carne,

restringe uma alternativa que poderia auxiliar a produção de alimentos. O fato dos bubalinos serem considerados animais rústicos, faz com que os consumidores associem as características da carne desses animais a um produto de baixa qualidade. Essa opinião equivocada pode ser revertida com a realização de pesquisas que auxiliem na divulgação da espécie e dos seus atributos (FRANCISCO, 2009) e no fornecimento de produtos cárneos desejados pelo consumidor.

2.3. Características da carcaça bubalina

Os dados da literatura revelam que os bubalinos apresentam menor rendimento de carcaça quando comparados aos bovinos. De acordo com Mattos et al. (1990), ao se abaterem bovinos e búfalos com pesos semelhantes, percebe-se uma diferença de até 5% no rendimento de carcaça a favor dos bovinos, devido ao couro mais espesso e pesado (1 a 2%), chifres mais pesados e cerca de 2 a 3% a mais de conteúdo gastrointestinal dos búfalos.

Segundo Rodrigues et al. (2003) comparando a porcentagem do couro, das patas, da cabeça, da rabada e vísceras de bovinos e bubalinos, concluíram que os bubalinos apresentam menor rendimento de carcaça devido a maior proporção das partes não constituintes da mesma. Esses dados corroboram aos achados por Cabral Neto et al. (2011), os quais encontraram menor rendimento de carcaça em búfalos da raça Mediterrâneo quando comparados a bovinos Sindi, por apresentarem maiores percentuais de perdas no abate.

Por outro lado, estudos revelam que os bubalinos apresentam resultados satisfatórios quanto aos rendimentos de corte, o que contribui para desmistificar a espécie e esclarecer a cadeia produtiva quanto ao seu potencial de produção (JORGE, 2001). Jorge et al. (1997) trabalhando com bubalinos e bovinos em diferentes estágios de maturidade, observaram que os bubalinos apresentaram menor rendimento de dianteiro e maior de traseiro total em consequência a sua maior proporção de ponta de agulha, uma vez que eles não diferiram quanto ao rendimento do traseiro especial dos bovinos.

Além do rendimento da carcaça e dos cortes, a área de olho de lombo, espessura de gordura subcutânea e a marmorização são características importantes na avaliação da qualidade da carcaça desses animais.

A área do músculo *Longissimus dorsi*, também chamada área de olho de lombo, está diretamente relacionada à quantidade de músculos da carcaça e deve ser considerada no estudo das características de carcaça como indicador do desenvolvimento muscular e do rendimento de cortes de alto valor comercial (WILLIANS, 2006). Entre outros fatores, a gordura subcutânea ou de cobertura afeta a velocidade de resfriamento da carcaça e comporta-se como um eficiente isolante térmico (FELÍCIO, 1997). Assim, carcaças com adequada cobertura de gordura reduzem os efeitos de desidratação e encurtamento das fibras musculares (*cold shortening*) resultantes do resfriamento, que podem causar o endurecimento da carne (FELÍCIO, 1998).

Jorge et al. (2003) trabalhando com três grupos genéticos de bubalinos Murrah, Jafarabadi e Mediterrâneo, determinaram a espessura de gordura subcutânea e a área de olho de lombo da carcaça de animais abatidos em diferentes estágios de maturidade fisiológica (pesos de abate de 400kg, 450kg e 500kg) e admitiu que a espessura de gordura encontrada para animais abatidos aos 450 e 500kg de PV, podem ser consideradas adequadas, uma vez que se enquadram dentro do valor estabelecido para garantir boa proteção às carcaças resfriadas (entre 3 e 5mm). Quanto à área de olho de lombo os resultados encontrados não diferiram entre os tratamentos e apresentaram os seguintes valores 47,52 cm², 57,94 cm², 61,40 cm² respectivamente.

Andrighetto (2007) avaliando a área de olho de lombo e a espessura de gordura subcutânea de bubalinos abatidos em diferentes períodos de confinamento constatou que os valores médios para as características avaliadas durante o período experimental foram de 46,9cm² e 9,3mm, respectivamente, para área de olho de lombo medida na carcaça e espessura de gordura subcutânea medida na carcaça entre a 12^a e 13^a costelas.

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). Dessa forma, a

marmorização ocorre em fase de desenvolvimento mais adiantada, pois a deposição de gordura intramuscular é mais tardia em relação à cobertura de gordura da carcaça (BERG; WALTERS, 1983). Segundo Van Koeveering et al., (1995) o depósito de gordura intramuscular se dá até determinado período de terminação, quando o animal atinge seu potencial genético para acúmulo de marmorização, isso em função da sua genética e tamanho à maturidade.

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, apresentando menor deposição de gordura.

2.4. Características da carne bubalina

No geral, a carne proveniente de bubalinos jovens apresenta-se sensorialmente semelhante à carne bovina “magra” dos zebuínos, sendo geralmente macia e suculenta. A carne bubalina também apresenta atributos de composição que permitem sua inclusão na categoria de alimentos saudáveis (LIRA et al., 2005), pois possui altos níveis de proteína e baixo teor de gordura e colesterol quando comparada à carne de bovinos (MURTHY; DEVADASON, 2003). Além disso, o perfil de ácidos graxos é diferente daqueles observados em carne de bovinos e suínos, apresentando menores quantidades de ácidos graxos saturados e presença de ácidos graxos polinsaturados (Omega-3). Estes aspectos são extremamente positivos e desejáveis para uma nutrição saudável, podendo ser usados eficazmente para a divulgação da carne bubalina (LEACH, 2001).

Quanto à composição centesimal do músculo *Longissimus dorsi* de bubalinos avaliados entre os diferentes autores, 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). Entretanto, o teor de extrato etéreo

realizado por Andrighetto et al. (2008) foram superiores quando comparado aos outros autores (Tabela 1). Andrighetto et al. (2005) avaliaram o músculo *Longissimus dorsi* de bubalinos Mediterrâneo não castrados e abatidos com diferentes pesos e relataram que a menor quantidade de extrato etéreo nos animais estudados, se deve por esses animais não serem castrados, pois quando castrados depositam mais gordura intramuscular, o que explica a maior quantidade de gordura no trabalho realizado por Andrighetto et al. (2008).

Mattos et al. (1997), avaliando animais da raça Mediterrâneo terminados a pasto, obtiveram teores médios de extrato etéreo de 0,60% e concluíram que esse baixo teor pode ser justificado pelas condições de alimentação fornecida aos animais. De modo geral, a natureza e a quantidade dos lipídeos armazenados no músculo são dependentes da alimentação, da digestão, da absorção intestinal, do metabolismo hepático e do sistema de transporte desses lipídeos (GEAY et al., 2001).

Tabela 1. Composição centesimal do músculo *Longissimus dorsi* de bubalinos de acordo com diferentes autores.

Autores	Composição Centesimal (%)				
	Raça*	Umidade	Proteína	Extrato Etéreo	Cinzas
Mattos et al. (1997)	Med	74,31	22,73	0,60	1,08
Andrighetto et al. (2005)	Med	71,60	25,00	2,28	1,07
Andrighetto et al. (2008)	Mur	74,70	20,87	3,15	1,08

*Raça: Med = Mediterrâneo; Mur = Murrah, Cruz = Cruzados.

Em relação à cor da carne realizada de forma instrumental, Jorge et al. (2006) trabalhando com bubalinos Mediterrâneo terminados em confinamento e abatidos em diferentes pesos, concluíram que a carne desses animais apresentaram tendência a ser mais escura do que a dos bovinos, embora esta diferença não tenha sido perceptível visualmente pelo consumidor. Por outro lado, 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 porque era de animais jovens (idade de 18 a 21 meses e confinados por 75 a 150 dias). De acordo com Felício (2000), a carne de animais terminados em confinamento e abatidos aos 18 a 24

meses é mais clara do que àquela observada em animais mais velhos e terminados a pasto.

Quanto ao pH final, Jorge et al. (2006) e Andrighetto et al. (2008), encontraram valores de 5,43 e 5,51 em carne de bubalinos, respectivamente. Valores esses inferiores aos encontrados por Faria, Arrigoni e Resende (2003) com raças bovinas como Guzerá (5,73), Gir (5,69), Nelore (5,68) e Caracu (5,63). Estes resultados provavelmente se devem à maior docilidade dos bubalinos, o que leva a um menor estresse desses animais antes do abate e, conseqüentemente, a uma menor exaustão do glicogênio muscular, tendo com isso uma menor possibilidade de ocorrência de DFD em bubalinos (JORGE et al., 2006).

Quando avaliados parâmetros que envolvem a qualidade de carne, a maciez é o fator de maior variabilidade e o atributo mais desejável pelo consumidor, afetando a satisfação e a percepção do paladar (NAVEENA et al., 2004). A maciez pode ser avaliada pela força de cisalhamento, índice de fragmentação miofibrilar e ainda pela quantidade de colágeno presente na carne.

Andrighetto et al. (2005) constataram valor médio para força de cisalhamento de 3,55 kgf em bubalinos da raça Mediterrâneo terminados em confinamento e abatidos aos 18 meses. Em outro estudo avaliando a força de cisalhamento de bubalinos Murrah castrados e abatidos em diferentes períodos de confinamento, foi observado um valor médio de 3,89 kgf (ANDRIGHETTO et al., 2008). Em ambos os trabalhos, conclui-se que os valores da força de cisalhamento apresentam-se adequados para a comercialização da carne bubalina, pois segundo Felício (1997) os valores para esse parâmetro devem ser menores que 5,0 kgf para considerar a carne macia.

Em estudo realizado em bubalinos cruzados (Mediterrâneo x Murrah) criados em pastagem cultivada, na região do Delta Paraná na Argentina, foi observado valor médio para força de cisalhamento de 3,41 kgf. Os autores concluíram que os resultados relatados estão de acordo aos dados comparados com a literatura, classificando a carne como macia (IRURUETA et al., 2008).

Andrighetto et al. (2008) avaliando o índice de fragmentação miofibrilar da carne de bubalinos Murrah constataram que a carne dos animais abatidos em todos os períodos de confinamento apresentou índice de fragmentação miofibrilar maior

que 60%, apresentando um valor médio de 66,75%. Culler et al. (1978) estabeleceram que, para o músculo *Longissimus dorsi*, o índice de fragmentação miofibrilar maior que 60 caracteriza carne bastante macia, enquanto índice abaixo de 60 indica maciez moderada e inferior a 50 indica falta de maciez. Dessa forma, de acordo com os autores, foi concluído que a carne de bubalinos jovens é macia.

O colágeno, por sua vez, representa um terço, ou mais, das proteínas dos mamíferos (LEHNINGER, 1986), encontrando-se em todos os órgãos e tecidos, especialmente nos tendões e ligamentos e em menor proporção nos ossos e cartilagens (BAILEY, 1985). Nas carnes maturadas a quantidade de colágeno solubilizado é maior que em carnes não maturadas, pela ação proteolítica das catepsinas, liberadas ao meio extracelular e capazes de clivar o colágeno insolúvel em fragmentos solúveis (MONSÓN; SAÑUDO; SURRE, 2004). Desta maneira, a maturação aumenta a capacidade de retenção de água diminuindo assim as perdas de peso por cocção, que podem então, estar relacionadas com o grau de gelatinização do colágeno e a exposição do músculo a proteases degradativas que provocam danos no tecido conjuntivo intramuscular e na membrana básica envolvendo os tecidos. Deste modo, limitando a habilidade do colágeno encolher com o aquecimento e, portanto, diminuindo as perdas por cozimento (OLIVEIRA; SOARES; ANTUNES, 1998). Na literatura consultada, não foram encontrados dados relacionando os a diferentes períodos de maturação com alterações na solubilidade do colágeno na carne bubalina.

Sabendo que a carne bubalina apresenta-se como uma alternativa de carne vermelha rica em proteína de alto valor biológico para o alimento dos consumidores brasileiros, se faz necessários estudos que aprofundem o conhecimento sobre o produto dessa espécie, bem como procedimentos tecnológicos capazes de melhorar ainda mais as características sensoriais, podendo estimular seu consumo por promover a diversificação de formas de apresentação da carne dessa espécie ao mercado consumidor.

2.5. Maturação da carne

A maturação é um dos processos tecnológicos industriais cuja finalidade é melhorar a maciez da carne, além de garantir sua uniformidade (ABULARACH; ROCHA; FELÍCIO, 1998). Segundo Tsitsilonis et al. (2002), a maturação é o principal processo que altera a maciez da carne. Além de melhorar a maciez, a maturação altera o *flavor* da carne, proporcionando melhor sabor ao consumidor.

A maturação da carne consiste em mantê-la, após o processo de *rigor mortis*, sob-refrigeração (temperatura em torno de 0 a 1°C), por um período de tempo que pode variar de 7 a 28 dias. O objetivo da maturação é melhorar a maciez, a suculência e o sabor da carne apresentando um produto de melhor qualidade para o consumidor e aumentando o seu valor de mercado (ANDRIGHETTO et al., 2006). Durante o processo é necessário embalar a carne a vácuo, o que retarda o crescimento de bactérias aeróbicas putrefativas e favorece o crescimento das bactérias lácticas, que por sua vez, produzem substâncias antimicrobianas (PUGA, CONTRERAS; TURNBULL, 1999). No processo de maturação a ação de enzimas endógenas (calpaínas e catepsinas) responsáveis pela degradação das proteínas miofibrilares é prolongada o que melhora a maciez da carne.

O principal mecanismo ou sistema relacionado com a maciez é o das calpaínas, as quais não atuam diretamente sobre a miosina e a actina, elas degradam a linha Z e digerem as proteínas desmina, titina, nebulina, tropomiosina, troponina e proteína C. A hidrólise da tropomiosina e troponina facilita a desestruturação e a liberação dos filamentos finos, enquanto que a digestão da proteína C em um mecanismo semelhante desestabiliza e libera os filamentos grossos, resultando nos monômeros de miosina. As proteínas titina e nebulina reforçam transversalmente a estrutura miofibrilar e a ação da μ -calpaína e m-calpaína sobre estas enfraquece sua estrutura. Finalmente, a digestão da desmina e das linhas Z também enfraquecem a estrutura miofibrilar, principalmente as linhas Z, que são necessárias para manter juntos os sarcômeros (KUBOTA; OLIVO; SHIMOKOMAKI, 1993).

O complexo do sistema calpaínas é constituído ainda pela presença da calpastatina, uma enzima que inibe a ação das calpaínas, desta forma diminuindo a

degradação das proteínas miofibrilares durante o processo de maturação, reduzindo assim a maciez. A calpastatina tem grande influência na maciez da carne após 24 horas e nas carnes maturadas, cessando seus efeitos só quando termina a calpaína ou o sistema enzimático é destruído pelo cozimento. Carnes com alta atividade de calpastatina no primeiro dia *post-mortem* apresentam maior força de cisalhamento, ou seja, são menos macias (RUBENSAM; FELICIO; TERMIGNONI, 1998).

As catepsinas também são enzimas do processo de maturação, estão nos tecidos animais e são ativas em pH ácido. Essas enzimas se localizam na fração lisossômica da célula, o que as distingue de outras proteases, como a tripsina e a quimiotripsina, que são excretadas pelas células. Foram descritas cinco catepsinas, designadas com as letras A, B, C, D e E, sendo que as catepsinas B e D são as que degradam a actina e miosina (ROÇA, 2000).

Em bovinos, muitos são os estudos avaliando diferentes períodos de maturação sobre a maciez da carne, sendo em média utilizado pela indústria um ponto ideal de 14 dias de maturação, entretanto para bubalinos esses dados carecem de elucidação.

Manço (2006) avaliando 20 bovinos machos, castrados, da raça Nelore, com 2 e 3 anos, com o objetivo de monitorar possíveis alterações nas características de qualidade da carne como as condições microbianas, a cor e as propriedades sensoriais, durante o armazenamento por 49 dias, concluiu que o período de maturação de 49 dias resulta em carne com melhor textura (maciez, suculência e mastigabilidade) quando avaliada por painel sensorial.

Andrade et al. (2010) avaliando a carne maturada de 44 bovinos (22 Nelore e 22 Red Norte), concluíram que em 21 dias de maturação os resultados de maciez foram os melhores, por reduzir a força de cisalhamento.

Santos (2011) trabalhando com novilhos Bonsmara de apenas 12 meses de idade, divididos em dois grupos de 16 animais e alocados em duas cidades distintas nos EUA, avaliou as características qualitativas desses animais e concluiu que o armazenamento refrigerado da carne, definido como tempo de maturação, aumentou a maciez da carne e maiores tempos de maturação estão relacionados com menores valores de força de cisalhamento e, depois de 28 dias de maturação, os

valores de força de cisalhamento foram os menores reportados entre todos os tratamentos.

Em um recente estudo realizado por Irurueta et al. (2008) utilizando 15 búfalos mestiços (Mediterrâneo x Murrah) castrados, com idade entre 20 e 24 meses de idade, avaliando o músculo *Longissimus dorsi* submetido em três períodos de maturação (0, 15 e 25 dias) sobre as características de cor, maciez e análise sensorial da carne, foram constatados que a Luminosidade aumentou e as intensidades de vermelho e amarelo diminuíram no decorrer do período de maturação. Os autores justificam que a maior Luminosidade das carnes ao longo do período de maturação foi devido a maior capacidade de retenção de água, que também aumentou significativamente até os 15 dias de maturação. A maciez avaliada de forma instrumental (Warner-Bratzler) diminuiu significativamente no decorrer do período de maturação, reforçando a influência desse processo sobre a qualidade da carne bubalina.

Quanto à análise sensorial, utilizou-se uma escala de pontos classificada de 1 a 9 (sendo que os valores mais próximos de 9 significam carne com maiores características desejáveis para o consumidor) para todos os parâmetros: textura (maciez), mastigabilidade e suculência. Concluíram que com o aumento do período de maturação os valores médios da mastigabilidade, suculência e da textura da carne aumentaram, como esperado, apresentando o mesmo comportamento da carne bovina, ou seja, com características desejáveis para o consumidor (IRURUETA et al., 2008).

Embora os autores citados anteriormente terem avaliado a maturação da carne de bubalinos, os mesmos julgam necessário mais investigação de modo a estabelecer a temperatura ideal de maturação, além disso não foram avaliados todos os parâmetros ligados a composição e qualidade da carne desses animais.

Tendo em vista a escassez de estudos referentes à maturação, bem como sua relação com os parâmetros químicos, físicos, sensoriais e microbiológicos na carne bubalina, torna-se imprescindível que pesquisas sejam realizadas de forma a contribuir com a espécie e com seu produto final. Os resultados obtidos, a partir de análises instrumentais e sensoriais de animais abatidos ao redor dos 24 meses de idade, também podem ajudar a definir com mais precisão o ponto ideal da

maturação e propor se existem diferenças no tempo estabelecido para a carne bovina. Frente ao exposto, o presente trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar os efeitos dos diferentes tempos de maturação sobre as características químicas, físicas, sensoriais e microbiológicas da carne, bem como determinar o ponto ideal de maturação para as características de cor e maciez da carne de búfalos jovens terminados em confinamento.

O Capítulo 2, intitulado “**Características da carcaça e análise química e microbiológica da carne de bubalinos Murrah submetida a diferentes períodos de maturação**”, foi redigido de acordo com as normas da revista *Meat Science*. Objetivou-se com o presente estudo correlacionar as características químicas e microbiológicas da carne de bubalinos com os diferentes períodos de maturação avaliados.

O Capítulo 3, intitulado “**Características físicas e sensoriais da carne de bubalinos Murrah submetida a diferentes períodos de maturação**”, foi redigido de acordo com as normas da revista *Meat Science*. Objetivou-se com o presente estudo correlacionar as características físicas e sensoriais da carne de bubalinos com diferentes períodos de maturação, bem como sugerir o ponto ideal da maturação para os parâmetros de cor e maciez.

3. Referências

ABULARACH, M. L.; ROCHA, C. E.; FELÍCIO, P. E. Características de qualidade de contra-filé (m. *L. dorsi*) de touros jovens da raça Nelore. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 18, n. 2, p. 205-210, 1998.

ANDRADE, P. L.; BRESSAN, M. C.; GAMA, L. T.; GONÇALVES, T. M.; LADEIRA, M. M.; RAMOS, E. M. Qualidade da carne maturada de bovinos Red Norte e Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 39, n. 8, p. 1791-1800, 2010.

ANDRIGHETTO, C.; JORGE, A. M.; ROÇA, R. O.; RODRIGUES, E.; BIANCHINI, W.; FRANCISCO, C. L. Características físico-químicas e sensoriais da carne de bubalinos Murrah abatidos em diferentes períodos de confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 37, n. 12, p. 2179-2184, 2008.

ANDRIGUETTO, C. **Características qualitativas da carne de bubalinos Murrah castrados e abatidos em diferentes períodos de confinamento**. 2007. 80 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, 2007.

ANDRIGHETTO, C.; JORGE, A. M.; ROÇA, R. O.; SARTORI, D. R. Maturação da carne bovina. **Revista Electrónica de Veterinaria REDVET**, Malaga, v. 7, n. 6, p. 1-6, 2006.

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.

ANUALPEC: **Anuário da pecuária brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria: Agros Comunicação, 2012. 378 p.

BAILEY, A. J. The role of collagen in the development of muscle and its relationship to eating quality. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 60, n. 6, p. 1580-87, 1985.

BASTIANETO, E. Aspectos econômicos da criação de bubalinos em Minas Gerais. In: SIMPÓSIO MINEIRO DE BUBALINOCULTURA, 2., 2005, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: [s.n.], 2005.

BERG, R. T.; WALTERS, R. M. The meat animal: changes and changenles. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 57, n. 2, p. 133-146, 1983.

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

BIANCHINI, W.; SILVEIRA, A. C.; JORGE, A. M.; ARRIGONI, M. D. B; MARTINS, C. L.; RODRIGUES, E.; HADLICH, J. C.; ANDRIGHETTO, C. Efeito do grupo genético sobre as características de carcaça e maciez da carne fresca e maturada de bovinos superprecoces. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 36, n. 6, p. 2109-2117, 2007.

CABRAL NETO, O.; RODRIGUES, V. C.; CAMARGO, A. M.; SILVA, J. C. G.; COSTA, D. B. Rendimento de abate de bovinos e bubalinos em confinamento. **Revista Acta Tecnológica**, São Luis, v. 6, p. 115–122, 2011.

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**. Corrientes: Universidad Nacional del Nordeste, 2002. Disponível em: <<http://www.unne.edu.ar/Web/cyt/cyt/2002/04-Veterinarias/V-040.pdf>>. Acesso em: 06 abr. 2012.

CORRÊA, A.; TRAMOSO, E. Búfalos. **Revista Produz**, Goiânia, v. 1, n. 6, p. 36-43, 2004.

CULLER, R. D.; PARRISH JR., F. C.; SMITH, G. G. et al. Relationship of myofibril fragmentation index to certain chemical, physical and sensory characteristics of bovine *Longissimus* muscle. **Journal of Food Science**, Hoboken, v. 43, n. 4, p. 1177-1180, 1978.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. **Estatística do rebanho de bubalino**. Rome, 2007. Disponível em: <<http://apps.fao.org/faostat/collections?version=ext&hasbulk=0&subset=agriculture>> Acesso em: 26 fev. 2008.

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. In: SEMINÁRIO DO PROGRAMA DE MELHORAMENTO GENÉTICO DA RAÇA NELORE - PMGRN, 9., 2000, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, 2000. 10 p.

FELÍCIO, P. E. Desdobramento da qualidade da carne bovina. **Higiene Alimentar**, Mirandópolis, v. 12, n. 54, p. 16-22, 1998.

FELÍCIO, P. E. Fatores *ante o 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.

FRANCISCO, C. L. **Caracterização histológica e bioquímica dos músculos *Longissimus dorsi* e *Semitendinosus* de bubalinos Mediterrâneo abatidos em diferentes pesos**. 2009. 74 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2009.

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.

HEINEMANN, R. J. B.; PINTO, M. F. Efeito da injeção de diferentes concentrações de cloreto de cálcio na textura e aceitabilidade de carne bovina maturada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, Supl., p. 1-6, 2003.

IRURUETA, M.; CADOPPI, A.; LANGMAN, L.; GRIGIONI, G.; CARDUZA, F. Effect of aging on the characteristics of meat from water buffalo grown the in the Delta del Paraná region of Argentina. **Meat Science**, Amsterdam, v. 79, n. 3, p. 529-533, 2008.

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. Produção de carne bubalina. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v. 29, n. 2, p. 84-95, 2005.

JORGE, A. M.; ANDRIGHETTO, C. Características de carcaça de Bubalinos. In: ZOOTECH CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECHNIA, 2005, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: Associação Brasileira de Zootecnistas, 2005.

JORGE, A. M.; CALIXTO, M. G.; ANDRIGHETTO, C.; MILLEN, D. D.; GONÇALVES, J. G. Composição física e relação entre os tecidos da carcaça de bubalinos de três grupos genéticos terminados em confinamento e abatidos em diferentes estágios de maturidade. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2003. 1 CD-ROM, 5 p.

JORGE, A. M. Produção e qualidade de carne bubalina. In: SIMPÓSIO PAULISTA DE BUBALINOCULTURA, 2001, Pirassununga. **Anais...** Pirassununga: Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, 2001. p. 1-47.

JORGE, A. M.; FONTES, C. A. A.; FREITAS, J. A.; SOARES, J. E.; RODRIGUES, L. R. R.; RESENDE, F. D.; QUEIROZ, A. C. Rendimento da carcaça e de cortes básicos de bovinos e bubalinos, abatidos em diferentes estágios de maturidade.. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 26, n. 5, p. 1048-1054, 1997.

KUBOTA, E. H.; OLIVO, R.; SHIMOKOMAKI, M. Maturação da carne: um processo enzimático. **Revista Nacional da Carne**, São Paulo, v. 18, n. 200, p. 12-15, 1993.

LEACH, R. C. **Maximising marketing opportunities for buffalo products**: a report for the Rural Industries Research and Development Corporation. Barton: Rural Industries Research and Development Corporation, 2011. 17 p. (RIRDC Publication, n. 01/15).

LEHNINGER, A. L. **Princípios de bioquímica**. São Paulo: Savier, 1986. p.111-125.

LIRA, G. M.; MANCINI FILHO, J.; TORRES, R. P.; OLIVEIRA, A. C.; VASCONCELOS, A. M. A.; OMENA, C. M. B.; ALMEIDA, M. C. S. Composição centesimal, valor calórico, teor de colesterol e perfil de ácidos graxos da carne de búfalo (*Bubalis bubalis*) da cidade de São Luiz do Quitunde-AL. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 64, n. 1, p. 31-38, 2005.

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

MANÇO, M. C. W. **Características físico-químicas, sensoriais e higiênicas da carne bovina em duas classes de maturidade e sob influência da maturação**. 2006. 124 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Botucatu, 2006.

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.

MATTOS, J. C. A. de; GUTMANIS, D.; MATTOS, A. C. de. Características da carcaça e da carne de bubalinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 27., 1990, Campinas. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários "Luis de Queiroz", 1990. p. 711-737.

MONSÓN, F.; SAÑUDO, C.; SURRE, I. Influence of cattle breed and ageing time on textural meat quality. **Meat Science**, Amsterdam, v. 68, n. 4, p. 565-602, 2004.

MURTHY, T. R. K.; DEVADASON, I. P. Buffalo meat and meat products: an overview. In: ASIAN BUFFALO CONGRESS ON BUFFALO FOR FOOD, SECURITY AND EMPLOYMENT, 4., 2003, New Delhi. **Proceedings...** New Delhi: [s.n.], 2003. p. 193-199.

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

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

PUGA, D. M. U.; CONTRERAS, C. J. C.; TURNBULL, M. R. Avaliação do amaciamento de carne bovina de dianteiro (*triceps brachii*) pelos métodos de maturação, estimulação elétrica, injeção de ácidos e tenderização mecânica. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 19, n. 1, p. 1-10, 1999.

RODRIGUES, V. C.; ANDRADE, I. F. de; FREITAS, R. T. de; BRESSAN, M. C.; TEIXEIRA, J. C. Rendimento do abate e carcaça de bovinos e bubalinos castrados e inteiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 32, n. 3, p. 663-671, 2003.

ROÇA, R. O. **Tecnologia da carne e produtos derivados**. Botucatu: Departamento de Gestão e Tecnologia Agroindustrial, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", 2000. 201 p.

RUBENSAM, J. M.; FELICIO, P. E.; TERMIGNONI, C. Influência do genótipo *Bos indicus* na atividade de calpastatina e na textura da carne de novilhos abatidos no sul do Brasil. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 18, n. 4, p. 405-409, 1998.

SANTOS, C. C. **Impacto em características qualitativas de carne bovina in natura decorrente do manejo nutricional e de tecnologias pós-abates, e sua relação com grupo genético**. 2011. 167 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.

TSITSILONIS, O. E.; STOEVA, S.; ECHNER, H.; BALAFAS, A.; MARGOMENOU, L.; KATSOULAS, H. L.; TROY, D. J.; VOELTER, W.; PAPAMICHAIL, M.; LYMBERI, P. A skeletal muscle troponin-T specific ELISA based on the use of an antibody against the soluble troponin T (16-31) fragment. **Journal of Immunological Methods**, Amsterdam, v. 268, n. 2, p. 141-148, 2002.

VALLE, W. G. Perspectivas da bubalinocultura no Brasil e na América Latina. In: TONHATI, H.; BARNABE, V. H.; BARUSELLI, P. S. (Eds.). **Bubalinos: sanidade, reprodução e produção**. Jaboticabal: UNESP, 1999. p. 1-26.

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.

WILLIAMS, A. R. Ultrasound applications in beef cattle carcass research and management. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 80, Supl. 2, p. E183-E188, 2002. Disponível em: <http://www.journalofanimalscience.org/content/80/E-Suppl_2/E183.full.pdf>. Acesso em: 20 maio 2012.

CAPÍTULO 2 - Características da carcaça e análise química e microbiológica da carne de bubalinos Murrah submetida a diferentes períodos de maturação

Resumo

O objetivo neste trabalho foi avaliar a qualidade do músculo *Longissimus* de bubalinos Murrah durante diferentes períodos de maturação. Amostras do músculo foram coletadas de 10 animais com idades entre 20 – 24 meses às 24 horas *post mortem*. Foram realizadas análises de área de olho de lombo (AOL), espessura de gordura subcutânea (EGS) e marmorização. Em seguida as amostras foram submetidas por 0, 7, 14 e 21 dias de maturação até o momento das análises de composição centesimal, colesterol, perfil de ácidos graxos (PAG) e análise microbiológica. De acordo com os dados, observou-se que a carcaça de bubalinos da raça Murrah jovens e provenientes de rebanho leiteiro apresentou baixo rendimento de carcaça, alta EGS, menor desenvolvimento muscular justificado pela AOL e leve quantidade de marmorização. A maturação da carne desses animais não interferiu na qualidade microbiológica, entretanto observou-se que ocorreu uma maior contaminação nas amostras de carne do presente trabalho quando comparadas às citadas na literatura. Não houve associação dos diferentes períodos de maturação com as concentrações de colesterol da carne e sua composição centesimal, exceto para o teor de cinzas, que apresentou regressão quadrática significativa ($P < 0,05$). Por outro lado, a maturação influenciou no perfil do ácido graxo Linoléico ($P < 0,05$), o qual sofreu oxidações ao longo do período. Dessa forma, conclui-se que a maturação não interfere na qualidade microbiológica da carne, nas concentrações de colesterol em sua composição centesimal, exceto para o teor de cinzas, no entanto influencia no perfil do ácido graxo Linoléico.

Palavras chave: búfalos, características higiênicas, colesterol, *Longissimus*

Carcass characteristics and chemical and microbiological analysis of meat Murrah buffaloes submitted at different periods of ageing

Abstract

The objective of this study was to evaluate quality of *Longissimus* muscle of Murrah buffaloes during different stages of ageing. Muscle samples were collected from 10 animals with 20-24 months old at 24 hours *post mortem*. Were realized analysis of eye area (REA), fat thickness (SFT) and marbling. Then were submitted by 0, 7, 14 and 21 days of ripening yet analyzes of proximate composition, cholesterol, collagen, fatty acid profile (PAF) and microbiological analysis. According to the data, it was observed that the carcass of young buffaloes Murrah from dairy herd had low income housing, high EGS, less muscle development justified by AOL and light amount of marbling. The ageing of the meat of these animals did not affect the microbiological quality, however noted that there was a greater contamination in meat samples of this study compared to those described in the literature. There was no association of the different stages of ageing with cholesterol concentrations and their chemical composition, except for the ash content, which showed a significant quadratic effect ($P<0.05$). On the other hand, influence the ageing of linoleic fatty acid profile ($P<0.05$), which underwent oxidation during the period. Thus, it is concluded that ageing does not affect the microbiological quality of meat, the concentrations of cholesterol in their chemical composition, except for the ash content, however influences the fatty acid Linoleic profile.

Keywords: buffalo, hygienic characteristics, cholesterol, *Longissimus*

1. Introdução

A carne de búfalo (*Bubalus bubalis*) aparece como mais uma alternativa e demonstra a capacidade de suprir as necessidades dos consumidores quanto à proteína animal (Francisco, 2009). Todavia, no Brasil, aproximadamente 90% da carne de búfalo é comercializada como carne bovina (Corrêa e Tramoso, 2004). Existe o conceito equivocado de que a carne de bubalinos é dura e escura em razão da maioria dos animais destinados ao abate serem compostos de fêmeas de descarte e/ou de animais velhos. Por isso, se faz necessário incentivar meios capazes de melhorar as características qualitativas da carne dessa espécie. Uma alternativa tecnológica muito difundida e utilizada pela indústria para melhorar tais características, é a maturação.

Uma fase da transformação do músculo em carne que ocorre após o abate e está diretamente ligada à maturação da carne é o *rigor mortis*, sendo caracterizado pela rigidez do músculo após a morte do animal. Tal rigidez se deve a formação de ligações cruzadas permanentes entre a actina e miosina, uma vez que, o músculo já não dispõe de energia necessária para o relaxamento. A maciez da carne será então definida pelo balanço entre o endurecimento induzido pelo rigor muscular e o amaciamento natural, durante a maturação (Heinemann e Pinto, 2003).

Sendo assim, a maturação natural pode ser prolongada quando se mantêm a carne embalada a vácuo, após o processo de *rigor mortis* sob-refrigeração (temperatura em torno de 0 a 1°C), por um período de tempo após o abate que pode variar de 7 a 28 dias. O objetivo da maturação é melhorar as características organolépticas da carne, sendo as mais importantes, a maciez, a suculência e o sabor (Andrighetto et al., 2006). Tal processo tecnológico de amaciamento progressivo durante períodos variáveis de acondicionamento da carcaça ou de cortes comerciais sob-refrigeração tem sido extensivamente estudado em carnes bovinas (Bianchini et al., 2007; Andrade et al., 2010; Santos, 2011), porém existe uma grande deficiência de informações relacionadas para a carne bubalina. Além disso, os dados da literatura não correlacionam a maturação com as características químicas e microbiológicas da carne, sendo necessárias avaliações que demonstrem se durante o processo de maturação ocorrem modificações nessas características.

Dessa forma, o trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar os efeitos dos diferentes tempos de maturação sobre as características químicas e microbiológicas da carne de búfalos jovens terminados em confinamento.

2. Material e métodos

2.1. Local, animais utilizados e separação das amostras

Foram utilizados 10 búfalos machos da raça Murrah, não-castrados, provenientes da Fazenda Almeida Prado, localizada no município de Bocaina/SP, com idade entre 20 a 24 meses e terminados por 100 dias em confinamento sendo que o peso médio inicial na entrada ao confinamento era aproximadamente de 360 Kg PV. Foi utilizada uma dieta com relação de 50:50 volumoso:concentrado, sendo o volumoso utilizado a cana-de-açúcar. A composição percentual do concentrado fornecido aos animais está apresentada na Tabela 1.

Ao final do período de permanência estabelecido no confinamento, os animais foram abatidos no Frigorífico Fribordogue, localizado no município de Bariri/SP, sob Serviço de Inspeção Estadual (SISP). A operação de abate seguiu as normas previstas pelo SISP, onde foi possível identificar os animais com etiquetas numeradas, fixadas no lado direito da carcaça. Após o abate do lote, o peso das meias-carcaças foi anotado para posterior realização do rendimento das mesmas. As meias carcaças permaneceram em câmara de resfriamento por 24 horas, após esse período foi realizada a secção entre a 8^a e 13^a costela.

Todas as amostras foram transportadas ao Laboratório de Bromatologia da Faculdade de Zootecnia da UNESP - Câmpus Experimental de Dracena, onde foram separados os cortes transversais com aproximadamente 2,5 cm de largura em serra fita BECCARO modelo 255, seguindo o protocolo de colheita das amostras (Figura 1). Em seguida cada corte foi embalado a vácuo em embaladora JETVAC® para a realização das avaliações. Simultaneamente a esse procedimento foram realizadas as análises de área de olho de lombo, espessura de gordura subcutânea e marmorização em cortes realizados entre a 12 e 13^a costelas por três avaliadores.

No laboratório, as amostras permaneceram sob refrigeração (0 a 1°C) em câmara de maturação BOD – TE 371 Tecnal, por 0, 7, 14 e 21 dias até o momento

das análises. As análises avaliadas nas amostras de carne maturada foram: composição centesimal, colesterol, perfil de ácidos graxos e análise microbiológica.

Todo experimento foi realizado de acordo com os princípios éticos na experimentação animal (protocolo nº 27/2012) determinados pela Comissão de Ética em Uso de Animais (CEUA) da referida instituição.

2.2. Área de olho de lombo

A medida da área de olho de lombo foi realizada entre a 12^a e 13^a costela do músculo *Longissimus* após 24 horas *post-mortem* através da régua de quadrantes de pontos segundo metodologia descrita pelo USDA Quality Grade (1997). As análises foram realizadas no Laboratório de Bromatologia da Unesp/Câmpus Experimental de Dracena.

2.3. Espessura de gordura subcutânea

A avaliação da espessura de gordura subcutânea foi realizada entre a 12^a e 13^a costela do músculo *Longissimus* após 24 horas *post-mortem* por meio de paquímetro, de acordo com metodologia descrita por Müller (1987). As análises foram realizadas no Laboratório de Bromatologia da Unesp/Câmpus Experimental de Dracena.

2.4. Marmorização

Para a determinação do escore de marmorização foi utilizada a metodologia descrita pelo USDA Quality Grade (1997), variando os escores de 1 a 10 onde; 1= praticamente ausente, 2 = traços, 3 = leve, 4 = pouco, 5 = modesto, 6 = moderado, 7 = levemente abundante, 8 = moderadamente abundante, 9 = abundante e 10 = muito abundante. A análise foi realizada no Laboratório de Bromatologia da Unesp/Câmpus Experimental de Dracena.

2.5. Composição centesimal

A avaliação da composição centesimal foi realizada no Laboratório de Bromatologia da Unesp/Câmpus Experimental de Dracena, nas amostras de carne *in natura* referente ao músculo *Longissimus*. Foram avaliados:

- ✓ Umidade: realizada seguindo o método 950.46 da A.O.A.C. (1990);
- ✓ Proteína: foi empregado o método de Kjeldahl-micro, 928.080 da A.O.A.C.(1990) para determinação do nitrogênio total. A proteína bruta foi calculada em função dos teores de nitrogênio total, multiplicado pelo fator 6,25;
- ✓ Extrato etéreo: foi determinado segundo A.O.A.C., (1990), item 960.39;
- ✓ Cinzas ou resíduo mineral fixo: realizado segundo o método recomendado pela A.O.A.C. (1990), item 920.153.

2.6. *Colesterol*

Para a análise de colesterol foi utilizado o músculo *Longissimus* e o isolamento dos lipídeos foi realizado segundo a metodologia enzimática descrita por Saldanha et al. (2004). As análises foram realizadas no Laboratório de Bromatologia da Unesp/Câmpus Experimental de Dracena.

2.7. *Perfil de Ácidos Graxos*

Os lipídeos totais foram determinados pelo método descrito por Bleigh e Dyer (1959), utilizando-se clorofórmio, metanol e água (2:2:1.8). Em seguida, foram convertidos em ésteres metílicos de ácidos graxos segundo a metodologia utilizada por Bannon et al. (1982). Em um tubo de tampa com rosca, com aproximadamente 150 mg de lipídeos foram adicionados com 0,25 mol L⁻¹ 5,0 mL de solução de metóxido de sódio em metanol/éter etílico (1:1). O tubo foi vigorosamente agitado durante cerca de 3 min. Em seguida, 3,0 mL de isooctano e 15 ml de cloreto de sódio saturado foram adicionados. O tubo foi agitado vigorosamente de novo e descansado para a separação de fase. O sobrenadante foi coletado em tubos Eppendorf marcados para análise cromatográfica.

Análise cromatográfica foi realizada de acordo com a metodologia descrita por Visentainer (2012), a qual os ésteres metílicos de ácidos graxos (EMAG) foram separados em um cromatógrafo a gás da marca Thermo, modelo 3300, equipado com um detector de ionização de chama, injetor automático e uma coluna capilar de sílica fundida CP- 7420 SELECT FAME (100% ligado cianopropil, comprimento 100m, diâmetro interno de 0,25 milímetros e 0,39 mM de fase estacionária). Injetor de coluna e as temperaturas eram de 230 e 240°C, respectivamente. Inicialmente, a

temperatura da coluna foi mantida a 165°C durante 18 minutos. Em seguida, foi elevada para 235°C, a uma taxa de 4°C/min. Tempo de execução total cromatográfica foi de 32,5 minutos. As taxas de fluxo para o transportador (H₂), auxiliares (N₂), e detector de chama (H₂ e ar sintético) dos gases foi de 1,2 mL/min, 30 mL/min, 30 mL/min e 300 mL/min, respectivamente. A razão de divisão da amostra foi de 1/80. Para a identificação, os tempos de retenção FAMES foram comparados com os padrões da Sigma - Aldrich (Sigma, St. Louis, MO). Os tempos de retenção e as percentagens da área do pico foram processados automaticamente através do software Chromquest 5.0. A FAS a partir de óleo de soja e de lipídeos totais de sardinha, ambos após metilação, foram quantificados em mg/g de lipídeos totais através de calibração padrão interno, utilizando tricosanoate metilo como padrão interno. As análises foram realizadas no Laboratório de Águas e Alimentos da Universidade Estadual de Maringá (UEM).

2.8. Avaliação Microbiológica

Para a análise microbiológica da carne realizou-se a metodologia descrita por Downes e Ito, (2001), onde foi pesado assepticamente 1g de cada amostra do músculo *Longissimus* de cada animal, as quais foram trituradas e diluídas em 99 mL de solução peptonada estéril, após a homogeneização esta correspondeu à diluição 10⁻². A seguir 1 mL da primeira diluição foi transferido para um frasco contendo 9 mL de solução peptonada, obtendo a diluição 10⁻³, assim por diante foram obtidas as demais diluições decimais até 10⁻⁶. A contagem total de bactérias seguiu-se da seguinte forma: 1 mL de cada uma das sete diluições de cada amostra foram depositados em placas de Petri estéreis, em seguida foi acrescentado aproximadamente 15 mL de ágar padrão (PCA) para a contagem total de bactérias mesófilas e psicotróficas e ágar cristal violeta bÍlis dextrose (VBRD) para análise de enterobacteriaceae, fundido e resfriado a temperatura em torno de 45°C. Após a solidificação do ágar, as placas foram incubadas a 37°C por 48 horas para as bactérias mesófilas e enterobacteriaceae e, a 7°C por 10 dias para as psicotróficas. As análises foram realizadas aos 0, 7, 14 e 21 dias *post-mortem* no Laboratório de Microbiologia e Parasitologia da Unesp/Câmpus Experimental de Dracena.

2.9. *Forma de análise dos resultados*

Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e dez repetições por tratamento, definido em esquema de parcelas subdivididas, sendo as parcelas constituídas pelos animais e as subparcelas os dias de maturação. Os dados foram submetidos às análises estatísticas utilizando o programa SAEG 9.1 (2007) para a realização da análise de regressão polinomial para cada uma das variáveis.

3. Resultados e Discussões

3.1. *Características da carcaça*

Os valores médios de peso vivo, peso da carcaça quente, rendimento de carcaça, espessura de gordura subcutânea (EGS), área de olho de lombo (AOL) e marmorização encontram-se na Tabela 2.

O rendimento de carcaça (47,89%), obtido por meio da média dos valores de peso vivo (481,90 kg) e do peso da carcaça quente (230,80 kg), foi próximo aos registrados por Menegucci et al. (2006) em búfalos da raça Murrah castrados e provenientes de rebanho leiteiro, abatidos aos 400 kg (48,4%) e por Cabral Neto et al. (2011) avaliando búfalos Mediterrâneos inteiros (48,3%). Por outro lado, foi inferior aos obtidos por Macedo et al. (2000), em bubalinos Mediterrâneos castrados e terminados em pastagem (49,2%) e por Jorge et al. (2002), em bubalinos de corte da raça Mediterrâneo castrados (51,3%).

Os animais da raça Mediterrâneo brasileiros possuem maior aptidão para o corte, pois possuem porte com maior musculosidade, já os animais da raça Murrah são mais utilizados para a produção de leite e, nesse tipo de sistema o crescimento do bezerro até a desmama é marcado por uma restrição alimentar ocasionada pelo déficit de leite fornecido à cria, já que a maior parte deste produto é destinada a comercialização. Essa restrição alimentar ocorrida normalmente na fase inicial de crescimento, a mais crítica no que se refere à necessidade de aporte nutricional, afeta o desenvolvimento dos tecidos ósseo e muscular, esse fato justifica o maior rendimento em animais da raça Mediterrâneo e o menor rendimento nos animais do presente estudo, os quais eram provenientes de rebanho leiteiro. Fonseca et al. (2012) comparado o crescimento corporal de bubalinos em diferentes sistemas de

produção concluíram que os animais tiveram maior impulso de crescimento no sistema de produção de corte quando comparado ao sistema leiteiro, fato que pode ser explicado pelo melhor aporte alimentar ofertado aos animais do sistema de corte.

Além disso, observa-se que animais castrados obtiveram maior rendimento de carcaça quando comparados aos búfalos inteiros. Segundo Ferrara e Infascelli (1994) avaliando búfalos inteiros e castrados observou que o rendimento da carcaça foi maior para os castrados (57,8 versus 56,7%) devido ao menor peso das patas e, particularmente, do couro, no qual a castração causou refinamento, nos animais.

Os dados da literatura revelam ainda que os bubalinos apresentam valores inferiores de rendimento de carcaça quando comparados aos bovinos. De acordo com Mattos et al. (1990), ao abaterem bovinos e búfalos com pesos semelhantes, perceberam uma diferença de até 5% no rendimento de carcaça a favor dos bovinos, devido ao couro mais espesso e pesado (1 a 2%), chifres mais pesados e cerca de 2 a 3% a mais de conteúdo gastrointestinal dos búfalos. Segundo Rodrigues et al. (2003) comparando a porcentagem do couro, das patas, da cabeça, da rabadia e vísceras de bovinos e bubalinos, concluíram que os bubalinos apresentam menor rendimento de carcaça devido a maior proporção das partes não constituintes da carcaça. Esses dados corroboram aos observados por Cabral Neto et al. (2011), os quais encontraram menor rendimento de carcaça em búfalos da raça Mediterrâneo quando comparados a bovinos Sindi, por apresentarem maiores percentuais de perdas no abate.

A espessura de gordura subcutânea é um importante indicador quantitativo da carcaça, além disso, afeta a velocidade de resfriamento da carcaça, comportando-se como um eficiente isolante térmico. A indústria frigorífica exige cobertura de gordura de 3 a 6 mm, justificando esse valor pelo fato de que carcaças com adequada cobertura de gordura reduzem os efeitos de desidratação e encurtamento das fibras musculares (“cold shortening”) resultantes do resfriamento, que podem causar o endurecimento da carne (Felício, 1997).

De acordo com os dados da Tabela 2, os bubalinos apresentaram uma cobertura de gordura superior ao exigido pela indústria frigorífica, porém consideradas adequadas para reduzir os efeitos de desidratação e encurtamento das fibras musculares. Calixto (2004), observou valor de 7,4 mm em bubalinos

Mediterrâneos abatidos aos 450 kg. Irurueta et al. (2008) avaliando búfalos mestiços (Murrah x Mediterrâneo) castrados encontraram valores de 13,60 mm. Segundo Rodrigues (2001) os búfalos acumulam, em comparação aos bovinos, maior quantidade de gordura subcutânea e menor quantidade de gordura intramuscular, uma característica própria da espécie. Além da espécie a condição sexual também pode interferir na maior quantidade de gordura subcutânea, segundo Purchas et al. (2002) a castração aumenta a deposição de gordura da carcaça pela supressão dos hormônios andrógenos, fato que favoreceu ainda mais a deposição de gordura no trabalho realizado por Irurueta et al. (2008), justificando o maior valor encontrado por esse autor quando comparado aos animais do presente trabalho, os quais não foram castrados.

A área de olho de lombo (AOL) está diretamente relacionada com a quantidade de músculos da carcaça e deve ser considerada no estudo das características de carcaça como indicador do desenvolvimento muscular e rendimento de cortes de alto valor comercial (Willians, 2006). Os valores médios da AOL ($54,15\text{cm}^2$) foram semelhantes aos observados por Irurueta et al. (2008) que encontraram valores de $50,92\text{cm}^2$ em búfalos mestiços, esses mesmos autores comparando a AOL de búfalos com a de bovinos, observaram que nos búfalos os valores foram menores do que aqueles obtidos em bovinos ($62,16\text{cm}^2$; $76,90\text{cm}^2$ e $74,82\text{cm}^2$ em Brangus x Angus; Fleckvieh x Angus e Limousin x Angus, respectivamente), concluindo que os bubalinos apresentam um menor desenvolvimento muscular.

Quanto à marmorização, os valores encontrados (2,60) sugerem que o escore de marmorização obtido para os búfalos correspondeu a uma "leve quantidade", em escala USDA. Os dados se assemelham aos descritos por Irurueta et al. (2008) que encontraram "pequena quantidade" no grau de marmorização na carne de búfalo criados na Argentina e, por Andrighetto et al. (2008) que encontraram escore de marmorização de 2,20 em búfalos Murrah aos 150 dias de confinamento. O baixo escore de marmorização na espécie bubalina é justificado por Mattos et al. (1990) que afirmam que os búfalos apresentam acúmulo de gordura maior nas paredes do tórax e na cavidade abdominal, acúmulo menor entre grupos de músculo e menor ainda dentro dos músculos, resultando em menor marmorização.

3.2. Composição centesimal

Os dados da composição centesimal do músculo *Longissimus* de bubalinos da raça Murrah submetidos a diferentes períodos de maturação encontram-se na Tabela 3. De acordo com os dados apenas os teores de cinzas apresentaram regressão significativa ($P < 0,05$), sendo caracterizada por um comportamento quadrático, em que o menor valor de cinzas encontrado foi aos 19 dias de maturação com 0,96% (Figura 2). Não foram encontradas na literatura relações entre a composição centesimal e o armazenamento da carne por longos períodos. No entanto, mesmo com modificações nos seus valores médios, o teor de cinzas ainda encontra-se dentro dos padrões sugeridos por Geay et al. (2001) para o consumo humano (1 a 2%).

Quanto à composição centesimal do músculo *Longissimus* de bubalinos avaliados independente do tempo de maturação, observa-se que os teores de umidade, proteína e cinzas não diferem muito aos comparados por Andrighetto et al. (2008) que trabalhando com búfalos da raça Murrah terminados com 150 dias em confinamento, encontraram valores médios de 74,70%; 20,87% e 1,08% respectivamente para umidade, proteína e cinzas e por Andrighetto et al. (2005) que avaliando carne de búfalos Mediterrâneos encontraram valores médios de 71,60%; 25,00% e 1,07% respectivamente para umidade, proteína e cinzas. Os dados ainda estão de acordo com os valores encontrados pela literatura, a qual afirma que a carne possui aproximadamente 75% de água, 19 a 25% de proteínas e 1 a 2% de minerais e carboidratos (Geay et al., 2001).

No entanto, o teor de extrato etéreo diferiu de alguns dados comparados na literatura, segundo Geay et al. (2001) esse fato pode ser explicado porquê de modo geral, a natureza e a quantidade dos lipídeos armazenados no músculo são dependentes da alimentação, da digestão, da absorção intestinal, do metabolismo hepático e do sistema de transporte desses lipídeos.

Andrighetto et al. (2008) obtiveram valores médios de extrato etéreo superiores quando comparado as amostras de carne dos animais do presente trabalho (3,15% aos 150 dias de confinamento), esses autores justificaram o alto valor de extrato etéreo pelo fato dos animais serem castrados e terminados em confinamento com grande quantidade de concentrado na dieta

(volumoso:concentrado de 30:70) o que contribui para maior deposição de gordura. Por outro lado, Mattos et al. (1997), avaliando animais da raça Mediterrâneo terminados a pasto, obtiveram teores médios de extrato etéreo de 0,60% e concluíram que esse baixo teor pode ser justificado pelas condições de alimentação fornecida aos animais. Os animais do presente estudo foram criados em sistema de confinamento, todavia, observa-se que os valores médios de extrato etéreo foram baixos comparados ao de Andrighetto et al. (2008), esse fato pode ser interpretado pela relação de volumoso:concentrado (50:50), a qual a quantidade de concentrado fornecida na dieta foi menor.

3.3. Colesterol

Os dados de colesterol do músculo *Longissimus* de bubalinos da raça Murrah submetidos a diferentes períodos de maturação encontram-se na Tabela 3. De acordo com os dados observados, não houve efeito de regressão sobre os diferentes períodos de maturação avaliados ($P > 0,05$).

Em relação à quantidade de colesterol encontrada na carne de búfalos, independente do tempo de maturação, os valores diferiram aos descritos por Calabro et al. (2014), que trabalhando com búfalos Mediterrâneo confinados encontraram valores menores de colesterol (32,34 mg/100g de carne). Por outro lado, Hautrive et al (2012) avaliando concentração de colesterol na carne de bovinos encontraram valores de 60,96 mg/100g de carne. Segundo os dados relatados pela Composição de Alimentos da USDA/ARS (2005) observa-se que o teor de colesterol para carne bovina é 69,60 mg/100g de carne, ou seja, valores mais elevados ao encontrados no presente trabalho, indicando que a carne com menor teor de colesterol pode ser melhor para a saúde humana, incluindo a carne de búfalos dentro das mais saudáveis.

No entanto, Rodrigues et al. (2004) comparando os teores de colesterol na carne de búfalos e bovinos observaram pequena variação nos valores, concluindo que a carne de búfalos apresenta concentração semelhante à carne de bovinos (46 mg/100g de carne para ambos os grupos). Estes resultados foram ainda semelhantes com os de Sinclair et al. (1982), que não obtiveram diferença para o teor de colesterol entre a carne de búfalos e bovinos.

3.4. Perfil de Ácidos Graxos

Os valores médios da análise do perfil de ácidos graxos da carne de bubalinos maturada por 0, 7, 14 e 21 dias encontram-se na Tabela 4. A análise de regressão linear foi significativa e decrescente para o ácido graxo Linoléico (C18:2 ω 6), sendo esse o que compõe a maior parte dos ácidos graxos ômega-6, o qual consequentemente também foi significativo para a regressão linear decrescente ($P < 0,05$). Essa diminuição nos valores pode ser justificada pela oxidação de ácido graxo ao longo do período de maturação (Figura 3). Segundo Geay et al. (2001), os ácidos graxos saturados resistem à oxidação em baixas temperaturas, ao contrário dos ácidos graxos polinsaturados, como é o caso do Linoléico, que podem se oxidar e se degradarem. A oxidação dos ácidos graxos polinsaturados, em baixas temperaturas, consiste no maior processo de degradação, induzindo a rancificação da carne crua. Pode ocorrer também, durante o cozimento, a produção de vários compostos voláteis, tais como aldeídos, interferindo no sabor e no aroma da carne, pela reação de Maillard, com produção de aroma e coloração indesejável para o consumidor.

Avaliando as médias dos ácidos graxos independente do período de maturação, observa-se que a maior quantidade desses é representada pelos ácidos graxos saturados, dentre esses o ácido mirístico (C14:0) é o mais potente e, por outro lado, o ácido esteárico (C18:0), o qual representa de 30 – 40% dos ácidos graxos saturados, parece ser o único neutro, não elevando os níveis de colesterol no sangue (Penny e Shaomei, 1997).

Em relação aos monoinsaturados, o principal ácido graxo da carne bovina é o ácido oléico (C18:1 ω 9), por representar 89% dos ácidos graxos monoinsaturados. Maiores valores deste em sua forma *cis* são desejáveis, por terem ação hipocolesterolêmica, com a vantagem de não reduzirem o HDL, atuando na proteção contra doenças coronarianas (Melton et al., 1982).

Os ácidos graxos poliinsaturados, por sua vez, se subdividem nas séries ômega 6 e ômega 3, e são considerados essenciais devido à incapacidade do organismo de sintetizá-los, sendo assim, precisamos obtê-los na dieta. A quantidade média dos ácidos graxos ômega 3 encontrados no presente trabalho (2,26) foram superiores aos encontrados por Freitas (2006) em carne de novilhos Nelore (0,42%).

Segundo dados fornecidos pela Rural Industries Research and Development Corporation (Leach, 2001) a carne bubalina apresenta maior quantidade de ácidos graxos poliinsaturados ômega 3. Estudos têm demonstrado que os ácidos graxos dessa família protegem o coração e as artérias, auxiliam na redução do colesterol e dos triglicerídeos séricos, mantêm estável a pressão arterial, fortalece o sistema imunológico e auxilia no tratamento contra a depressão (Hornstra, 2000; Sangiovanni et al., 2000; Yehuda et al., 2002). Além disso, segundo Giordano et al. (2010) afirma que o consumo de carne de búfalos parece estar associado com vários efeitos benéficos no perfil de risco cardiovascular. Sugere ainda, que um maior consumo de carne de búfalo pode conferir importantes benefícios, continuando a assegurar uma parte substancial da dose diária recomendada de proteína.

Embora tenha sido encontrado maior quantidade de ômega 3, as médias dos ácidos graxos presentes nas carnes de búfalos (62,17%, 34,29% e 2,51% para saturados, monoinsaturados e poliinsaturados, respectivamente), diferem aos achados por Freitas (2006), que avaliando as características da carcaça e da carne, bem como o perfil de ácidos graxos da gordura intramuscular de novilhos Nelore, encontrou predominantemente ácidos graxos saturados (54,8%) e monoinsaturados (41,6%), além de ácidos graxos poliinsaturados (3,2%). Metz et al. (2009), também encontraram valores menores de ácidos graxos saturados (47,58%) e maiores de monoinsaturados (44,16%) e poliinsaturados (3,38%) na carne de bovinos jovens quando comparados aos valores encontrados na carne de búfalos do presente estudo.

3.5. Avaliação Microbiológica

A importância das bactérias em relação à carne reside principalmente no fato de que elas estão intimamente ligadas ao processo de deterioração, infecção e intoxicação alimentar. A contaminação pode ocorrer em todas as operações de abate, armazenamento e distribuição e sua intensidade depende da eficiência das medidas higiênicas adotadas (Roça, 2004).

Os valores médios da análise microbiológica da carne de bubalinos maturada por 0, 7, 14 e 21 dias e embaladas a vácuo encontram-se na Tabela 5. De acordo

com os dados, a análise de regressão não foi significativa, ou seja, não houve associação entre tempo de maturação e os grupos de bactérias analisados na carne de búfalos ($P > 0,05$).

No entanto, quando falamos em microbiologia, se faz necessário um olhar mais crítico, pois qualquer alteração nos valores, mesmo não sendo significativo é considerado importante. Dessa forma, se os dados forem analisados numericamente, observa-se que no grupo de mesófilos e psicotróficos ocorreu um aumento no número de bactérias nas carnes maturadas quando comparadas as carnes que não foram submetidas à maturação.

O estudo do grupo de microrganismos mesófilos é importante de se avaliar, pois incluem a maioria dos microrganismos acidificantes. A contagem desta categoria é utilizada para indicar a qualidade sanitária dos alimentos, contudo os mesófilos não representam um risco potencial à saúde humana (Capta et al., 1999).

Quando avaliado o grupo de bactérias mesófilas em função do tempo de maturação, observa-se que os dados não corroboram aos encontrados por Tarsitano et al. (2011) que avaliando carne maturada de suínos observaram que com o decorrer do período de maturação houve aumento linear crescente nesse grupo de bactérias.

Manço (2006) avaliando o grupo de bactérias mesófilas em função do tempo de armazenamento observou diferenças significativas entre as médias dos tratamentos avaliadas ($P < 0,05$), além disso, foi observado um aumento no crescimento microbiano no período de 49 dias, porém o ritmo de crescimento foi baixo considerando que ocorreu aumento de dois ciclos logarítmicos.

Manço (2002) trabalhando com carne bovina maturada, observou que não houve diferença significativa ($P > 0,05$) entre os dias 2, 7, 14 e 21 de armazenamento, porém houve um aumento significativo ($P < 0,05$) aos 28 dias de armazenamento, demonstrando o início da fase logarítmica de crescimento das bactérias mesófilas.

Existem controvérsias entre os autores com relação à qualidade da carne e a quantidade de bactérias mesófilas encontradas. De acordo com Nortjé et al. (1989), a contagem de até 3,0 log UFC/g pode ser considerada como indicativa de boa higiene e de uma eficiente operação comercial. Fung et al. (1980) relatam que

a carne portadora de contaminação possui índices superiores a 7 log UFC/g de mesófilos. Para Bomar (1985), a quantidade dessas bactérias pode ser classificada em três níveis: bom = até 6,7 log UFC/g, tolerável = de 6,7 a 7,7 log UFC/g e impróprio = maior que 7,7 log UFC/g. Porém para Delazari (1987), contagens superiores a 5,0 log UFC/g, após 9 dias de estocagem sob refrigeração de 2°C, caracterizam a carne com qualidade insatisfatória.

No presente trabalho, a contagem de mesófilos encontrada está dentro do padrão estabelecido para carne própria para consumo, pois o máximo encontrado foi 4,51 log UFC/g, inferior ao relatado pela maioria dos autores, exceto para Nortjé et al. (1989).

Os psicotróficos crescem sob temperatura de refrigeração, 7°C ou menos (temperatura utilizada no processo de maturação) e representam microrganismos que podem causar deterioração da carne. Quando avaliado a contagem de bactérias psicotróficas em função do tempo de maturação, observa-se que os dados não corroboram aos encontrados por Tarsitano et al. (2011) que avaliando carne maturada de suínos observaram que com o decorrer do período de maturação houve aumento linear crescente nesse grupo de bactérias ($P < 0,05$).

Os valores encontrados no presente trabalho também foram diferentes aos achados por Manço (2006) que quando comparando as médias de contagem de psicotróficos em função dos dias de armazenamento, observou um crescimento do número de UFC/g das amostras ao longo do período, sendo evidente o início da fase logarítmica de crescimento no período entre 7 e 14 dias de armazenamento. Este fato também foi observado por Manço (2002) apesar de relatar diferenças entre a contagem inicial aos 2 dias de armazenamento.

Segundo Capta et al., (1999), concentrações acima de 7 log UFC/grama modificam as características organolépticas da carne, sendo assim, a contagem de psicotróficos encontrada também está dentro do padrão estabelecido para carne própria para consumo, pois o máximo encontrado foi 3,86 log UFC/g, inferior ao relatado por esses autores.

De acordo com os dados avaliados para o grupo de Enterobactérias em função do tempo de maturação, observa-se que foram os menores valores encontrados quando comparados com os outros grupos de bactérias. No entanto, o

valor médio encontrado aos 21 dias de maturação foram superiores (2,89 log UFC/g) aos observados por Manço (2006) que encontraram valores iguais a 1,43 log UFC/g. Essa diferença observada entre os valores, provavelmente, está relacionada com a contaminação inicial (0 dias) e com os procedimentos higiênicos adotados ao longo de todas as etapas de manipulação do produto. Comparando os valores médios após 24h de abate dos animais do presente estudo (2,95 log UFC/g) com o trabalho realizado por Manço (2006) que encontrou valores médios no segundo dia de maturação de 1,0 log UFC/g, observa uma diferença considerável. A maior contaminação inicial pode acelerar a proliferação destes microrganismos devido às modificações no perfil da curva de crescimento destas bactérias.

A presença de enterobactérias é frequentemente usada como indicador para possível contaminação fecal decorrente de inadequado processamento ou contaminação pós-processamento (Tornadijo et al., 2001), sendo assim, ocorreu uma maior contaminação nas amostras de carne do presente trabalho quando comparadas às citadas na literatura.

4. Conclusões

A carcaça de bubalinos jovens da raça Murrah e provenientes de rebanho leiteiro apresenta baixo rendimento de carcaça, alta espessura de gordura subcutânea, menor desenvolvimento muscular justificado pela área de olho de lombo e leve quantidade de marmorização. A maturação da carne desses animais não interfere na qualidade microbiológica, nas concentrações de colesterol e em sua composição centesimal, exceto para os teores de cinzas, porém influencia no perfil do ácido graxo Linoléico.

5. Referências

- Andrade, P. L., Bressan, M. C., Gama, L. T., Gonçalves, T. M., Ladeira, M. M., Ramos, E. M. Qualidade da carne maturada de bovinos Red Norte e Nelore. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.39, n.8, p.1791-1800, 2010.
- Andrighetto, C.; Jorge, A. M.; Roça, R. O.; Rodrigues, E.; Bianchini, W.; Francisco, C. 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.; Jorge, A. M.; Roça, R. O.; Sartori, D. R. Maturação da carne bovina. *Revista Electrónica de Veterinaria REDVET*, v. 7, n. 6, p. 1-6, 2006.
- 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, São Pedro. *Anais...* São Paulo: Instituto de Tecnologia de Alimentos, p. 1-3. CD-ROM. 2005.
- Association Of Official Analytical Chemists (A.O.A.C). *Official methods of analysis*. 15, ed, Arlington, 1990, 1298p.
- Bannon, C. D., Breen, G. J., Craske, J. D., Hai, N. T., Harper, N. L., O'rourke, K. L. Analysis of fatty acid methyl esters with high accuracy and reliability. *Journal of Chromatography*, 247, 71-89, 1982.
- Bianchini, W.; Silveira, A. C.; Jorge, A. M.; Arrigoni, M. D. B; Martins, C. L.; Rodrigues, E.; Hadlich, J. C.; Andrighetto, C. Efeito do grupo genético sobre as características de carcaça e maciez da carne fresca e maturada de bovinos superprecoces. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 36, n. 6, p. 2109-2117, 2007.
- Bligh, E. G.; Dyer, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology*, 37, 911-917, 1959.
- Bomar, M. T. Rapid method for the determination of bacterial surface contamination in carcasses. *Alimenta*, Zurich, v.24, n.3, p 55 - 57, 1985.
- Cabral Neto, O.; Rodrigues, V. C.; Camargo, A.M.; Silva, J.C.G.; Costa, D. B. *Rendimento de abate de bovinos e bubalinos em confinamento*. Revista ACTA Tecnológica, Vol. 6, pag. 115 - 122, 2011.
- Calabrò, S.; Cutrignelli, M .I.; Gonzalez, O. J.; Chiofalo, B.; Grossi, M.; Tudisco, R.; Panetta, C.; Infascelli, F. Meat quality of buffalo young bulls fed faba bean as protein source. *Meat Science*. v. 96, p. 591–596, 2014.
- Calixto, M.G. *Composição da carcaça e crescimento corporalvde bubalinos jovens terminados em confinamento*. Botucatu: Universidade Estadual Paulista. 2004. 46p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, 2004.

- Capta, R.; Alonso-Calleja, C.; García-Arias, M.T.; García-Frenádez, M.C.; Moreno, B. Aspectos de interés en la calidad microbiológica de la carne de pollo. *Eurocarne*, v.9, n.73, p.73-86, 1999.
- Corrêa, A.; Tramoso, E. Búfalos. *Revista Produz*, v. 1, n. 6, p. 36-43, 2004.
- Delazari, I. Controle de qualidade nos produtos cárneos. In: Seminário e Exposição de Carne Em São Paulo, 1987, São Paulo. *Pauliscarne-documento*. São Paulo, p. 29 - 97, 1987.
- Downes, F. P.; Ito, K. *Compendium of methods for the examination of foods*. American Public Health Association. 2.ed. Washington:APHA, 2001. 600p.
- Felício, P. E. Fatores ante o 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", p. 79-97. 1997.
- Ferrara, B.; Infascelli, F. Buffalo meat production: Consumption, quality, carcass, sub-products. In: Congresso Mundial de Búfalos, 4., 1994, São Paulo. *Proceedings...* São Paulo: FAO/FINEP, 1994. v.1, p.122-136.
- Fonseca, D. C. M.; Silva, P. F. M.; Ramos, A. F. O.; Schierolht, A. S.; Chaves, L. C. S. Crescimento corporal de bubalinos da raça Murrah em diferentes sistemas de produção. In: 10º Seminário Anual De Iniciação Científica da Ufra. *Anais...* Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém/PA, 2012.
- Francisco, C. L. *Caracterização histológica e bioquímica dos músculos Longissimus dorsi e Semitendinosus de bubalinos Mediterrâneo abatidos em diferentes pesos*. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia Botucatu – SP, 2009.
- Freitas, A. K. *Características da carcaça, da carne e perfil de ácidos graxos de novilhos Nelore inteiros ou castrados em duas idades*. 2006. 68f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2006.
- Fung, D.Y.C.; Kastner, C.L.; Hunt, M.C.; Dikeman, M.E.; Kropf, D. Mesophilic and psychrotrophic bacteria population on hot-boned and conventionally processed beef. *Journal Food Protection*, v.43, n.7, p.547-550, 1980.

- 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*, v.41, p.1-26, 2001.
- Giordano, G.; Guarini, P.; Ferrari, P.; Biondi-Zoccai, G.; Schiavone, B.; Giordano, A. Beneficial impact on cardiovascular risk profile of water buffalo meat consumption. *European Journal of Clinical Nutrition*, v. 64, p.1000-10016, 2010.
- Hautrive, T. P.; Marques, A. C.; Kubota, E. H. Avaliação da composição centesimal, colesterol e perfil de ácidos graxos de cortes cárneos comerciais de avestruz, suíno, bovino e frango. *Alimentos e Nutrição*, v. 23, n. 2, p. 327-334, 2012.
- Heinemann, R. J. B.; Pinto, M. F. Efeito da injeção de diferentes concentrações de cloreto de cálcio na textura e aceitabilidade de carne bovina maturada. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 23, supl., p. 1-6, 2003.
- Hornstra, G. Essential fatty acids in mothers and their neonates. *American Journal of Clinical Nutrition*, v. 71, p. 1262S-1269S, 2000.
- Irurueta, M.; Cadoppi, A.; Langman, L.; Grigioni, G.; Carduza, F. Effect of aging on the characteristics of meat from water buffalo grown the in thr Delta del Paraná region of Argentina. *Meat Science*, v. 79, p. 529-533, 2008.
- Jorge, A.M.; Calixto, M.G.; Andrighetto, C.; Castro, V. S. Effect of sexual condition and slaughterer weight on carcass traits from buffalo finished in feedlot. In: Buffalo Symposium of Americas, 1., 2002, Belém. *Proceedings...Belém: Associação dos Criadores de Búfalos*, 2002.
- Leach, R. C. *Maximising marketing opportunities for buffalo products: a report for the Rural Industries Research and Development Corporation*. Barton: Rural Industries Research and Development Corporation, 2011. 17 p. (RIRDC Publication, n. 01/15).
- Macedo, M.P.; Bianchini Sobrinho, E. et al. Características de carcaça de bubalinos da raça mediterrâneo terminados em diferentes regimes alimentares. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 37., 2000, Viçosa, MG. *Anais... Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Zootecnia*, 2000. p.1-3.
- Manço, M. C. W. *Características físico-químicas, sensoriais e higiênicas da carne bovina em duas classes de maturidade e sob influência da maturação*. Tese

- (Doutorado em Zootecnia). Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, 2006.
- Manço, M.C.W. *Efeito da idade de abate em parâmetros post-mortem e na maturação da carne de bovinos da raça Nelore*. 84 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia/Nutrição e Produção Animal) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2002.
- Mattos, J.C.A.; Nogueira, J.R.; Oliveira, A.A.D. et al. Comparasion on carcass, meat cuts and some meat quality characteristis of buffaloes and of zebu In: Congresso Mundial de Criadores de Búfalos, 6., 1997, Caserta. *Proceedings...* Caserta: p.442-446. 1997.
- Mattos, J.C.A.; Gutmanis, D.; Mattos, A.C. Características da carcaça e da carne de bubalinos (Conferências). In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 27, 1990, Campinas. *Anais...* Piracicaba: FEALQ, p.711-737, 1990.
- Melton, S. L., M. Amiri, G. W. Davis and W. R. Backus. Flavor and chemical characteristics of ground beef from grass-, forage-, grain- and grain-finished steers. *Journal Animal Science*. v. 55, p. 77-87. 1982.
- Menegucci, P. F. N. B. F.; Jorge, A. M.; Andrighetto, C.; Athayde, N. B.; Francisco, C. L.; Rodrigues, É.; Storti, S. M. M. Rendimentos de carcaça, dos cortes comerciais e da porção comestível de bubalinos Murrah castrados abatidos com diferentes períodos de confinamento. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.35, n.6, p.2427-2433, 2006.
- Metz, P. A. M; Menezes, L. F. G; Santos, A. P.; Brondani, I. L.; Restle, J.; Lanna, D. P. D. Perfil de ácidos graxos na carne de novilhos de diferentes idades e grupos genéticos terminados em confinamento. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.38, n.3, p.523-531, 2009.
- Müller, L. *Normas para avaliação de carcaças e concurso de carcaças de novilhos*. 2ed. Santa Maria: Imprensa universitária. 1987, 31p.
- Nortjé, G. L.; Nel, L.; Jordaan, E.; Naudé, R. T.; Holzapfel, W.H.; Grimbeek, R. J. A microbiological survey of fresh meat in the supermarket trade. Part 1: Carcasses and contact surfaces. *Meat Science*, Barking, v.25, n. 2, p.81 - 97, 1989.

- Penny, M.K.E.; Shaomei, Y. Individual fatty acid effects on plasma lipids and lipoproteins: human studies. *American Journal Clinical Nutrition*, v.65 (supl), p.1628S-1644S, 1997.
- Purchas, R.W.; Burnham, D.L.; Morris, S.T. Effects of growth potential and growth path on tenderness of beef *Longissimus* muscle from bulls and steers. *Journal of Animal Science*, v.80, p.3211-3221, 2002.
- Roça, R.O..*Microbiologia da Carne*. Laboratório de Tecnologia dos Produtos de Origem Animal- F.C.A.-UNESP- Câmpus de Botucatu- SP, 2004.
- Rodrigues, V. C.; Bressan, M. C.; Cardoso, M. G.; Freitas, R. T. F. Ácidos Graxos na Carne de Búfalos e Bovinos Castrados e Inteiros. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.33, n.2, p.434-443, 2004.
- Rodrigues, V.C.; Andrade, I.F.; Freitas, R.T.; Bressan, M.C.; Teixeira, J.C. Rendimento do abate e carcaça de bovinos e bubalinos castrados e inteiros. *Revista Brasileira de Zootecnia*. v.32, n.3, p.663-671, 2003.
- Rodrigues, V.C.; Andrade, I.F.; Sousa, J.C.D.; Neto, A.I.; Rodrigues, V. N. Avaliação da composição corporal de bubalinos e bovinos através do ultrassom. *Ciência Agrotécnica*, v.25, n.5, p.1174-1184, 2001.
- Saeg *Sistema para Análises Estatísticas*, Versão 9,1: Fundação Arthur Bernardes – UFV – Viçosa, 2007. Disponível em: www.ufv.br/saeg
- Saldanha, T.; Mazalli, M. R.; Bragagnolo, N. Avaliação comparativa entre dois métodos para determinação do colesterol em carnes e leite. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, 24(1): 109-113, jan.-mar. 2004.
- Sangiovanni, J. P.; Berkey, C. S.; Dwyer, J. T.; Colditz, G. A. Dietary essential fatty acids, long-chain polyunsaturated fatty acids, and visual resolution acuity in healthy fullterm infants: a systematic review. *Early Human Development*, v. 57, p. 165-188, 2000.
- Santos, C. C. *Impacto em características qualitativas de carne bovina in natura decorrente do manejo nutricional e de tecnologias pós-abates, e sua relação com grupo genético*. Tese (Doutorado em Ciências). Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.

- Sinclair, A.J.; Slattery, W.J.; O’dea, K. The analysis of polyunsaturated fatty acids in meat by capillary gas-liquid chromatography. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v.33, n.8, p.771-776, 1982.
- Tarsitano, M. A., Bridi, A. M., Silva, C. A., Peres, L. M., Faria, D. S., Godrim, J. S., Lucio, C. L., Andreo, N. Microbiologia da carne suína maturada em embalagem a vácuo. In: XXI Congresso Brasileiro de Zootecnia. 23 a 27 de maio de 2011, Maceió. *Anais... Alagoas*, 2011.
- Tornadijo, M.E.; Garcya, M.C.; Fresno, J.M.; Carballo, J. Study of *Enterobacteriaceae* during the manufacture and ripening of San Simo’n cheese. *Food Microbiology*, London, v.18, p. 499–509, 2001.
- United States Department of Agriculture - USDA. *Official United States standards for grades of carcass beef*. Washington, D.C.: MAS-USDA, 1997.
- USDA/ARS. US Department of Agriculture, Agricultural Research Service. Nutrient Data Laboratory. Search The USDA National Nutrient Database for standard national nutrient database for Standard Reference, Release 18. Disponível em <<http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp>>. Acesso em 11/11/2005.
- Visentainer, J. V.. Aspectos analíticos da resposta do detector de ionização em chama para ésteres de ácidos graxos em biodiesel e alimentos. *Química Nova*, 35, 274-279, 2012.
- Willians, A.R. *Ultrasound applications in beef cattle carcass research and manegement*. 2006. Disponível em: <http://asas.org/symposia/esupp2/jas2278.pdf>. Acesso em maio de 2012.
- Yehuda, S.; Rabinovitz, S.; Carasso, R. L.; Mostofsky, D. I. The role of polyunsaturated fatty acids in restoring the aging neuronal membrane. *Neurobiology of Aging*, v. 23, p. 843-853, 2002.

Tabela 1. Composição percentual do concentrado usado no confinamento com base na matéria seca (MS).

Composição do concentrado	MS (%)
Milho	15
Refinasil	25
Casca de soja	18
Polpa cítrica	30
Mistura mineral*	12

Relação volumoso:concentrado utilizada foi de 50:50, sendo que o volumoso utilizado foi a cana-de-açúcar. Mistura mineral = Proteína (máx.) = 850g; Gordura (mín.) = 8g; Fibra (máx.) = 30g; Proteína (mín.) = 790g; Cálcio = 60g; Fósforo = 15g; Magnésio = 6g; Enxofre = 11g; Sódio = 28g; Cobalto = 6mg; Cobre = 180mg; Ferro = 440mg; Iodo = 10,8mg; Manganês = 636mg; Selênio = 4,8mg; Zinco = 4,8mg; Flúor (Max.) = 600mg; Vitamina A = 150mg; Vitamina D = 36000UI/kg; Vitamina E = 3600UI/kg; Monensina sódica = 360UI/kg; Sol. P em Ácido Cítrico = 450mg; 2% (mín.) = 95 %.

Tabela 2. Características de carcaça de bubalinos da raça Murrah com idade entre 20 – 24 meses.

Parâmetros	24 meses
Peso vivo (kg)	481,90
Peso Carcaça quente (kg)	230,80
Rendimento de carcaça (%)	47,89
EGS (mm)	6,90
AOL (cm ²)	54,15
Marmorização	2,60

AOL = área de olho de lombo; ESG = Espessura de gordura subcutânea.

Tabela 3. Médias e desvios-padrão do colesterol e da composição centesimal do músculo *Longissimus* de bubalinos da raça Murrah submetido a diferentes períodos de maturação.

Parâmetros	Média	Dias de maturação				CV (%)	R
		0	7	14	21		
Umidade (%)	75,59	75,66 ± 0,37	75,45 ± 0,78	75,97 ± 0,82	75,28 ± 0,78	0,94	Ns
Proteína (%)	23,52	23,08 ± 0,84	23,02 ± 2,86	23,33 ± 1,73	24,67 ± 1,98	8,44	Ns
EE (%)	1,15	1,08 ± 0,44	1,33 ± 0,58	1,00 ± 0,58	1,17 ± 0,73	51,52	Ns
Cinzas (%)	1,06	1,10 ± 0,03	1,06 ± 0,02	1,04 ± 0,04	1,05 ± 0,02	2,60	Q ¹
Colesterol*	49,93	48,50 ± 6,73	57,42 ± 3,79	43,71 ± 2,12	49,42 ± 6,67	16,52	Ns

*Unidade do colesterol = mg/100g de carne; EE = Extrato Etéreo. CV – Coeficiente de variação, R – Regressão, Ns - Não significativo; L – Linear; Q – Quadrática.

$Y^1 = 0,0002x^2 - 0,0076x + 1,0973$ ($R^2 = 0,99$)

Tabela 4. Médias e desvios-padrão do perfil de ácidos graxos do músculo *Longissimus* de bubalinos da raça Murrah submetido a diferentes períodos de maturação.

AG (%)	Média	Dias de maturação				CV (%)	R
		0	7	14	21		
C14:0	0,04	0,05 ± 0,03	0,03 ± 0,01	0,03 ± 0,01	0,03 ± 0,01	50,05	Ns
C14:1	1,71	1,78 ± 0,30	1,65 ± 0,14	1,72 ± 0,03	1,69 ± 0,08	10,15	Ns
C15:0	0,17	0,19 ± 0,01	0,16 ± 0,02	0,17 ± 0,01	0,17 ± 0,02	9,97	Ns
C15:1	0,22	0,23 ± 0,05	0,20 ± 0,03	0,22 ± 0,03	0,22 ± 0,05	19,12	Ns
C16:0	28,04	27,23 ± 2,13	28,28 ± 1,06	28,08 ± 0,98	28,59 ± 0,80	4,81	Ns
C16:1	0,20	0,21 ± 0,06	0,21 ± 0,03	0,21 ± 0,02	0,19 ± 0,02	17,41	Ns
C17:0	0,46	0,49 ± 0,08	0,45 ± 0,05	0,47 ± 0,03	0,43 ± 0,03	10,82	Ns
C17:1 ω9	1,01	1,03 ± 0,05	1,02 ± 0,08	1,01 ± 0,03	0,97 ± 0,05	5,64	Ns
C18:0	32,79	33,68 ± 2,60	33,01 ± 0,82	31,93 ± 1,53	32,53 ± 1,45	5,25	Ns
C18:1 ω9	30,58	30,71 ± 4,25	30,15 ± 1,21	31,17 ± 2,02	30,32 ± 2,39	8,85	Ns
C18:1 ω7	0,42	0,41 ± 0,03	0,44 ± 0,03	0,43 ± 0,02	0,40 ± 0,03	6,07	Ns
C18:2 ω6	0,18	0,57 ± 0,54	0,06 ± 0,01	0,06 ± 0,01	0,05 ± 0,01	157,09	L ¹
C18:3 ω6	0,08	0,10 ± 0,03	0,08 ± 0,01	0,08 ± 0,01	0,08 ± 0,01	15,96	Ns
C18:3 ω3	2,22	1,53 ± 0,18	2,24 ± 0,49	2,20 ± 0,19	2,37 ± 0,59	30,18	Ns
C20:0	0,08	0,10 ± 0,01	0,08 ± 0,02	0,08 ± 0,01	0,09 ± 0,03	24,49	Ns
C20:1 ω9	0,11	0,10 ± 0,02	0,09 ± 0,01	0,12 ± 0,01	0,12 ± 0,01	13,32	Ns
C20:4 ω6	0,06	0,07 ± 0,03	0,07 ± 0,03	0,05 ± 0,01	0,05 ± 0,02	32,45	Ns
C22:0	0,16	0,18 ± 0,04	0,24 ± 0,12	0,10 ± 0,04	0,15 ± 0,05	43,99	Ns
C24:1 ω9	0,05	0,04 ± 0,01	0,05 ± 0,03	0,05 ± 0,01	0,05 ± 0,01	33,32	Ns
C22:6 ω3	0,03	0,04 ± 0,01	0,03 ± 0,01	0,04 ± 0,01	0,03 ± 0,00	28,78	Ns
AGM	34,29	34,49 ± 0,72	33,79 ± 1,02	34,93 ± 2,06	33,95 ± 2,21	7,53	Ns
ω 3	2,26	1,56 ± 0,18	2,27 ± 0,50	2,24 ± 0,19	2,41 ± 0,59	29,65	Ns
ω 6	0,26	0,52 ± 0,58	0,21 ± 0,03	0,19 ± 0,01	0,19 ± 0,03	94,79	L ²
AGP	2,51	2,28 ± 0,74	2,48 ± 0,53	2,42 ± 0,19	2,59 ± 0,59	24,06	Ns
AGS	62,17	61,92 ± 0,39	62,24 ± 0,95	60,85 ± 2,49	61,98 ± 1,67	4,37	Ns
Trans	0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00	Ns

AG = Ácidos Graxos; C14:0 = Mirístico; C14:1 = Miristoléico; C15:0 = Pentadecílico; C15:1 = 5-pentadecílico; C16:0 = Palmítico; C16:1 = Palmitoléico; C17:0 = Margárico; C17:1 ω9 = Heptadecenóico; C18:0 = Esteárico; C18:1 ω9 = Oléico; C18:1 ω7 = Elaídico; C18:2 ω6 = Linoléico; C18:3 ω6 = Gama-linolênico; C18:3 ω3 = Alfa-linolênico; C20:0 = Araquídico; C20:1 ω9 = Cis-11-Eicosanóico; C20:4 ω6 = Araquidônico; C22:0 = Behênico; C24:1 ω9 = Nervônico; C22:6 ω3 = docosahexaenóico; AGM = Ácidos graxos monoinsaturados; n-6 = ômega 6; n-3 = ômega 3; AGP = Ácidos graxos poliinsaturados; AGS = Ácidos graxos saturados. CV – Coeficiente de variação, R – Regressão, Ns - Não significativo; L – Linear; Q – Quadrática.

$$Y^1 = -0,0227x + 0,4257 (R^2 = 0,58)$$

$$Y^2 = -0,1015x + 0,5267 (R^2 = 0,65)$$

Tabela 5. Médias e desvios-padrão da análise microbiológica do músculo *Longissimus* de bubalinos da raça Murrah submetido a diferentes períodos de maturação.

Parâmetros (log UFC/g)	Média	Dias de maturação				CV (%)	R
		0	7	14	21		
Mesófilos	4,01	3,12 ± 1,09	4,51 ± 1,04	4,22 ± 1,38	4,21 ± 1,32	30,26	Ns
Psicrotróficos	3,25	3,02 ± 1,59	3,19 ± 1,28	3,01 ± 1,72	3,86 ± 0,80	43,67	Ns
Enterobactérias	2,85	2,95 ± 1,10	2,97 ± 1,25	2,60 ± 0,99	2,89 ± 1,21	39,97	Ns

CV – Coeficiente de variação, R – Regressão, Ns - Não significativo; L – Linear; Q – Quadrática.

Cortes	1		2	3	4
Amostras	PAG 0, 7, 14 e 21	AM 0, 7, 14 e 21	CC 0, 7, 14 e 21	Colesterol 0, 7, 14 e 21	AOL EGS Marmor.
Costelas	8^a a 9^a		9^a a 10^a	10^a a 11^a	12^a e 13^a

Figura 1. Protocolo utilizado nas colheitas para identificação das amostras de carne de bubalinos submetida a diferentes períodos de maturação.

- 1- Amostra congelada na chegada ao laboratório (0 dia) e maturação da amostra por 7, 14 e 21 dias para posterior avaliação do Perfil de Ácidos Graxos (PAG) e Análise Microbiológica (AM).
- 2- Amostra congelada na chegada ao laboratório (0 dia) e maturação da amostra por 7, 14 e 21 dias para posterior avaliação da Composição Centesimal (CC).
- 3- Amostra congelada na chegada ao laboratório (0 dia) e maturação da amostra por 7, 14 e 21 dias para posterior avaliação do Colesterol.
- 4- Amostra congelada na chegada ao laboratório (0 dia) e maturação da amostra por 7, 14 e 21 dias para posterior avaliação da Área de olho de lombo (AOL), Espessura de gordura subcutânea (EGS) e Marmorização.

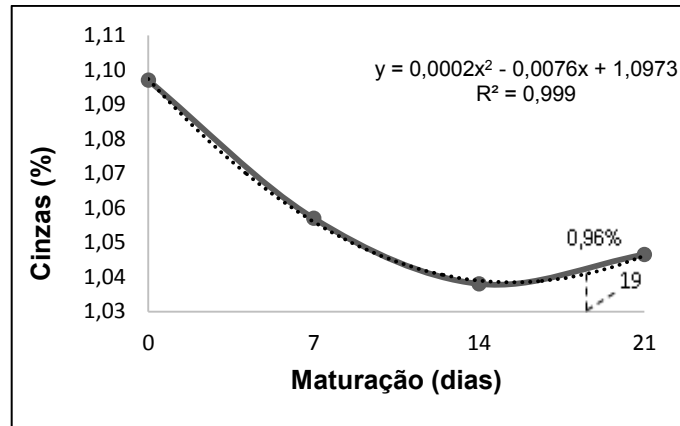


Figura 2. Teor de cinzas ao longo do tempo de maturação do músculo *Longissimus* de bubalinos.

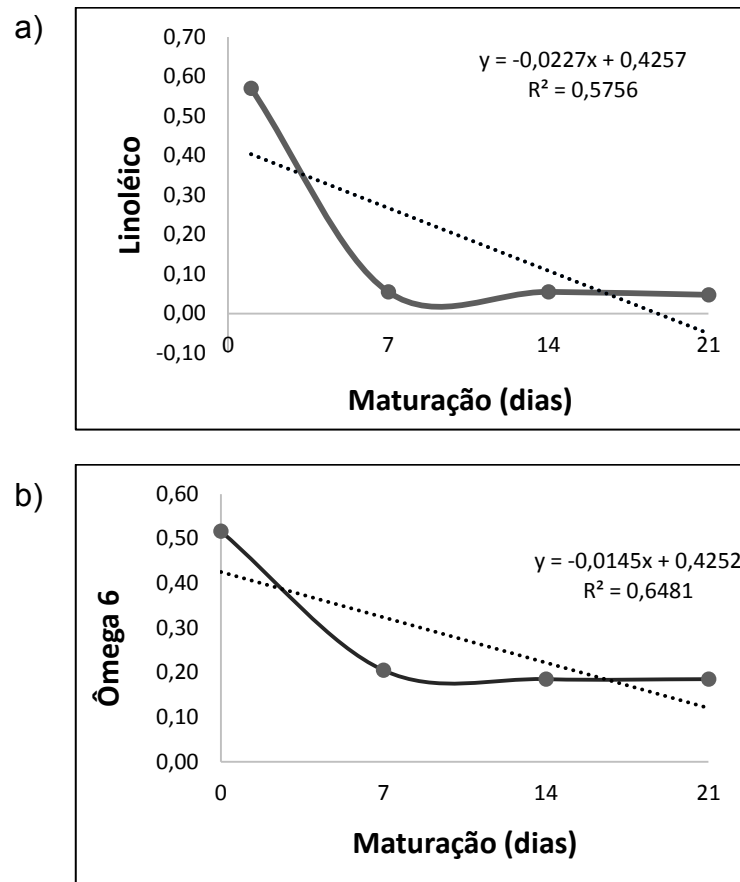


Figura 3. Perfil do ácido graxo linoléico (a) e ômega 6 (b) ao longo do tempo de maturação do músculo *Longissimus* de bubalinos.

CAPÍTULO 3 - Características físicas e sensoriais da carne de bubalinos Murrah submetida a diferentes períodos de maturação

Resumo

Objetivou-se neste trabalho avaliar os diferentes períodos de maturação sobre as características qualitativas do músculo *Longissimus* de bubalinos Murrah, bem como sugerir o ponto ideal da maturação para as características de maciez e cor da carne. Amostras do músculo *Longissimus* foram coletadas de 10 animais com idades entre 20 – 24 meses de idade às 24 horas *post mortem*. As amostras foram transportadas ao laboratório, mantidas a 0 - 1°C e submetidas por 0, 7, 14 e 21 dias de maturação até o momento das análises de pH, perdas de peso por cocção, força de cisalhamento, cor da carne e da gordura e análise sensorial. De acordo com os resultados, foi observado que a maturação afetou significativamente o pH e o teor de vermelho da carne ($P < 0,05$), entretanto, para esses parâmetros avaliados, as modificações encontradas em um determinado período de maturação não se mantiveram até os 21 dias. A maturação melhora a maciez das carnes de bubalinos Murrah por reduzir significativamente a força de cisalhamento, sendo que a partir dos 20,43 dias obteve os melhores valores de maciez, essa melhora pode ser ainda evidenciada pela análise sensorial, no entanto modificou a cor da carne, a qual sofreu alterações muito evidentes ao olho humano logo no início do período de maturação, e da gordura que se apresentou com menor luminosidade (L^*) e com maior intensidade de vermelho (a^*) e amarelo (b^*) ($P < 0,05$). Dessa forma, podemos concluir que a escolha do tempo de maturação mais adequado para carnes de bubalinos depende do atributo a ser valorizado.

Palavras chave: análise sensorial, búfalos, cor, força de cisalhamento, *Longissimus*

Physical and sensory characteristics of meat from Murrah buffaloes subjected in different periods of ageing

Abstract

The objective of this study was to evaluate the different stages of maturity on the quality characteristics of *Longissimus* of Murrah buffaloes and suggest the ideal point of ageing for the characteristics of softness and color of the meat. *Longissimus* muscle samples were collected from 10 animals aged 20-24 months old at 24 hours post mortem . Samples were transported to the laboratory , kept at 0 - 1°C and submitted by 0, 7, 14 and 21 days of ripening yet analyzes of pH, weight losses by cooking , shear force, meat color and fat and sensory analysis. According to the results, it was observed that ageing significantly affected the pH and red meat ($P<0.05$), however, for these parameters evaluated, the changes found in a certain period of ageing have not kept up to 21 days. Ageing enhances the softness of the meat of Murrah buffaloes by significantly reducing the shear force, and from 20.43 days obtained the best values of softness, this improvement can be evidenced by sensory analysis, however changed the color of the meat, which suffered very obvious changes to the human eye early in the ageing period and the fat that presented with lower lightness (L^*) and more redness (a^*) and yellow (b^*) ($P<0.05$). Thus, we conclude that the choice of the most suitable time for ageing of buffalo meat depends on the attribute to be valued.

Keywords: sensory analysis, buffalo, color, shear force, *Longissimus*

1. Introdução

Alguns parâmetros de qualidade da carne, como maciez, sabor e suculência têm peso fundamental na escolha do produto pelo consumidor. Sendo assim, a utilização de alternativas tecnológicas que favoreçam tais atributos têm sido difundidas por muitas indústrias frigoríficas atualmente. A maturação é uma dessas alternativas, a qual consiste em manter a carne, após o processo de *rigor mortis*, sob-refrigeração (temperatura em torno de 0 a 1°C), por um período de tempo após o abate que pode variar de 7 a 28 dias, e tem por objetivo melhorar as características organolépticas da carne, sendo as mais importantes, a maciez, a suculência e o sabor (Andrighetto et al., 2006). No processo de maturação a ação de enzimas endógenas (calpaínas e catepsinas) responsáveis pela degradação das proteínas miofibrilares é prolongada, o que melhora a maciez da carne.

O principal mecanismo ou sistema relacionado com a maciez é o das calpaínas, as quais não atuam diretamente sobre a miosina e a actina, elas degradam a linha Z e digerem as proteínas desmina, titina, nebulina, tropomiosina, troponina e proteína C. A hidrólise da tropomiosina e troponina facilita a desestruturação e a liberação dos filamentos finos, enquanto que a digestão da proteína C em um mecanismo semelhante desestabiliza e libera os filamentos grossos, resultando nos monômeros de miosina. As proteínas titina e nebulina reforçam transversalmente a estrutura miofibrilar e a ação da μ -calpaína e m-calpaína sobre estas enfraquece sua estrutura. Finalmente, a digestão da desmina e das linhas Z também enfraquecem a estrutura miofibrilar, principalmente as linhas Z, que são necessárias para manter juntos os sarcômeros (Kubota et al., 1993).

O complexo do sistema calpaínas é constituído ainda pela presença da calpastatina, uma enzima que inibe a ação das calpaínas, desta forma diminuindo a degradação das proteínas miofibrilares durante o processo de maturação, reduzindo assim a maciez. A calpastatina tem grande influência na maciez da carne após 24 horas e nas carnes maturadas, cessando seus efeitos só quando termina a calpaína ou o sistema enzimático é destruído pelo cozimento. Carnes com alta atividade de calpastatina no primeiro dia *post-mortem* apresentam maior força de cisalhamento, ou seja, são menos macias (Rubensam et al., 1998).

As catepsinas também são enzimas do processo de maturação, estão nos tecidos animais e são ativas em pH ácido. Essas enzimas se localizam na fração lisossômica da célula, o que as distingue de outras proteases, como a tripsina e a quimiotripsina, que são excretadas pelas células. Foram descritas cinco catepsinas, designadas com as letras A, B, C, D e E, sendo que as catepsinas B e D são as que degradam a actina e miosina (Roça, 2000).

Em bovinos, muitos são os estudos avaliando diferentes períodos de maturação sobre a maciez da carne, sendo em média utilizado pela indústria um ponto ideal de 14 dias de maturação, entretanto para bubalinos esses dados carecem de elucidação.

Tendo em vista a escassez de estudos referentes à maturação, bem como sua relação com os parâmetros físicos e sensoriais na carne bubalina, torna-se imprescindível que pesquisas sejam realizadas de forma a contribuir com a espécie e com seu produto final. Os resultados obtidos, a partir de análises instrumentais e sensoriais de animais abatidos ao redor dos 24 meses de idade, também podem ajudar a definir com mais precisão o ponto ideal da maturação e propor se existem diferenças no tempo estabelecido para a carne bovina.

Frente ao exposto, o presente trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar os efeitos dos diferentes tempos de maturação sobre as características físicas e sensoriais da carne, bem como sugerir o ponto ideal de maturação para as características de cor e maciez da carne de búfalos jovens terminados em confinamento.

2. Material e métodos

2.1. Local, animais utilizados e separação das amostras

Foram utilizados 10 búfalos machos da raça Murrah, não castrados, provenientes da Fazenda Almeida Prado, localizada no município de Bocaina/SP, com idade entre 20 a 24 meses e terminados por 100 dias em confinamento sendo que o peso médio inicial na entrada ao confinamento era aproximadamente de 360 Kg PV. Foi utilizada uma dieta com relação de 50:50 volumoso:concentrado, sendo o volumoso utilizado a cana-de-açúcar. A composição percentual do concentrado fornecido aos animais está apresentada na Tabela 1.

Ao final do período de permanência estabelecido no confinamento, os animais foram abatidos no Frigorífico Fribordogue, localizado no município de Bariri/SP, sob Serviço de Inspeção Estadual (SISP). A operação de abate seguiu as normas previstas pelo SISP, onde foi possível identificar os animais com etiquetas numeradas, fixadas no lado direito da carcaça. Após o abate do lote, o peso das meias-carcaças foi anotado para posterior realização do rendimento das mesmas. As meias carcaças permaneceram em câmara de resfriamento por 24 horas, após esse período foi realizada a secção entre a 8ª e 13ª costela, no entanto para as análises do presente trabalho foram utilizadas as amostras retirada apenas da 12ª a 13ª costela.

Todas as amostras foram transportadas ao Laboratório de Bromatologia da Faculdade de Zootecnia da UNESP, Câmpus de Dracena/SP, onde foram separados os cortes transversais com aproximadamente 2,5 cm de largura em serra fita BECCARO modelo 255, seguindo o protocolo de colheita das amostras (Figura 1). Em seguida cada corte foi embalado a vácuo em embaladora JETVAC® para a realização das avaliações. Simultaneamente a esse procedimento foram realizadas as análises de área de olho de lombo, espessura de gordura subcutânea e marmorização em cortes realizados entre a 12 e 13ª costelas por três avaliadores.

No laboratório, as amostras permaneceram sob refrigeração (0 a 1°C) em câmara de maturação BOD – TE 371 Tecnal, por 0, 7, 14 e 21 dias até o momento das análises. As análises avaliadas nas amostras de carne maturada foram: pH, perdas de peso por cocção, força de cisalhamento, cor da carne e da gordura e análise sensorial.

Todo experimento foi realizado de acordo com os princípios éticos na experimentação animal (protocolo nº 27/2012) determinados pela Comissão de Ética em Uso de Animais (CEUA) da referida instituição.

2.2. pH

O pH foi determinado no músculo *Longissimus*, entre a 12ª e 13ª costelas, após as 24 horas de resfriamento da carcaça e nas amostras com 7, 14 e 21 dias de maturação segundo o método descrito por Beltrán et al. (1997). A análise foi realizada no Departamento de Tecnologia e Gestão Agroindustrial (DGTA),

Faculdade de Ciências Agrônômicas (FCA) da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), Câmpus de Botucatu/SP.

2.3. *Força de cisalhamento e Perdas de peso por cocção*

Para a avaliação da maciez foi utilizado o texturômetro TA XT - Plus Texture Analyser 2i, equipado com dispositivo Warner-Bratzler. A velocidade de descida do dispositivo foi de 20 cm/min (AMSA,1995). Foram utilizadas as amostras usadas para determinação da perda de peso por cocção, após refrigeração a 4°C por 12 horas. Em seguida, retirou-se dez cilindros com 1,27 cm de diâmetro de cada amostra, com auxílio de uma furadeira de bancada, os quais foram colocados com as fibras orientadas no sentido perpendicular às lâminas do aparelho Warner-Blatzler. Para a análise utilizou-se o músculo *Longissimus*. As análises foram realizadas no Departamento de Tecnologia e Gestão Agroindustrial (DGTA), Faculdade de Ciências Agrônômicas (FCA) da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), Câmpus de Botucatu/SP.

2.4. *Cor da carne*

A cor da carne foi determinada mediante leitura em três pontos distintos no músculo *Longissimus* de cada amostra com 0, 7, 14 e 21 dias de maturação, utilizando-se o colorímetro Minolta, modelo Chroma Meter CR-400. Foi considerado o sistema CIELAB, por meio de leituras de refletância da luz em três dimensões: L* (luminosidade), a* (vermelho) e b* (amarelo), segundo metodologia descrita por Honikel (1998). A análise foi realizada no Departamento de Tecnologia e Gestão Agroindustrial (DGTA), Faculdade de Ciências Agrônômicas (FCA) da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), Câmpus de Botucatu/SP.

As determinações dos valores para o ângulo de tonalidade (H*) e percepção subjetiva da diferença de cor (ΔE) foram feitas de acordo com MacDougal (1994) e a determinação do teor de oximioglobina e de metamioglobina presentes na superfície da carne (O/M) foi realizada segundo Olivo e Shimokomaki (2001), usando as coordenadas de luminosidade (L*), teor de vermelho (a*) e intensidade de amarelo (b*), obtidas nas determinações colorimétricas, com as seguintes fórmulas:

$$H^* = \tan^{-1}(b^*/a^*)$$

$$\Delta E = (\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2)^{0,5}$$

$$O/M = (a^*/b^*)$$

2.5. Cor da gordura

A cor da gordura foi determinada mediante leitura em três pontos distintos no músculo *Longissimus* de cada amostra com 0, 7, 14 e 21 dias de maturação, utilizando-se o colorímetro Minolta, modelo Chroma Meter CR-400. Foi considerado o sistema CIELAB, por meio de leituras de refletância da luz em três dimensões: L* (luminosidade), a* (vermelho) e b* (amarelo), segundo metodologia descrita por Honikel (1998). A análise foi realizada no Departamento de Tecnologia e Gestão Agroindustrial (DGTA), Faculdade de Ciências Agrônômicas (FCA) da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), Câmpus de Botucatu/SP.

2.6. Análise Sensorial

Nos painéis sensoriais, foram avaliadas somente as amostras do primeiro (0 dias de maturação) e do último tratamento (21 dias de maturação), uma vez que, no painel sensorial, a utilização de mais que duas amostras de carne dificulta a análise pelo provador. A utilização dos painéis sensoriais teve como objetivo observar possíveis diferenças nas características sensoriais entre os períodos de maturação.

Para análise sensorial, as amostras foram descongeladas e em seguida acondicionadas em papel-alumínio e submetidas a aquecimento em chapa elétrica pré-aquecida até atingirem a temperatura final de 72°C, medida duas vezes (frente e verso) no centro geométrico. As avaliações sensoriais foram conduzidas conforme descrito por Meilgaard et al. (1990) e Roça et al. (1988), com dez provadores treinados (Roça e Bonassi, 1985). As amostras foram aquecidas em forno elétrico de dupla resistência por 5 minutos a 100°C e servidas imediatamente aos provadores, em recipiente de aço inoxidável. Foram aplicados os seguintes testes sensoriais: aroma, aroma estranho, sabor, sabor estranho, maciez, suculência e mastigabilidade, seguindo uma escala de 1 a 9, sendo os extremos caracterizados da seguinte forma:

- ✓ Aroma: 1 = nenhum; 9 = muito intenso e característico da carne vermelha;

- ✓ Aroma estranho: 1 = nenhum; 9 = extremamente forte;
- ✓ Sabor: 1 = muito ruim; 9 = muito bom;
- ✓ Sabor estranho: 1 = nenhum; 9 = extremamente forte;
- ✓ Maciez: 1 = extremamente macio; 9 = extremamente dura;
- ✓ Suculência: 1 = extremamente seco; 9 = extremamente suculento;
- ✓ Mastigabilidade: 1 = difícil de deglutir; 9 = fácil de deglutir.

A análise sensorial foi realizada no Departamento de Tecnologia e Gestão Agroindustrial (DGTA), Faculdade de Ciências Agrônômicas (FCA) da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), Câmpus de Botucatu/SP.

2.7. Forma de análise dos resultados

Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e dez repetições por tratamento, definido em esquema de parcelas subdivididas, sendo as parcelas constituídas pelos animais e as subparcelas os dias de maturação. Os dados foram submetidos às análises estatísticas utilizando o programa SAEG 9.1 (2007) para a realização das análises de regressão polinomial para cada uma das variáveis. As variações globais de cor foram submetidas ao Teste de Tukey, sendo as médias consideradas significativamente diferentes quando $P < 0,05$.

Para a análise sensorial o teste de Kolmogorov-Smirnov foi aplicado para testar a normalidade da distribuição nas variáveis. As variáveis com distribuição normal (aroma, mastigabilidade e sabor) foram testadas utilizando-se o teste t de Student para amostras independentes. As variáveis sem distribuição normal (aroma estranho, maciez, sabor estranho e suculência) foram analisadas pelo teste de Mann-Whitney, sendo as médias consideradas significativamente diferentes quando $P < 0,05$.

3. Resultados e Discussões

3.1. pH

Os valores médios do pH do músculo *Longissimus* de bubalinos da raça Murrah submetidos a diferentes períodos de maturação encontram-se na Tabela 2.

De acordo com os dados foi observado que os valores de pH sofreram regressão quadrática significativa ($P < 0,05$) (Figura 2a).

As médias dos valores de pH final encontrados em todos os tratamentos foram superiores aos observados por Andrade et al., (2010), o qual trabalhando com bovinos Nelore e Red Norte encontraram médias de 5,48 para ambas as raças. Em se tratando de maturação, os valores baixos de pH encontrados por esses autores são relacionados com menor atividade das enzimas proteolíticas e menor maciez da carne, uma vez que as calpaínas μ e m apresentam pH ótimo em valores próximos a 7 (Béltran et al., 1997). Considerando essas informações, os valores de pH encontrados no presente trabalho poderiam favorecer o processo de maturação, de forma a haver reduções na força de cisalhamento ao longo do mesmo.

Em relação aos valores médios do pH independente do período de maturação (5,68), sabe-se que nos regulamentos da União Europeia, Circular N° 192 (Brasil, 1998), carcaças com pH acima de 5,9 devem ser desclassificadas para exportação, sendo assim, embora tenha ocorrido modificações dos valores médios do pH ao longo do período de maturação, todos os valores dos tratamentos avaliados enquadram-se aos exigidos para exportação. Além disso, as médias de pH encontradas no presente estudo situam-se no intervalo entre 5,4 a 5,8, que são valores considerados adequados na manutenção da vida de prateleira desse produto (Mach et al., 2008).

3.2. Perdas de peso por cocção

A perda de peso por cocção (PPC) indica a quantidade que a carne perdeu durante o processo de cocção, podendo afetar a suculência da mesma. Os valores médios de perdas de peso por cocção do músculo *Longissimus* dos bubalinos da raça Murrah submetidos a diferentes períodos de maturação encontram-se na Tabela 2.

De acordo com os dados a perda por cocção não foi afetada pelos diferentes tempos de maturação ($P > 0,05$). Os dados diferem aos achados por Andrade et al. (2010) que avaliando carne maturada de bovinos por 1, 7, 14 e 21 dias de maturação, observaram que a média obtida aos 14 dias foi superior às médias obtidas aos 1, 7 e 21 dias, justificando essa variação pela imprecisão da técnica e as

variações de tempo/temperatura durante o processo de cocção, mas explica também que as alterações podem ter sido decorrente da maturação (Huff-Lonergan e Lonergan, 2005). Entretanto, esses autores justificam ainda que a maior perda por cocção aos 14 dias não se manteve aos 21 dias.

Irurueta et al. (2008) avaliando carne de búfalos mestiços maturadas por 0, 15 e 25 dias, encontraram diferenças significativas nas perdas por cocção, sendo que os valores aumentaram ao longo do período de maturação.

3.3. *Força de cisalhamento*

A força de cisalhamento é uma das técnicas mais usadas para avaliar a maciez de carnes e, maiores valores de força de cisalhamento correspondem a maior força necessária para romper a amostra. Segundo Felício (1997) os valores da força de cisalhamento devem ser menores que 5,0 kgf para considerar a carne macia. De acordo com os dados apenas o tratamento com 21 dias de maturação obteve valor médio menor ao recomendado por Felício (1997). Contudo, se considerássemos no presente trabalho o valor de 5,0 kgf como ponto ideal da maturação para considerar a carne de bubalinos como macia a partir desse ponto por meio de tal processo, seria aos 20,43 dias de maturação (Figura 2b).

Comparando os valores médios dos tratamentos houve reduções significativas na força de cisalhamento ao longo do tempo de maturação, ou seja, apresentaram regressão linear decrescente (Figura 2b), de forma que as reduções entre 0 e 7 dias, 7 e 14 dias e entre 14 e 21 dias foram de 1,15; 1,58 e 1,07 kgf, respectivamente.

Dados semelhantes foram reportados por Andrade et al. (2010) que avaliando 44 bovinos (Nelore e Red Norte), concluíram que em 21 dias de maturação os resultados de maciez foram os melhores, por reduzir a força de cisalhamento (3,04 kgf).

Santos (2011) trabalhando com novilhos Bonsmara de apenas 12 meses de idade, divididos em dois grupos de 16 animais e alocados em duas cidades distintas nos EUA, avaliou as características qualitativas desses animais e concluiu que o armazenamento refrigerado da carne, definido como tempo de maturação, aumentou a maciez da carne e maiores tempos de maturação estão relacionados com

menores valores de força de cisalhamento e, depois de 28 dias de maturação, os valores de força de cisalhamento foram os menores reportados entre todos os tratamentos.

Irurueta et al. (2008) em estudo com 15 búfalos mestiços (Mediterrâneo x Murrah) castrados, com idade entre 20 e 24 meses, avaliando o músculo *Longissimus dorsi* submetido em três períodos de maturação (0, 15 e 25 dias) sobre as características de maciez avaliada de forma instrumental (Warner-Bratzler) observaram que os valores médios diminuíram significativamente no decorrer do período de maturação, apresentando valores médios para força de cisalhamento de 3,41; 2,25 e 2,34 kgf, respectivamente.

Os dados de maciez da carne bubalina nos remetem a conceitos que ainda hoje são vistos pela população, as quais consideram os bubalinos como sendo animais rústicos, fazendo com que associem as características da carne desses animais a um produto de baixa qualidade, ou seja, que possuem carne dura. No entanto, como observado no presente estudo, as carnes submetidas a partir de aproximadamente aos 20 dias de maturação podem ser consideradas macias, reforçando a influência desse processo sobre a qualidade da carne bubalina.

3.4. Cor da carne

Em trabalho de revisão, Muchenje et al. (2009) descrevem que, nas carnes bovinas, as médias de luminosidade variam entre 33,2 - 41,0, as médias de a^* entre 11,1 - 23,6 e as médias de b^* entre 6,1 - 11,3. Dessa forma, os valores médios para a cor da carne de búfalos encontram-se dentro dos padrões propostos por Muchenje et al. (2009), classificando a carne de búfalos com a cor semelhante a de bovinos e adequada para o consumo em todos os períodos de maturação.

De acordo com os dados o tempo de maturação interferiu ($P < 0,05$) nos valores médios de L^* e a^* , porém não alterou os valores médios de b^* (Tabela 2).

Quando avaliada a variável L^* em função do período de maturação observa-se que os valores médios aumentam ao longo do tempo de armazenamento, ou seja, apresentando regressão linear crescente (Figura 3a), a qual indica um aumento na luminosidade. Esses dados corroboram aos achados por Manço (2006) que avaliando carne maturada de bovinos por 2, 7, 14, 21, 28, 35, 42 e 49 dias, justificou

o aumento do teor de luminosidade pelo fato de que o vácuo utilizado na embalagem tende a retirar a água do espaço intra e extracelular da fibra muscular e esta água leva outros componentes presentes na célula dentre eles a mioglobina que é solúvel em água, originando o exsudado. Com o avanço no tempo de armazenamento há maior formação deste exsudado e, portanto uma maior quantidade de mioglobina é retirada da carne acarretando em maiores valores de L^* .

Os dados encontrados também foram semelhantes aos achados por Irurueta et al. (2008), que realizando um estudo conduzido com 15 búfalos mestiços (Mediterrâneo x Murrah) castrados, com idade entre 20 e 24 meses de idade, avaliando o músculo *Longissimus dorsi* submetido em três períodos de maturação (0, 15 e 25 dias) sobre as características de cor, constataram que a Luminosidade aumentou. Os autores justificam que a maior Luminosidade das carnes ao longo do período de maturação foi devido a maior capacidade de retenção de água, que também aumentou significativamente até os 15 dias de maturação.

Andrade et al. (2010), avaliando 44 bovinos (22 Nelore e 22 Red Norte) observaram que a luminosidade da carne aumentou ao longo do período de maturação e justificaram que esse aumento é influenciado pela quantidade de água da superfície da peça, consequência da capacidade de retenção de água (Purchas, 1990).

A variável a^* indica a intensidade da cor vermelha e está relacionada com o conteúdo de oximioglobina no músculo. Quanto maior for o seu valor, mais vermelha será a carne (Sañudo et al., 1997). A variabilidade encontrada nos valores médios de a^* foi significativa estatisticamente ($P > 0,05$), indicando que houve uma queda no valor médio de a^* aos 14 dias de maturação, sendo que aos 21 dias a intensidade de vermelho tornou-se a estabilizar. Devido a essas variações nos valores médios da intensidade de vermelho, a reta que a melhor representou foi à regressão quadrática (Tabela 2, Figura 3b).

Os dados diferiram aos encontrados por Manço (2006) que indicou estabilidade da cor durante todo o período de armazenamento. Por outro lado, Irurueta et al. (2008) observaram que as intensidades de vermelho diminuíram no decorrer do período de maturação. Dados semelhantes foram encontrados por Luciano et al. (2009), que analisando carne de ovinos terminados com concentrado

e em pastagens, descrevem que a intensidade de vermelho foi reduzida ao longo do período de maturação (1 a 14 dias) e passou de valores em torno de 12 para valores inferiores a 8 e, concomitantemente, esses autores observaram reduções significativas na quantidade de pigmentos heme e aumento no percentual de metamioglobina.

A intensidade de amarelo é analisada por estar correlacionada com a intensidade de vermelho. Andrade et al. (2010) avaliando a relação entre os dados de cor, observou correlações positivas entre a^* e b^* nas diferentes fases da maturação, com valores de 0,77, 0,34 e 0,73 aos 7, 14 e 21 dias, respectivamente, indicando que a maior intensidade de vermelho foi associada à maior intensidade de amarelo e que isso pode ser atribuído ao fato de os pigmentos heme serem sensíveis à oxidação e de os pigmentos carotenoides serem anti-oxidantes (Mancini e Hunt, 2005).

Os valores médios para a intensidade de amarelo não sofreram influência da maturação ao longo dos diferentes períodos avaliados ($P < 0,05$). Os dados se assemelham aos achados por Manço (2006) em que as médias da intensidade de amarelo não diferiram até 21 dias de maturação, após esse período os valores aumentaram. Entretanto, Andrade et al. (2010) encontraram diferenças significativas na intensidade de amarelo em todos os períodos de maturação.

Além dos resultados dados pelas coordenadas que avaliam a cor da carne, pode-se ainda utilizar de informações que são calculadas pelas mesmas para identificar as maiores alterações e/ou modificação na cor das carnes durante o desenvolvimento de processos tecnológicos, como a maturação. As propostas sugeridas por MacDougal, (1994) para avaliação de cor em carnes são frequentemente usadas (Lee et al., 2005; Luciano et al., 2009) e se constituem de cálculos que utilizam as informações das coordenadas luminosidade, a^* e b^* , tais como: o ângulo Hue (H^*), as diferenças globais de cor (ΔE) e o teor de oximioglobina e de metamioglobina presentes na carne (O/M).

Os valores de H^* , que são funções de a^* e b^* , permitem determinar a intensidade da cor, saturação ou estimar o real escurecimento da carne (Lee et al., 2005). De acordo com os dados observa-se que, a tonalidade da carne sofreu regressão linear ($P < 0,05$), ou seja, à medida que prolongou o período de maturação

houve um aumento na tonalidade da carne, o que confirma a afirmação dada por Lee et al. (2005), os quais afirmam que normalmente o processo de descoloração das carnes é acompanhado por aumento nos valores de H^* ao longo do tempo (Tabela 2, Figura 4a).

Por outro lado, as variações globais no comportamento da cor (ΔE) são, normalmente, avaliadas pelas diferenças nas coordenadas de cor entre o tempo previsto de estocagem e o tempo inicial de avaliação (Luciano et al., 2009). Essa diferença de cor corresponde a valores ou índices de alterações perceptíveis ao olho humano. Conforme a escala apresentada por Prändl et al. (1994), valores de ΔE entre: 0-0,2 correspondem a alterações imperceptíveis ao olho humano; 0,2-0,5 muito pouco perceptíveis; 0,5-1,5 pouco perceptíveis; 1,5-3,0 percepções evidentes; 3,0-6,0 percepções muito evidentes; 6-12 percepção bastante clara; 12-14 facilmente perceptíveis.

Ao comparar as médias das alterações globais ao longo do tempo de maturação (Figura 5), verificou-se que o ΔE_{0-7} foi semelhante ao ΔE_{0-14} e ao ΔE_{0-21} ($P > 0,05$). Dessa forma, não foram observadas alterações globais na cor entre os tratamentos. No entanto, quando comparadas as carnes não maturadas com as submetidas à maturação, observa-se que, de acordo com a escala apresentada por Prändl et al. (1994), os valores de ΔE foram considerados muito evidentes ao olho humano, ou seja, a carne submetida ao processo de maturação sofreu modificações nas percepções subjetivas da cor. Andrade et al. (2010) trabalhando com carne bovina maturada por 1, 7, 14 e 21 dias, observaram que as alterações globais mais importantes foram observadas no período entre 7 e 14 dias de maturação ($P < 0,05$), onde os valores passaram de 3,37 para 11,95 respectivamente. Luciano et al. (2009), em carne de ovinos terminados com concentrado e em pastagens, descrevem médias de ΔE que aumentam linearmente nos períodos de 1 a 14 dias *post mortem*, entretanto esses autores não analisaram períodos posteriores a 14 dias.

Além do ângulo de tonalidade e das variações globais no comportamento da cor, ainda pode-se determinar por meio das coordenadas a^* e b^* o teor de oximioglobina e de metamioglobina presentes na carne. Segundo Olivo e Shimokomaki (2001) a razão entre os valores positivos do componente a^* e os do

componente b^* podem ser utilizados, de maneira indireta, para determinar o teor de oximioglobina e de metamioglobina presentes na superfície da carne. Maiores valores do resultado entre a^*/b^* indicam teor maior de oximioglobina e valores com tendência a zero indicam maior teor de metamioglobina. De acordo com os dados, observa-se que o teor de oximioglobina/metamioglobina sofreu regressão linear ($P < 0,05$), ou seja, a quantidade de metamioglobina aumentou ao longo do período de maturação, uma vez que os valores foram diminuindo, sendo que foi maior nas carnes submetidas aos 14 dias, isso explica a menor intensidade de vermelho e a maior descoloração da carne nesse período de maturação (Figura 4b).

3.5. Cor da gordura

Os valores médios para a cor da gordura em função do tempo de maturação encontram-se na Tabela 2. Os valores médios para a Luminosidade (L^*) diminuíram ao longo do período de maturação, sendo explicada pela equação de regressão quadrática (Figura 6a). Ao se avaliar os parâmetros independentes da maturação observa-se que os dados para a luminosidade da gordura nas amostras que não foram submetidas ao processo de maturação se assemelham aos achados por Rodrigues et al., (2004), que encontraram valores de luminosidade de 75,9 em búfalos Mediterrâneos.

A intensidade de vermelho (a^*) na gordura aumentou ao longo do período de maturação, sendo explicadas pela equação de regressão quadrática (Figura 6b), a qual permitiu encontrar o ponto em que ocorreu maior intensidade de vermelho na gordura (8,86) aos 17,58 dias de maturação. Esse aumento na intensidade de vermelho pode ter ocorrido em função do maior tempo em que a gordura da carne foi exposta com o exsudato da carne embala a vácuo. Comparando os valores médios da intensidade de vermelho da gordura com os encontrados por Rodrigues et al., (2004) em búfalos Mediterrâneos (7,24) observa-se que as amostras de carne que não foram maturadas (0 dias) apresentaram valores médios inferiores (5,10) e as amostras maturadas apresentaram valores médios superiores (7,76; 8,46; 8,78 para 0; 7; 14 e 21 dias respectivamente).

A intensidade de amarelo (b^*) aumentou ao longo do tempo de maturação, sendo representada pela regressão linear crescente (Figura 6c). Segundo Irie (2001)

a maior intensidade do amarelo é afetada principalmente pela absorvência de caroteno e dos derivados da hemoglobina, os quais provavelmente aumentaram ao longo da maturação.

Comparando os valores médios da intensidade de amarelo da gordura com os encontrados por Rodrigues et al., (2004) em búfalos Mediterrâneos (0,89) observaram que as amostras de carne do presente estudo apresentaram-se com valores médios superiores. Nascimento e Carvalho (1993) descreve que os búfalos podem apresentar gordura com menor intensidade do amarelo, graças à presença de gordura branca, a exemplo do que ocorre com a gordura do leite, com traços de caroteno e elevado teor de vitamina A. Entretanto, esta intensidade não foi evidenciada neste estudo, sendo que os búfalos do presente trabalho devem possuir maior proporção de caroteno.

3.6. *Análise Sensorial*

Quando avaliados os períodos de maturação (0 e 21 dias) com os parâmetros avaliados na análise sensorial, não foram encontradas diferenças significativas nos parâmetros de aroma estranho, sabor estranho e suculência ($P>0,05$). Porém, quando avaliados os parâmetros de aroma, sabor, maciez e mastigabilidade houve diferença significativa entre os tratamentos ($P<0,05$), sendo que as amostras maturadas obtiveram aroma com maior intensidade e característico da carne vermelha, com melhor sabor, maior maciez e, a mastigabilidade foi considerada com maior facilidade de desintegrar na boca e facilidade de deglutir quando comparadas as amostras de carne não maturada.

Além disso, por meio da análise sensorial podemos ainda correlacionar com os dados de maciez obtidos pela força de cisalhamento nos dias 0 e 21, a qual apresentou valores de 8,76kgf e 4,96kgf respectivamente, sendo considerada segundo Felício (1997) ao 0 dia como uma carne dura e aos 21 dias como macia. No entanto, a análise sensorial nos remete a definições menos direta, ou seja, as amostras de carne não maturadas foram consideradas entre levemente dura a moderadamente dura, enquanto que a maturada por 21 dias se definiu entre moderadamente macia a macia. Embora tenham sido observadas pequenas

diferenças entre as análises, ambas reforçam com seus valores a influência desse processo sobre a qualidade da carne bubalina.

Os dados corroboram aos encontrados por Irurueta et al. (2008) que avaliando carne de búfalos mestiços maturada por 0, 15 e 25 dias pelo painel sensorial, verificaram que com o aumento do período de maturação a mastigabilidade e a maciez da carne foram melhores, apresentando o mesmo comportamento da carne bovina, ou seja, com características desejáveis para o consumidor. Entretanto, esses autores relataram algum sabor e odor estranho nas carnes maturadas, isso não foi evidenciado no presente trabalho, uma vez que os valores foram considerados na escala entre extremamente fraco a muito fraco.

4. Conclusões

A maturação afeta o pH e o teor de vermelho da carne, entretanto, para esses parâmetros, as modificações encontradas em um determinado período de maturação não se manteve até os 21 dias. A maturação melhora a maciez das carnes de bubalinos Murrah por reduzir significativamente a força de cisalhamento, sendo que a partir dos 20,43 dias obteve os melhores valores de maciez, essa melhora pode ser ainda evidenciada pela análise sensorial, no entanto modifica a cor da carne, a qual sofre alterações muito evidentes ao olho humano ao longo de todo o processo, e da gordura que se apresenta menos luminosa e mais avermelhada. Dessa forma, conclui-se que a escolha do tempo de maturação mais adequado para carnes de bubalinos depende do atributo a ser valorizado.

5. Referências

- AMSA (1995). *American Meat Science Association*. Research guidelines for cookery sensory and instrumental tenderness measurement of fresh meat. Chicago, 1995. 48 p., 1995.
- Andrade, P. L., Bressan, M. C., Gama, L. T., Gonçalves, T. M., Ladeira, M. M., Ramos, E. M. Qualidade da carne maturada de bovinos Red Norte e Nelore. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.39, n.8, p.1791-1800, 2010.
- Andrighetto, C.; Jorge, A. M.; Roça, R. O.; Sartori, D. R. Maturação da carne bovina. *Revista Electrónica de Veterinaria REDVET*, v. 7, n. 6, p. 1-6, 2006.

- Brasil. Circular nº 192, de 01 de julho de 1998. Ementa: Exportação de carne bovina brasileira para a União Européia. Instrução relativa ao controle sistemático da obtenção até a expedição e a preservação da origem destacada no rótulo do produto final colocado no mercado Comunitário. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, 01 de julho de 1998.
- Béltran, J.A.; Jaime, I.; Santolaria, P.; Sañudo C, Albertí P, Roncalés P. Effect of stress-induced high post-mortem pH on protease activity and tenderness of beef. *Meat Science*, v.45, p.201-27, 1997.
- Felício, P. E. Fatores ante o 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", p. 79-97. 1997.
- Honikel, K.O. Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. *Meat Science*, Barking, v.49, n.4, p.447-457, 1998.
- Huff-Lonergan, E.; Lonergan, S.M. Review Mechanisms of water-holding capacity of meat: The role of *postmortem* biochemical and structural changes. *Meat Science*, v.71, p.194-204, 2005.
- Irie, M. Optical evaluation of factors affecting appearance of bovine fat. *Meat Science*, v.57, n.1, p.19-22, 2001.
- Irurueta, M.; Cadoppi, A.; Langman, L.; Grigioni, G.; Carduza, F. Effect of aging on the characteristics of meat from water buffalo grown the in the Delta del Paraná region of Argentina. *Meat Science*, v. 79, p. 529-533, 2008.
- Kubota, E. H.; Olivo, R.; Shimokomaki, M. Maturação da carne: um processo enzimático. *Revista Nacional da Carne*, v. 18, n. 200, p. 12-15, 1993.
- Lee, S.; Decker, E.A.; Faustman, C.; Mancini RA. The effects of antioxidant combinations on color and lipid oxidation in n-3 oil fortified ground beef patties. *Meat Science*, v.70, p.683-689, 2005.
- Luciano, G.; Monahan, F.J.; Vasta, V.; Pennisi P, Bella M, Priolo A. Lipid and colour stability of meat from lambs fed fresh herbage or concentrate. *Meat Science*, v.82, p.193-199, 2009.
- MacDougal, D.B. Colour meat. In: Pearson, A.M.; Dutson, T.R. (Eds.). *Quality attributes and their measurement in meat, poultry and fish products - Advances*

- in Meat Research Series. London: Blackie Academic & Professional, 1994. v.9, cap.3, p.79-93.
- Mach, N.; Bach, A.; Velarde, A.; Devant M. Association between animal, transportation, slaughterhouse practices, and meat pH in beef. *Meat Science*, v.78, p.232-238, 2008.
- Mancini, R.A.; Hunt, M.C. Review: Current research in meat color. *Meat Science*, v.71, p.100-121, 2005.
- Manço, M. C. W. *Características físico-químicas, sensoriais e higiênicas da carne bovina em duas classes de maturidade e sob influência da maturação*. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, 2006.
- Meilgaard, M.; Civille, G.V.; Carr, B.T. *Sensory evaluation techniques*. Boca Raton: CRC Press, 1990. 281p.
- Muchenjea, V.; Dzamac, B.K.; Chimonyoa, M. et al. Some biochemical aspects pertaining to beef eating quality and consumer health: a review. *Food Chemistry*, v.112, p.279-289, 2009.
- Nascimento, C.N.B.; Carvalho, L.O.D.M. *Criação de búfalos: alimentação, manejo, melhoramento e instalações*. Brasília: EMBRAPA/SPI, 1993.
- Olivo, R.; Shimikaki, M. *Carnes: no caminho da pesquisa*. 1. Cocal do Sul: Imprint, 2001. 155p.
- Prändl, O.; Fischer, A.; Schmidhofer, T. et al. *Tecnologia e higiene de la carne*. Zaragoza: Acribia, 1994. 854p.
- Purchas, R.W. An assessment of the role of pH differences in determining the relative tenderness of meat from bulls and steers. *Meat Science*, v.27, p.120-140, 1990.
- Roça, R. O. *Tecnologia da carne e produtos derivados*. Botucatu: Departamento de Gestão e Tecnologia Agroindustrial, FCA, UNESP, 2000, 201p.
- Roça, R.O.; Serrano, A.M.; Bonassi, I.A. Utilização de toucinho na elaboração de fiambres com carne de frango. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v.8, n.1, p.67-76, 1988.

- Roça, R.O.; Bonassi, I.A. Seleção de provadores para produtos cárneos. In: Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 7., 1985, Itabuna/Ilhéus. *Anais...* Itabuna/Ilhéus: SBCTA, 1985. p.83.
- Rodrigues, V. C.; Bressan, M. C.; Cardoso, M. G.; Freitas, R. T. F. Ácidos Graxos na Carne de Búfalos e Bovinos Castrados e Inteiros. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.33, n.2, p.434-443, 2004.
- Rubensam, J.M.; Felicio, P.E.; Termignoni, C. Influência do genótipo *Bos indicus* na atividade de calpastatina e na textura da carne de novilhos abatidos no sul do Brasil. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v.18, p.405-409, 1998.
- Saeg *Sistema para Análises Estatísticas*, Versão 9,1: Fundação Arthur Bernardes – UFV – Viçosa, 2007. Disponível em: www.ufv.br/saeg
- Santos, C. C. *Impacto em características qualitativas de carne bovina in natura decorrente do manejo nutricional e de tecnologias pós-abates, e sua relação com grupo genético*. Tese (Doutorado em Ciências). Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.
- Sañudo, R. ; Bustillos, R. J. A. ; Garcia, L. P. De L. ; Molina, E. B.; Nuño, S. O. ; Angel, D. N. *Manejo postcosecha del mango*. EMEX: A. C. 92 p. 1997.

Tabela 1. Composição percentual do concentrado usado no confinamento com base na matéria seca (MS).

Composição do concentrado	MS (%)
Milho	15
Refinasil	25
Casca de soja	18
Polpa cítrica	30
Mistura mineral*	12

Relação volumoso:concentrado utilizada foi de 50:50, sendo que o volumoso utilizado foi a cana-de-açúcar. Mistura mineral = Proteína (máx.) = 850g; Gordura (mín.) = 8g; Fibra (máx.) = 30g; Proteína (mín.) = 790g; Cálcio = 60g; Fósforo = 15g; Magnésio = 6g; Enxofre = 11g; Sódio = 28g; Cobalto = 6mg; Cobre = 180mg; Ferro = 440mg; Iodo = 10,8mg; Manganês = 636mg; Selênio = 4,8mg; Zinco = 4,8mg; Flúor (Max.) = 600mg; Vitamina A = 150mg; Vitamina D = 36000UI/kg; Vitamina E = 3600UI/kg; Monensina sódica = 360UI/kg; Sol. P em Ácido Cítrico = 450mg; 2% (mín.) = 95 %.

Tabela 2. Médias e desvios-padrão dos valores de pH, perdas de peso por cocção da força de cisalhamento, cor da gordura e cor do músculo *Longissimus* de bubalinos da raça Murrah submetido a diferentes períodos de maturação.

Parâmetros	Média	Dias de maturação				CV (%)	R
		0	7	14	21		
Maciez							
pH	5,68	5,64 ± 0,09	5,66 ± 0,07	5,77 ± 0,08	5,66 ± 0,10	1,53	Q ¹
PPC (%)	26,45	27,57 ± 3,79	26,44 ± 3,20	26,58 ± 3,82	25,19 ± 3,65	13,70	Ns
FC (kgf)	6,84	8,76 ± 1,32	7,61 ± 1,38	6,03 ± 1,16	4,96 ± 1,21	18,59	L ²
Cor da carne							
L*	34,63	32,08 ± 2,03	34,31 ± 1,54	35,40 ± 0,70	36,72 ± 1,72	4,56	L ³
a*	15,04	16,35 ± 1,08	15,24 ± 1,60	12,97 ± 2,16	15,61 ± 2,24	12,19	Q ⁴
b*	7,37	7,28 ± 0,77	7,40 ± 0,86	6,86 ± 0,87	7,93 ± 0,98	11,81	Ns
H*	26,30	23,93 ± 1,36	25,97 ± 2,78	28,23 ± 4,83	27,06 ± 2,56	11,94	L ⁵
O/M	2,05	2,26 ± 0,15	2,07 ± 0,27	1,91 ± 0,34	1,97 ± 0,21	12,17	L ⁶
Cor da gordura							
L*	70,35	75,78 ± 1,85	71,05 ± 2,36	67,90 ± 2,56	66,67 ± 2,04	3,16	Q ⁷
a*	7,53	5,10 ± 1,25	7,76 ± 0,84	8,46 ± 1,47	8,78 ± 0,94	15,34	Q ⁸
b*	7,43	6,29 ± 1,33	7,51 ± 0,56	7,78 ± 0,76	8,15 ± 1,14	13,38	L ⁹

PPC = Perdas de peso por cocção; FC = Força de cisalhamento; L* = Luminosidade; a* = Intensidade de vermelho; b* = Intensidade de amarelo; H* = Ângulo de tonalidade; O/M = Teor de oximioglobina e de metamioglobina. CV – Coeficiente de variação; R – Regressão; Ns - Não significativo; L – Linear; Q – Quadrática.

$$Y^1 = -0,0006x^2 + 0,0153x + 5,6299 \quad (R^2 = 0,55)$$

$$Y^2 = -0,1854x + 8,7893 \quad (R^2 = 0,99)$$

$$Y^3 = 0,2147x + 32,372 \quad (R^2 = 0,97)$$

$$Y^4 = 0,0192x^2 - 0,4664x + 16,654 \quad (R^2 = 0,71)$$

$$Y^5 = 0,1665x + 24,549 \quad (R^2 = 0,68)$$

$$Y^6 = -0,0146x + 2,2081 \quad (R^2 = 0,75)$$

$$Y^7 = 0,0179x^2 - 0,8108x + 75,798 \quad (R^2 = 0,99)$$

$$Y^8 = -0,0119x^2 + 0,4185x + 5,1774 \quad (R^2 = 0,98)$$

$$Y^9 = 0,0835x + 6,558 \quad (R^2 = 0,88)$$

Tabela 3. Médias e desvios-padrão dos valores da análise sensorial do músculo *Longissimus* de bubalinos da raça Murrah submetido a diferentes períodos de maturação.

Parâmetros	Dias de maturação	
	0	21
Aroma	5,7 ± 1,06b	6,5 ± 0,80a
Aroma estranho	1,9 ± 0,94a	2,9 ± 1,68a
Sabor	4,8 ± 1,29b	6,1 ± 1,50a
Sabor estranho	2,8 ± 1,72a	1,7 ± 1,06a
Maciez	6,6 ± 1,28a	3,5 ± 1,30b
Suculência	6,3 ± 1,06a	6,2 ± 1,20a
Mastigabilidade	2,8 ± 1,38b	6,0 ± 1,18a

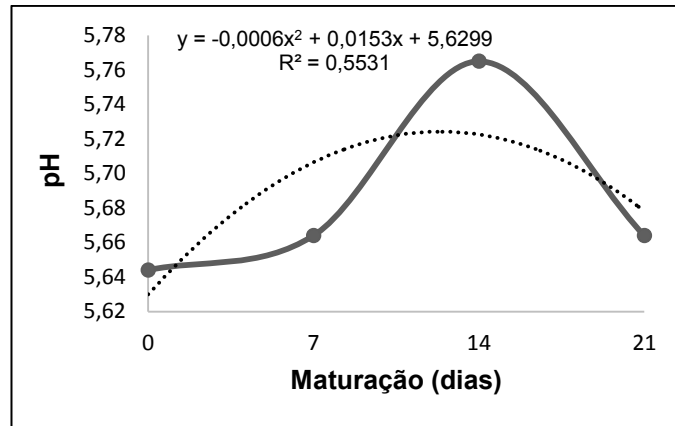
Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha diferem entre si ($P < 0,05$).

Cortes	1	2
Amostras	Cor, pH, FC, PPC 0, 7, 14 e 21	Análise Sensorial 0 e 21
Costelas	12^a a 13^a	13^a

Figura 1. Protocolo utilizado nas colheitas para identificação das amostras de carne de bubalinos submetida a diferentes períodos de maturação.

- 1- Amostra congelada na chegada ao laboratório (0 dia) e maturação da amostra por 7, 14 e 21 dias para posterior avaliação da cor da carne e da gordura, pH, Força de Cisalhamento (FC) e Perdas de Peso por Cocção (PPC).
- 2- Amostra congelada na chegada ao laboratório (0 dia) e maturação da amostra por 21 dias para posterior avaliação da Análise Sensorial.

a)



b)

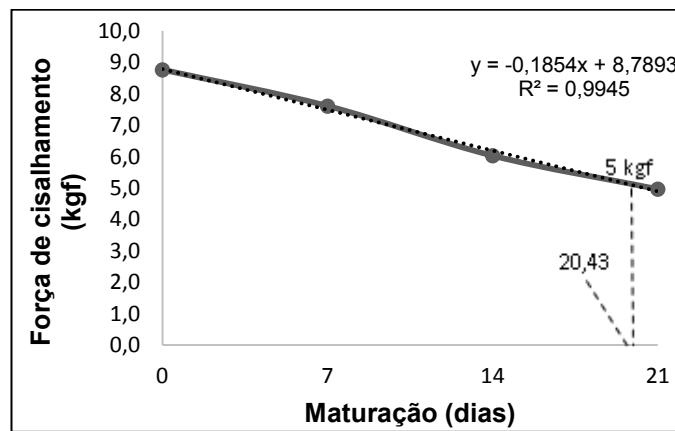


Figura 2. pH (a) e força de cisalhamento (b) ao longo do tempo de maturação do músculo *Longissimus* de bubalinos.

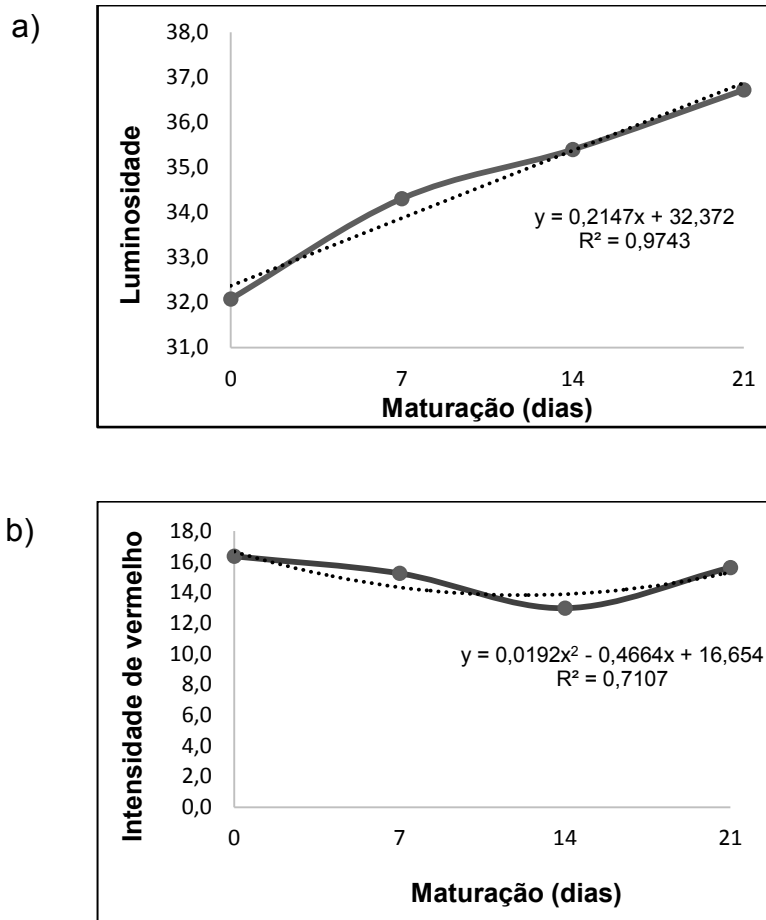
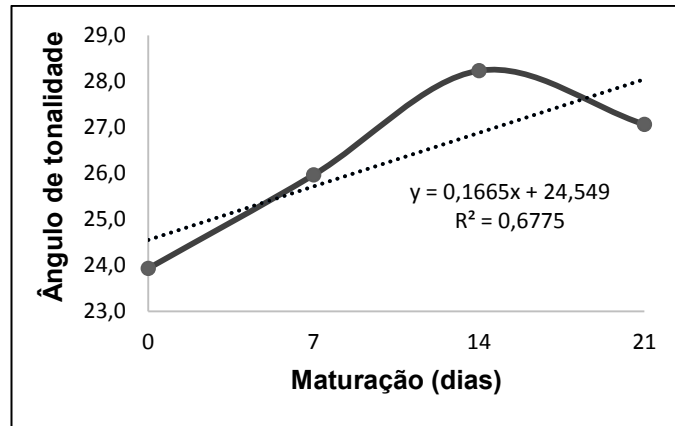


Figura 3. Luminosidade (a) e intensidade de vermelho (b) do músculo *Longissimus* de bubalinos ao longo do tempo de maturação.

a)



b)

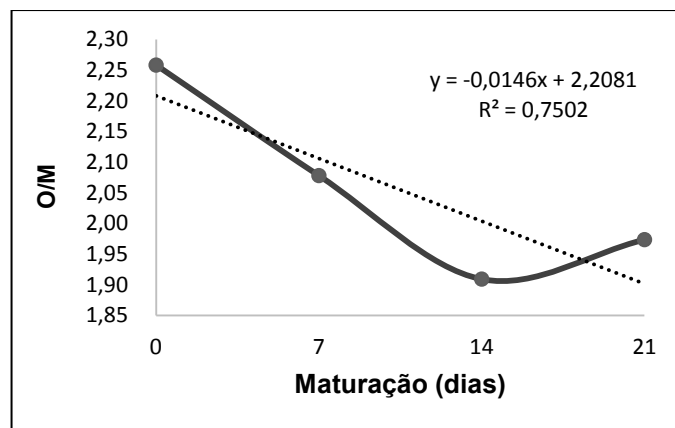


Figura 4. Ângulo de tonalidade (a) e teor de oximioglobina/metamioglobina (b) do músculo *Longissimus* de bubalinos ao longo do tempo de maturação.

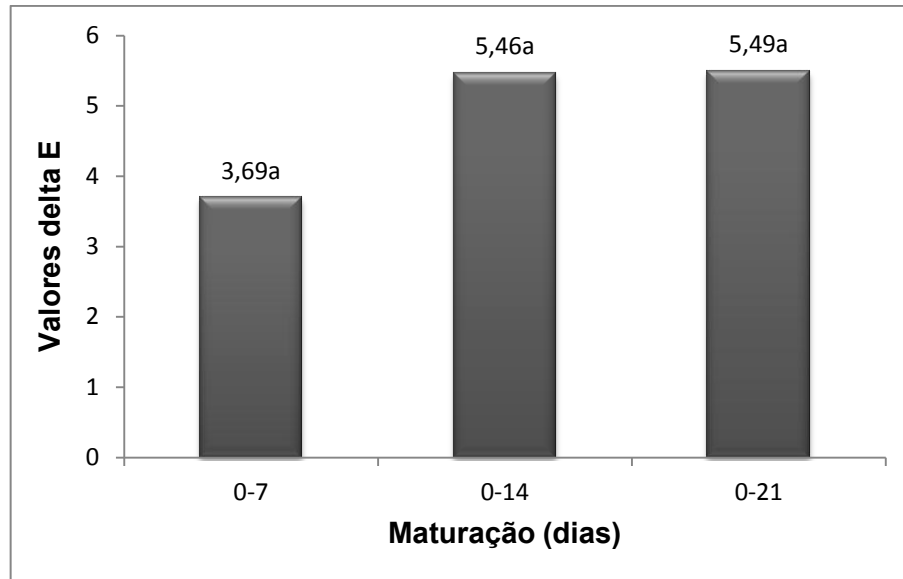


Figura 5. Alterações globais de cor (ΔE_{1-7} , ΔE_{1-14} e ΔE_{1-21}) em amostras do músculo *Longissimus* de bubalinos ao longo do tempo de maturação.

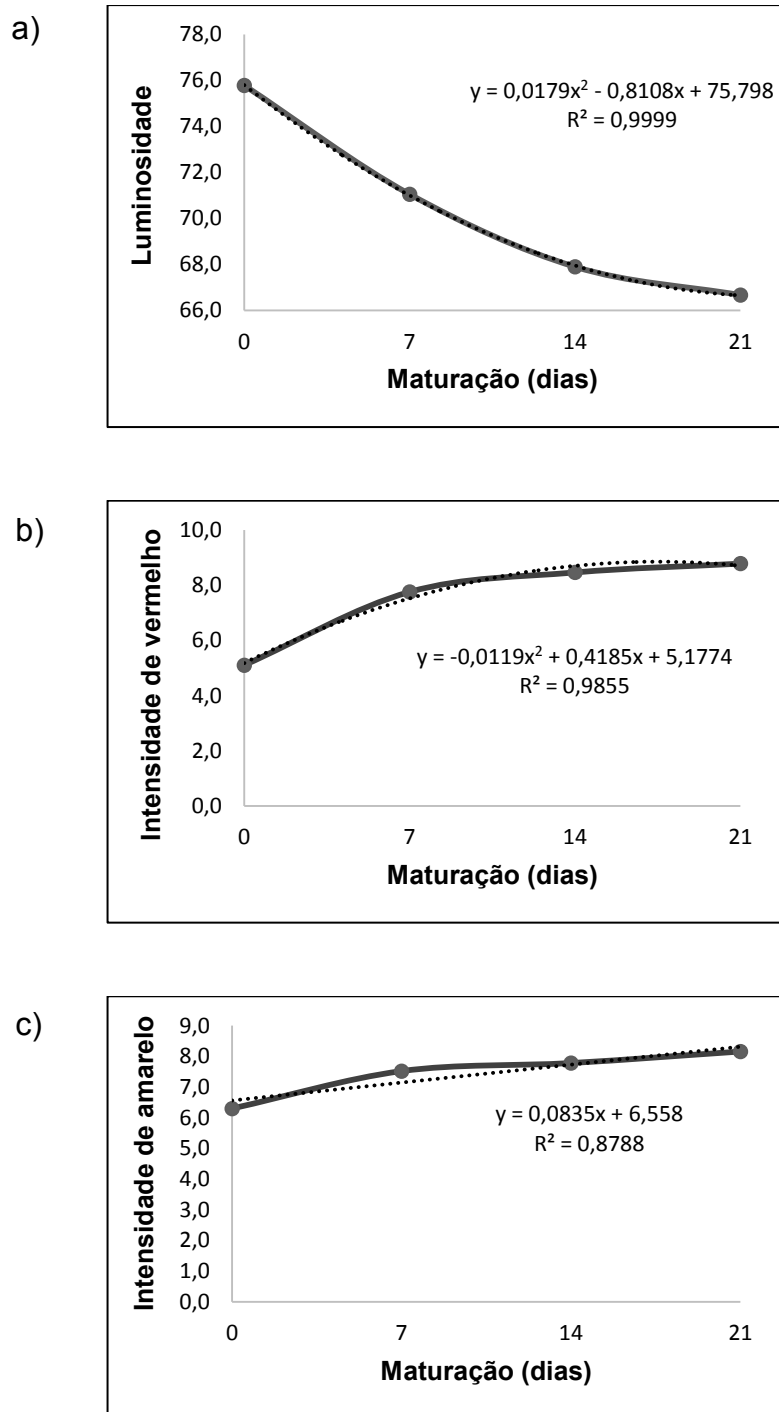


Figura 6. Luminosidade (a), intensidade de vermelho (b) e intensidade de amarelo (c) da gordura do músculo *Longissimus* de bubalinos ao longo do tempo de maturação.

CAPÍTULO 4 - Considerações finais

Na nossa região, a criação de bubalinos vem crescendo nas cidades de Marília, Pompéia e Adamantina, municípios próximos a Dracena, no entanto, a bubalinocultura de corte em todo o Brasil enfrenta várias barreiras, tanto em relação à produção quanto ao escoamento do produto, pois a carne desses animais ainda é pouco explorada ou ainda ignorada por grande parte dos pecuaristas e da população.

O desconhecimento dos produtores e dos consumidores, aliado a opiniões equivocadas dadas pela população, em relação ao potencial dos bubalinos como produtores de carne, restringe uma alternativa que poderia auxiliar a produção de alimentos. O fato dos bubalinos serem considerados animais rústicos e o conceito errôneo de que a cadeia do seu produto já está definida, faz com que o consumo da carne dessa espécie seja baixo e conseqüentemente são poucos os investimentos para ampliar o setor. Uma solução para reverter essa situação é a realização de pesquisas que auxiliem na divulgação da espécie e dos seus atributos, e nesse contexto, a maturação da carne possui um passo importante para a espécie, uma vez que melhora as características organolépticas da carne.

Sendo assim, vale salientar a importância desse projeto para essa determinada espécie, afinal a pesquisa é um passo importante para que a bubalinocultura de corte possa competir no mercado, criando assim, identidade dos seus produtos, levando ao mercado um produto diferenciado e visando melhor remuneração ao produtor rural.

Além disso, o projeto torna disponível à comunidade acadêmica e científica informações importantes para as pesquisas nas áreas de qualidade da carne de bubalinos de corte, proporcionando uma diferenciação do produto baseada na identificação da carne, do rendimento e na qualidade, através da divulgação dos resultados, permitindo um maior estímulo para que o setor produtivo se modernize e invista na obtenção de um produto mais adequado, orientado para o atendimento dos desejos e anseios do consumidor.